МИНОБРНАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
ректор по учебно-методическому комплексу
_____С.А.Упоров

Шемонаев Т.И

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ
По дисциплине ОСНОВЫ ФИЛОСОФИИ

специальность 15.02.16
Технология машиностроения

программа подготовки специалистов среднего звена
на базе среднего общего образования

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 00899356C4B8E7194321D0149160B2398C
Владелец: Зубов Владимир Владимирович
Действителен: с 26.06.2024 до 19.09.2025

Екатеринбург

содержание

ВВЕДЕНИЕ 2
ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА 3
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ 4
Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса 4
Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам 4
Подготовка и написание контрольной работы 5
Подготовка к выполнению и написанию курсовой работы 6
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ 7
Подготовка к зачёту 7

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа студентов - это разнообразные виды деятельности студентов, осуществляемые под руководством, но без непосредственного участия преподавателя в аудиторное и/или внеаудиторное время.

Это особая форма обучения по заданиям преподавателя, выполнение которых требует активной мыслительной, поисково-исследовательской и аналитической деятельности.

Методологическую основу самостоятельной работы студентов составляет деятельностный подход, когда цели обучения ориентированы на формирование умений решать типовые и нетиповые задачи, то есть на реальные ситуации, где студентам надо проявить знание конкретной дисциплины, использовать внутрипредметные и межпредметные связи.

Цель самостоятельной работы - закрепление знаний, полученных на аудиторных занятиях, формирование способности принимать на себя ответственность, решать проблему, находить конструктивные выходы из сложных ситуаций, развивать творческие способности, приобретение навыка организовывать своё время

Кроме того, самостоятельная работа направлена на обучение студента осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свой профессиональный уровень.

Самостоятельная работа реализует следующие задачи:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирование практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развитие исследовательских умений;
- получение навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные студентами работы и т. п.

ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

Основные формы организации самостоятельной работы студентов определяются следующими параметрами:

- содержание учебной дисциплины;
- уровень образования и степень подготовленности студентов;
- необходимость упорядочения нагрузки студентов при самостоятельной работе.

В соответствии с реализацией рабочей программы дисциплины в рамках самостоятельной работы студенту необходимо выполнить следующие виды работ:

для подготовки ко всем видам текущего контроля:

- повторение материала лекций;
- самостоятельное изучение курса;
- подготовка к семинарам
- подготовка к реферату, написание реферата;

для подготовки к промежуточной аттестации:

- подготовка к зачёту.

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов как дома, так и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, защита рефератов, защита зачётных работ в виде доклада с презентацией и др.

Текущий контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

Промежуточный контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного для сдачи зачёта.

В методических указаниях по каждому виду контроля представлены материалы для самостоятельной работы и рекомендации по организации отдельных её видов.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ КО ВСЕМ ВИДАМ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

Повторение материала лекций и самостоятельное изучение курса

Лекционный материал по дисциплине излагается в виде устных лекций преподавателя во время аудиторных занятий. Самостоятельная работа студента во время лекционных аудиторных занятий заключается в ведении записей (конспекта лекций).

Конспект лекций, выполняемый во время аудиторных занятий, дополняется студентом при самостоятельном внеаудиторном изучении некоторых тем курса. Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка основной и дополнительной литературы к дисциплине.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины приведён в рабочей программе дисциплины.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на повторение материала лекций и самостоятельное изучение тем курса:
для овладения знаниями:

- конспектирование текста;
- чтение основной и дополнительной литературы;
- составление плана текста;
- работа со словарями, справочниками;
- просмотр обучающих видеозаписей.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- повторная работа над учебным материалом;
- составление таблиц для систематизации учебного материала;
- изучение нормативных материалов;
- составление плана и тезисов ответа на вопросы для самопроверки;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- составление библиографических списков по изучаемым темам.

для формирования навыков и умений:

- умения вести дискуссию,
- моделировать типичные жизненные ситуаций.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Вопросы для самопроверки приведены учебной литературе по дисциплине или могут быть предложены преподавателем на лекционных аудиторных занятиях после изучения каждой темы.

Подготовка к семинарским занятиям

Семинарские занятия по дисциплине выступают средством формирования у

студентов системы интегрированных умений и навыков, необходимых для освоения общекультурных компетенций, а также умений определять, разрабатывать и применять оптимальные методы решения профессиональных задач.

На семинарских занятиях происходит закрепление теоретических знаний, полученных в ходе лекций, разбираются примеры применения теоретических знаний для практического использования, выполняются доклады с презентацией по определенным учебно-практическим, учебно-исследовательским или научным темам с последующим их обсуждением.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к практическим занятиям*:*

для овладения знаниями:

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- ответы на вопросы для самопроверки;
- подготовка публичных выступлений;
- составление библиографических списков по изучаемым темам.

для формирования навыков и умений:

- умения вести дискуссию,
- моделировать типичные жизненные ситуаций.

Тематический план изучения дисциплины и содержание учебной дисциплины приведены в рабочей программе дисциплины.

Подготовка и написание реферата

Реферат - индивидуальная деятельность обучающегося по концентрированному выражению накопленного знания, обеспечивает возможность одновременной работы всем обучающимся за фиксированное время по однотипным заданиям, что позволяет преподавателю оценить всех обучающихся. Реферат является средством проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента, направленные на подготовку к реферату

для овладения знаниями:

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций;
- ответы на вопросы для самопроверки.

Реферат может быть выполнен в виде доклада с презентацией.

Доклад с презентацией - это публичное выступление по представлению полученных результатов знаний по определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной теме.

При подготовке доклада с презентацией обучающийся должен продемонстрировать умение самостоятельного изучения отдельных вопросов, структурирования основных положений рассматриваемых проблем, публичного выступления, позиционирования себя перед коллективом, навыки работы с библиографическими источниками и оформления научных текстов.

В ходе подготовки к докладу с презентацией обучающемуся необходимо:

- выбрать тему и определить цель выступления;
- осуществить сбор материала к выступлению;
- организовать работу с источниками;
- -во время изучения источников следует записывать вопросы, возникающие по мере ознакомления, ключевые слова, мысли, суждения; представлять наглядные примеры из практики;
- сформулировать возможные вопросы по теме доклада, подготовить тезисы ответов на них;
- обработать материал и представить его в виде законченного доклада и презентации.

При выполнении контрольной работы в виде доклада с презентацией самостоятельная работа студента включает в себя:

для овладения знаниями:

- чтение основное и дополнительной литературы по заданной теме доклада;
- составление плана доклада;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- просмотр обучающих видеозаписей по теме доклада

для закрепления и систематизации знаний:

- составление плана и тезисов презентации по теме доклада;
- составление презентации;
- составление библиографического списка по теме доклада;
- подготовка к публичному выступлению;
- составление возможных вопросов по теме доклада и ответов на них.

Темы рефератов и докладов приведены в комплекте оценочных средств дисциплины.

Подготовка к выполнению и написанию курсовой работы

Курсовая работа - форма контроля для демонстрации обучающимся умений работать с объектами изучения, критическими источниками, справочной и энциклопедической литературой, логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы, обосновывать и строить априорную модель изучаемого объекта или процесса, создавать содержательную презентацию выполненной работы.

При выполнении и защите курсовой работы оценивается умение самостоятельной работы с объектами изучения, справочной литературой, логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы, обосновывать выбранную технологическую схему и принятый тип и количество оборудования, создавать содержательную презентацию выполненной работы (пояснительную записку и графический материал).

Рекомендуемые задания для самостоятельной внеаудиторной работы студента,

направленные на подготовку к курсовой работе (проекту): *для овладения знаниями*:

- чтение основной и дополнительной литературы;
- работа со словарями, справочниками и нормативными документами;
- составление плана выполнения курсовой работы (проекта);
- составление списка использованных источников.

для закрепления и систематизации знаний:

- работа учебно-методическими материалами по выполнению курсовой работы;
- изучение основных методик расчёта технологических схем, выбора и расчёта оборудования;
- подготовка тезисов ответов на вопросы по тематике курсовой работы.
-

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Подготовка к зачёту

Зачёт по дисциплине может быть проведён в виде теста или включать в себя защиту реферата (доклад с презентацией).

Тест - это система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

При самостоятельной подготовке к зачёту, проводимому в виде теста, студенту необходимо:

- проработать информационный материал (конспект лекций, учебное пособие, учебник) по дисциплине; проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора дополнительной учебной литературы;
- выяснить условия проведения теста: количество вопросов в тесте,
- продолжительность выполнения теста, систему оценки результатов и т. д.;
- приступая к работе с тестом, нужно внимательно и до конца прочитать вопрос и предлагаемые варианты ответов, выбрать правильные (их может быть несколько), на отдельном листке ответов вписать цифру вопроса и буквы, соответствующие правильным ответам.

В процессе выполнения теста рекомендуется применять несколько подходов в решении заданий. Такая стратегия позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант. Не нужно тратить слишком много времени на трудный вопрос, а сразу переходить к другим тестовым заданиям, к трудному вопросу можно обратиться в конце. Необходимо оставить время для проверки ответов, чтобы избежать механических ошибок.

Зачёт также может проходить в виде защиты контрольной работы (доклад с презентацией). Методические рекомендации по подготовке и выполнению доклада с презентацией приведены в п. «Подготовка и написание контрольной работы».

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора
по учебно-методической работе
_____ В.В. Зубов

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

ОГСЭ.02 ИСТОРИЯ РОССИИ

Специальность
15.02.16 Технология машиностроения
программа подготовки специалистов среднего звена

на базе среднего общего образования

Автор: Железникова А.В.

Одобрена на заседании кафедры
Управления персоналом
(название кафедры)
И.о зав. кафедрой _____
(подпись)
Беляева Е. А.
(Фамилия И.О.)
Протокол 1 от 10.09.2023 2024
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией факультета
Горно-механического
(название факультета)
Председатель _____
(подпись)
Осипов П. А.
(Фамилия И.О.)
Прот 2 от 20.10.2023 10.2024
(Дата)

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ……..……3

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ…….……..…..……6

ОСНОВНЫЕ КАТЕГОРИИ ДИСЦИПЛИНЫ……10

САМООРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ЛИТЕРАТУРОЙ…….……12

ПОДГОТОВКА К ДОКЛАДУ……16

ПОДГОТОВКА К ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫМ ЗАДАНИЯМ.....20

ПОДГОТОВКА К ТЕСТИРОВАНИЮ……..24

ПОДГОТОВКА ЭССЕ…….25

ПОДГОТОВКА К ОПРОСУ…….....28

ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ……..30

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа– это часть учебного процесса, метод обучения, прием учебно-познавательной деятельности, комплексная целевая стандартизованная учебная деятельность с запланированными видом, типом, формами контроля.

Самостоятельная работа представляет собой плановую деятельность обучающихся по поручению и под методическим руководством преподавателя.

Целью самостоятельной работы студентов является закрепление тех знаний, которые они получили на аудиторных занятиях, а также способствование развитию у студентов творческих навыков, инициативы, умению организовать свое время.

Самостоятельная работа реализует следующие задачи:

- предполагает освоение курса дисциплины;
- помогает освоению навыков учебной и научной работы;
- способствует осознанию ответственности процесса познания;
- способствует углублению и пополнению знаний студентов, освоению ими навыков и умений;
- формирует интерес к познавательным действиям, освоению методов и приемов познавательного процесса,
- создает условия для творческой и научной деятельности обучающихся;
- способствует развитию у студентов таких личных качеств, как целеустремленность, заинтересованность, исследование нового.

Самостоятельная работа обучающегося выполняет следующие функции:

- развивающую (повышение культуры умственного труда, приобщение к творческим видам деятельности, обогащение интеллектуальных способностей студентов);
- информационно-обучающую (учебная деятельность студентов на аудиторных занятиях, неподкрепленная самостоятельной работой, становится мало результативной);
- ориентирующую и стимулирующую (процессу обучения придается ускорение и мотивация);
- воспитательную (формируются и развиваются профессиональные качества бакалавра и гражданина);
- исследовательскую (новый уровень профессионально-творческого мышления).

Организация самостоятельной работы студентов должна опираться на определенные требования, а, именно:

- сложность осваиваемых знаний должна соответствовать уровню развития студентов;

- стандартизация заданий в соответствии с логической системой курса дисциплины;

- объем задания должен соответствовать уровню студента;

- задания должны быть адаптированными к уровню студентов.

Содержание самостоятельной работы студентов представляет собой, с одной стороны, совокупность теоретических и практических учебных заданий, которые должен выполнить студент в процессе обучения, объект его деятельности; с другой стороны – это способ деятельности студента по выполнению соответствующего теоретического или практического учебного задания.

Свое внешнее выражение содержание самостоятельной работы студентов находит во всех организационных формах аудиторной и внеаудиторной деятельности, в ходе самостоятельного выполнения различных заданий.

Функциональное предназначение самостоятельной работы студентов в процессе практических занятий по овладению специальными знаниями заключается в самостоятельном прочтении, просмотре, прослушивании, наблюдении, конспектировании, осмыслении, запоминании и воспроизведении определенной информации. Цель и планирование самостоятельной работы студента определяет преподаватель. Вся информация осуществляется на основе ее воспроизведения.

Так как самостоятельная работа тесно связана с учебным процессом, ее необходимо рассматривать в двух аспектах:

1. аудиторная самостоятельная работа – практические занятия;

2. внеаудиторная самостоятельная работа – подготовка к практическим занятиям, подготовка к устному опросу, участию в дискуссиях, решению практико-ориентированных задач и др.

Основные формы организации самостоятельной работы студентов определяются следующими параметрами:

- содержание учебной дисциплины;

- уровень образования и степень подготовленности студентов;

- необходимость упорядочения нагрузки студентов при самостоятельной работе.

Таким образом, самостоятельная работа студентов является важнейшей составной частью процесса обучения.

Методические указания по организации самостоятельной работы и задания для обучающихся по дисциплине «*История России*» обращаю внимание студента на главное, существенное в изучаемой дисциплине, помогают выработать умение анализировать явления и факты, связывать теоретические положения с практикой, а также облегчают подготовку к выполнению *контрольной работы* и к сдаче *зачета*.

Настоящие методические указания позволят студентам самостоятельно овладеть фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю подготовки, опытом творческой и

исследовательской деятельности, и направлены на формирование компетенций, предусмотренных учебным планом поданному профилю.

Видами самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «*История России*» являются:

- повторение материала лекций;
- самостоятельное изучение тем курса (в т. ч. рассмотрение основных категорий дисциплины, работа с литературой);
- подготовка к практическим (семинарским) занятиям (в т. ч. подготовка доклада, подготовка к выполнению практико-ориентированного задания);
- подготовка к тестированию;
- подготовка эссе;
- подготовка к зачету.

В методических указаниях представлены материалы для самостоятельной работы и рекомендации по организации отдельных её видов.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

Тема 1. Объект, предмет, основные понятия и методы исследования истории

1.История как наука. Сущность, формы, функции исторического знания.

2.Методы и источники изучения истории. Понятие и классификация исторического источника.

3.Концепции исторического процесса.

4.История России - неотъемлемая часть всемирной истории.

5.Историография отечественной истории.

Тема 2. Россия и мир в начале XX века.

1. Каковы били причины, характер, движущие силы, основные этапы и итоги революции 1905-1907 гг.

2. В чем состояла необходимость проведения реформ в России?

3. Расскажите о Февральской буржуазно-демократической революции и Октябрьской революции.

4. Основные мероприятия советской власти.

5. Гражданская война: основные этапы, последствия. Причины побед большевиков.

6. Экономическая и социальная политика в Советской России

Тема 3. Советское государство и мир в 20-30 е годы

1. Чем был вызван экономический и политический кризис в стране в конце 1920 г.

2. Что такое новая экономическая политика?

3. Формирование однопартийной системы и идеологического единообразия в стране.

4. Раскройте сущность индустриализации и коллективизации.

5. Каковы механизмы и роль культурной революции.

6. Формирование культа личности И.В. Сталина

Тема 4. СССР в годы Второй мировой войны

1. В чем состояли причины Второй мировой войны? Великой Отечественной войны?

2. Дайте характеристику основным периодам войны.

3. Расскажите о жизни в тылу.

4. Какова роль партизанского движения и движения Сопротивления.

5. В чем состояли итоги и уроки войны.

6. Роль советского народа в разгроме фашизма.

Тема 6. Основные тенденции развития СССР и мира в 60-80 е годы.

1. Чем характеризовалось политическое развитие страны в 1965-1984 гг.

2. Каковы его итоги?

3. В каком состоянии находилась советская экономика к середине 1960-х гг. В чем причины такого положения?

4. Каковы были основные направления предпринятого властью в 1965 году реформирование промышленности и сельского хозяйства.

5. Каковы результаты социально-экономического развития страны.

6. Расскажите о достижениях в культурной жизни этого периода.

Тема 8. Россия и мир на рубеже веков. Современная Россия. Перспективы развития.

1. Геополитические последствия распада СССР.
2. Как происходил процесс формирования суверенитета Российской Федерации.
3. Складывание новой государственности. Конституция 1993 г.
4. Социально-экономические преобразования. Рыночная модернизация страны.
5. Внешнеполитическая деятельность в условиях новой геополитической ситуации.
6. Охарактеризуйте положение России на рубеже XX– XXI.

ОСНОВНЫЕ КАТЕГОРИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Исторический факт
Исторический источник
Интерпретация
Этнос
Менталитет
Государство
Цивилизация
Формация
Классы
Прогресс
Регресс
Общественно-экономическая формация
Геополитика
Монополия
Промышленный подъем
Депрессия
Модернизация
Революция
Манифест
Конституционная монархия
Политическая партия
Государственная Дума
Прогрессивный блок
Революционные партии
Антанта
Тройственный союз
Аграрная реформа
Отруб, хутор
Советы
Большевики, меньшевики
Временное правительство
Республика
Двоевластие
Учредительное собрание
Первая Мировая война

Совет народных комиссаров
Красная Армия
Белое движение
Гражданская война
Сепаратный мирный договор
Иностранная интервенция
Мировая революция

Декреты
Военный коммунизм
Продразверстка
Авторитаризм
Тоталитаризм
Коминтерн
Новая экономическая политика
Продналог
Индустриализация
Коллективизация
Культурная революция
«Мюнхенский сговор»
Лига Наций
Коллективная безопасность
Вторая Мировая война
Пакт о ненападении
Государственный Комитет обороны, Ставка Верховного главнокомандования
Эвакуация
Антигитлеровская коалиция
Второй фронт
Коренной перелом
Партизанское движение, подпольное движение
Сопротивление
Фашизм, японский милитаризм
Ленд-лиз
Капитуляция
ООН
НАТО, ОВД
Репрессии
Либерализация политического режима
Десталинизация
Денежная реформа
Мировая социалистическая система
«Оттепель»
ГУЛАГ
Реабилитация
«Холодная война»
Совхоз
Целина
Мелиорация
Спутник
Освоение космоса
Паритет
Правозащитное движение

Диссиденты
Развитой социализм
Герантократия
Разрядка
«Теневая экономика»
Концепция развитого социализма
Разрядка международной напряженности
Стабильность кадров
Реформа хозяйственного механизма
Экстенсивный путь развития
Страны социалистической ориентации
Перестройка
Гласность
«Новое политическое мышление»
Плюрализм
СНГ
Приватизация
Прибыль и рентабельность
Госприемка
«Шоковая терапия»
Ваучер
Распад СССР
Многопартийность
Возрождение парламентаризма
Рыночная экономика
Борьба с экстремизмом и терроризмом
Дефолт
Стабилизация
Финансовый кризис
Содружество Независимых государств
Правовое государство
Гражданское общество
Рыночная экономика
Дефолт
Вертикаль власти
Олигархи
Глобализация
Совет Федерация
Государственная Дума
Совет Европы
ВТО

САМООРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ЛИТЕРАТУРОЙ

Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка рекомендуемой литературы к дисциплине. При работе с книгой необходимо научиться правильно ее читать, вести записи. Самостоятельная работа с учебными и научными изданиями профессиональной и общекультурной тематики – это важнейшее условие формирования научного способа познания.

Основные приемы работы с литературой можно свести к следующим:

• составить перечень книг, с которыми следует познакомиться;

• перечень должен быть систематизированным (что необходимо для семинаров, что для экзаменов, что пригодится для написания курсовых и выпускных квалификационных работ (ВКР), а что выходит за рамками официальной учебной деятельности, и расширяет общую культуру);

• обязательно выписывать все выходные данные по каждой книге (при написании курсовых и выпускных квалификационных работ это позволит экономить время);

• определить, какие книги (или какие главы книг) следует прочитать более внимательно, а какие – просто просмотреть;

• при составлении перечней литературы следует посоветоваться с преподавателями и руководителями ВКР, которые помогут сориентироваться, на что стоит обратить большее внимание, а на что вообще не стоит тратить время;

• все прочитанные монографии, учебники и научные статьи следует конспектировать, но это не означает, что надо конспектировать «все подряд»: можно выписывать кратко основные идеи автора и иногда приводить наиболее яркие и показательные цитаты (с указанием страниц);

• если книга – собственная, то допускается делать на полях книги краткие пометки или же в конце книги, на пустых страницах просто сделать свой «предметный указатель», где отмечаются наиболее интересные мысли и обязательно указываются страницы в тексте автора;

• следует выработать способность «воспринимать» сложные тексты; для этого лучший прием – научиться «читать медленно», когда понятно каждое прочитанное слово (а если слово незнакомое, то либо с помощью словаря, либо с помощью преподавателя обязательно его узнать). Таким образом, чтение текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации.

От того, насколько осознанна читающим собственная внутренняя установка при обращении к печатному слову (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия. Грамотная работа с книгой, особенно если речь идет о научной литературе, предполагает соблюдение ряда правил, для овладения которыми необходимо настойчиво учиться. Это серьёзный, кропотливый труд. Прежде всего, при такой работе невозможен формальный,

поверхностный подход. Не механическое заучивание, не простое накопление цитат, выдержек, а сознательное усвоение прочитанного, осмысление его, стремление дойти до сути – вот главное правило. Другое правило – соблюдение при работе над книгой определенной последовательности. Вначале следует ознакомиться с оглавлением, содержанием предисловия или введения. Это дает общую ориентировку, представление о структуре и вопросах, которые рассматриваются в книге.

Следующий этап – чтение. Первый раз целесообразно прочитать книгу с начала до конца, чтобы получить о ней цельное представление. При повторном чтении происходит постепенное глубокое осмысление каждой главы, критического материала и позитивного изложения; выделение основных идей, системы аргументов, наиболее ярких примеров и т.д. Непременным правилом чтения должно быть выяснение незнакомых слов, терминов, выражений, неизвестных имен, названий. Студентам с этой целью рекомендуется заводить специальные тетради или блокноты. Важная роль в связи с этим принадлежит библиографической подготовке студентов. Она включает в себя умение активно, быстро пользоваться научным аппаратом книги, справочными изданиями, каталогами, умение вести поиск необходимой информации, обрабатывать и систематизировать ее.

Выделяют четыре основные установки в чтении текста:

- информационно-поисковая (задача – найти, выделить искомую информацию);
- усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить, как сами сведения, излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений);
- аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему);
- творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

С наличием различных установок обращения к тексту связано существование и нескольких видов чтения:

- библиографическое – просматривание карточек каталога, рекомендательных списков, сводных списков журналов и статей за год и т.п.;
- просмотровое – используется для поиска материалов, содержащих нужную информацию, обычно к нему прибегают сразу после работы со списками литературы и каталогами, в результате такого просмотра читатель устанавливает, какие из источников будут использованы в дальнейшей работе;
- ознакомительное – подразумевает сплошное, достаточно подробное прочтение отобранных статей, глав, отдельных страниц; цель – познакомиться с характером информации, узнать, какие вопросы вынесены автором на рассмотрение, провести сортировку материала;

- изучающее – предполагает досконального освоение материала; в ходе такого чтения проявляется доверие читателя к автору, готовность принять изложенную информацию, реализуется установка на предельно полное понимание материала;

- аналитико-критическое и творческое чтение – два вида чтения близкие между собой тем, что участвуют в решении исследовательских задач.

Первый из них предполагает направленный критический анализ, как самой информации, так и способов ее получения и подачи автором; второе – поиск тех суждений, фактов, по которым, или, в связи с которыми, читатель считает нужным высказать собственные мысли.

Из всех рассмотренных видов чтения основным для студентов является изучающее – именно оно позволяет в работе с учебной и научной литературой накапливать знания в различных областях. Вот почему именно этот вид чтения в рамках образовательной деятельности должен быть освоен в первую очередь. Кроме того, при овладении данным видом чтения формируются основные приемы, повышающие эффективность работы с текстом. Научная методика работы с литературой предусматривает также ведение записи прочитанного. Это позволяет привести в систему знания, полученные при чтении, сосредоточить внимание на главных положениях, зафиксировать, закрепить их в памяти, а при необходимости вновь обратиться к ним.

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения.

Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала.

Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала.

Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора.

Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного. Конспект – сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание книги, статьи. Поэтому умение составлять план, тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

Как правильно составлять конспект? Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта. Выделите главное, составьте план, представляющий собой перечень заголовков, подзаголовков, вопросов, последовательно раскрываемых затем в конспекте. Это первый элемент конспекта. Вторым элементом конспекта являются тезисы. Тезис -

это кратко сформулированное положение. Для лучшего усвоения и запоминания материала следует записывать тезисы своими словами. Тезисы, выдвигаемые в конспекте, нужно доказывать. Поэтому третий элемент конспекта - основные доводы, доказывающие истинность рассматриваемого тезиса. В конспекте могут быть положения и примеры. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

Конспектирование - наиболее сложный этап работы. Овладение навыками конспектирования требует от студента целеустремленности, повседневной самостоятельной работы. Конспект ускоряет повторение материала, экономит время при повторном, после определенного перерыва, обращении к уже знакомой работе. Учитывая индивидуальные особенности каждого студента, можно дать лишь некоторые, наиболее оправдавшие себя общие правила, с которыми преподаватель и обязан познакомить студентов:

1. Главное в конспекте не объем, а содержание. В нем должны быть отражены основные принципиальные положения источника, то новое, что внес его автор, основные методологические положения работы. Умение излагать мысли автора сжато, кратко и собственными словами приходит с опытом и знаниями. Но их накоплению помогает соблюдение одного важного правила – не торопиться записывать при первом же чтении, вносить в конспект лишь то, что стало ясным.

2. Форма ведения конспекта может быть самой разнообразной, она может изменяться, совершенствоваться. Но начинаться конспект всегда должен с указания полного наименования работы, фамилии автора, года и места издания; цитаты берутся в кавычки с обязательной ссылкой на страницу книги.

3. Конспект не должен быть «слепым», безликим, состоящим из сплошного текста. Особо важные места, яркие примеры выделяются цветным подчеркиванием, взятием в рамочку, оттенением, пометками на полях специальными знаками, чтобы можно было быстро найти нужное положение. Дополнительные материалы из других источников можно давать на полях, где записываются свои суждения, мысли, появившиеся уже после составления конспекта.

ПОДГОТОВКА ДОКЛАДА

Одной из форм текущего контроля является доклад, который представляет собой продукт самостоятельной работы студента.

Доклад - это публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы.

Как правило, в основу доклада ложится анализ литературы по проблеме. Он должен носить характер краткого, но в то же время глубоко аргументированного устного сообщения. В нем студент должен, по возможности, полно осветить различные точки зрения на проблему, выразить собственное мнение, сделать критический анализ теоретического и практического материала.

Подготовка доклада является обязательной для обучающихся, если доклад указан в перечне форм текущего контроля успеваемости в рабочей программе дисциплины.

Доклад должен быть рассчитан на 7-10 минут.

Обычно доклад сопровождается представлением презентации.

Презентация (от англ. «presentation» - представление) - это набор цветных слайдов на определенную тему, который хранится в файле специального формата с расширением PP.

Целью презентации - донести до целевой аудитории полноценную информацию об объекте презентации, изложенной в докладе, в удобной форме.

Перечень примерных тем докладов с презентацией представлен в рабочей программе дисциплины, он выдается обучающимся заблаговременно вместе с методическими указаниями по подготовке. Темы могут распределяться студентами самостоятельно (по желанию), а также закрепляться преподавателем дисциплины.

При подготовке доклада с презентацией обучающийся должен продемонстрировать умение самостоятельного изучения отдельных вопросов, структурирования основных положений рассматриваемых проблем, публичного выступления, позиционирования себя перед коллективом, навыки работы с библиографическими источниками и оформления научных текстов.

В ходе подготовки к докладу с презентацией обучающемуся необходимо:

- выбрать тему и определить цель выступления.

Для этого, остановитесь на теме, которая вызывает у Вас больший интерес; определите цель выступления; подумайте, достаточно ли вы знаете по выбранной теме или проблеме и сможете ли найти необходимый материал;

- осуществить сбор материала к выступлению.

Начинайте подготовку к докладу заранее; обращайтесь к справочникам, энциклопедиям, научной литературе по данной проблеме; записывайте необходимую информацию на отдельных листах или тетради;

- организовать работу с литературой.

При подборе литературы по интересующей теме определить конкретную цель поиска: что известно по данной теме? что хотелось бы узнать? для чего нужна эта информация? как ее можно использовать в практической работе?

- во время изучения литературы следует: записывать вопросы, которые возникают по мере ознакомления с источником, а также ключевые слова, мысли, суждения; представлять наглядные примеры из практики;

- обработать материал.

Учитывайте подготовку и интересы слушателей; излагайте правдивую информацию; все мысли должны быть взаимосвязаны между собой.

При подготовке доклада с презентацией особо необходимо обратить внимание на следующее:

- подготовка доклада начинается с изучения источников, рекомендованных к соответствующему разделу дисциплины, а также специальной литературы для докладчика, список которой можно получить у преподавателя;

- важно также ознакомиться с имеющимися по данной теме монографиями, учебными пособиями, научными информационными статьями, опубликованными в периодической печати.

Относительно небольшой объем текста доклада, лимит времени, отведенного для публичного выступления, обусловливает потребность в тщательном отборе материала, умелом выделении главных положений в содержании доклада, использовании наиболее доказательных фактов и убедительных примеров, исключении повторений и многословия.

Решить эти задачи помогает составление развернутого плана.

План доклада должен содержать следующие главные компоненты: краткое вступление, вопросы и их основные тезисы, заключение, список литературы.

После составления плана можно приступить к написанию текста. Во вступлении важно показать актуальность проблемы, ее практическую значимость. При изложении вопросов темы раскрываются ее основные положения. Материал содержания вопросов полезно располагать в таком порядке: тезис; доказательство тезиса; вывод и т. д.

Тезис - это главное основополагающее утверждение. Он обосновывается путем привлечения необходимых цитат, цифрового материала, ссылок на статьи. При изложении содержания вопросов особое внимание должно быть обращено на раскрытие причинно-следственных связей, логическую последовательность тезисов, а также на формулирование окончательных выводов. Выводы должны быть краткими, точными, достаточно аргументированными всем содержанием доклада.

В процессе подготовки доклада студент может получить консультацию у преподавателя, а в случае необходимости уточнить отдельные положения.

Выступление

При подготовке к докладу перед аудиторией необходимо выбрать способ выступления:

- устное изложение с опорой на конспект (опорой могут также служить заранее подготовленные слайды);
- чтение подготовленного текста.

Чтение заранее написанного текста значительно уменьшает влияние выступления на аудиторию. Запоминание написанного текста заметно сковывает выступающего и привязывает к заранее составленному плану, не давая возможности откликаться на реакцию аудитории.

Короткие фразы легче воспринимаются на слух, чем длинные.

Необходимо избегать сложных предложений, причастных и деепричастных оборотов. Излагая сложный вопрос, нужно постараться передать информацию по частям.

Слова в речи надо произносить четко и понятно, не надо говорить слишком быстро или, наоборот, растягивать слова. Надо произнести четко особенно ударную гласную, что оказывает наибольшее влияние на разборчивость речи.

Пауза в устной речи выполняет ту же роль, что знаки препинания в письменной. После сложных выводов или длинных предложений необходимо сделать паузу, чтобы слушатели могли вдуматься в сказанное или правильно понять сделанные выводы. Если выступающий хочет, чтобы его понимали, то не следует говорить без паузы дольше, чем пять с половиной секунд.

Особое место в выступлении занимает обращение к аудитории. Известно, что обращение к собеседнику по имени создает более доверительный контекст деловой беседы. При публичном выступлении также можно использовать подобные приемы. Так, косвенными обращениями могут служить такие выражения, как «Как Вам известно», «Уверен, что Вас это не оставит равнодушными». Выступающий показывает, что слушатели интересны ему, а это самый простой путь достижения взаимопонимания.

Во время выступления важно постоянно контролировать реакцию слушателей. Внимательность и наблюдательность в сочетании с опытом позволяют оратору уловить настроение публики. Возможно, рассмотрение некоторых вопросов придется сократить или вовсе отказаться от них.

После выступления нужно быть готовым к ответам на возникшие у аудитории вопросы.

Стоит обратить внимание на вербальные и невербальные составляющие общения. Небрежность в жестах недопустима. Жесты могут быть приглашающими, отрицающими, вопросительными, они могут подчеркнуть нюансы выступления.

Презентация

Презентация наглядно сопровождает выступление.

Этапы работы над презентацией могут быть следующими:

- осмыслите тему, выделите вопросы, которые должны быть освещены в рамках данной темы;
- составьте тезисы собранного материала. Подумайте, какая часть информации может быть подкреплена или полностью заменена изображениями, какую информацию можно представить в виде схем;
- подберите иллюстративный материал к презентации: фотографии, рисунки, фрагменты художественных и документальных фильмов, материалы кинохроники, разработайте необходимые схемы;
- подготовленный материал систематизируйте и «упакуйте» в отдельные блоки, которые будут состоять из собственно текста (небольшого по объему), схем, графиков, таблиц и т.д.;
- создайте слайды презентации в соответствии с необходимыми требованиями;
- просмотрите презентацию, оцените ее наглядность, доступность, соответствие языковым нормам.

Требования к оформлению презентации

Компьютерную презентацию, сопровождающую выступление докладчика, удобнее всего подготовить в программе MS Power Point.

Презентация как документ представляет собой последовательность сменяющих друг друга слайдов. Чаще всего демонстрация презентации проецируется на большом экране, реже – раздается собравшимся как печатный материал.

Количество слайдов должно быть пропорционально содержанию и продолжительности выступления (например, для 5-минутного выступления рекомендуется использовать не более 10 слайдов).

На первом слайде обязательно представляется тема выступления и сведения об авторах.

Следующие слайды можно подготовить, используя две различные стратегии их подготовки:

1-я стратегия: на слайды выносится опорный конспект выступления и ключевые слова с тем, чтобы пользоваться ими как планом для выступления. В этом случае к слайдам предъявляются следующие требования:

- объем текста на слайде – не больше 7 строк;
- маркированный/нумерованный список содержит не более 7 элементов;
- отсутствуют знаки пунктуации в конце строк в маркированных и нумерованных списках;
- значимая информация выделяется с помощью цвета, кегля, эффектов анимации.

Особо внимательно необходимо проверить текст на отсутствие ошибок и опечаток. Основная ошибка при выборе данной стратегии состоит в том, что выступающие заменяют свою речь чтением текста со слайдов.

2-я стратегия: на слайды помещается фактический материал (таблицы, графики, фотографии и пр.), который является уместным и достаточным средством наглядности, помогает в раскрытии стержневой идеи выступления. В этом случае к слайдам предъявляются следующие требования:

- выбранные средства визуализации информации (таблицы, схемы, графики и т. д.) соответствуют содержанию;
- использованы иллюстрации хорошего качества (высокого разрешения), с четким изображением (как правило, никто из присутствующих не заинтересован вчитываться в текст на ваших слайдах и всматриваться в мелкие иллюстрации).

Максимальное количество графической информации на одном слайде – 2 рисунка (фотографии, схемы и т.д.) с текстовыми комментариями (не более 2 строк к каждому). Наиболее важная информация должна располагаться в центре экрана.

Обычный слайд, без эффектов анимации, должен демонстрироваться на экране не менее 10 - 15 секунд. За меньшее время аудитория не успеет осознать содержание слайда.

Слайд с анимацией в среднем должен находиться на экране не меньше 40 – 60 секунд (без учета времени на случайно возникшее обсуждение). В связи с этим лучше настроить презентацию не на автоматический показ, а на смену слайдов самим докладчиком.

Особо тщательно необходимо отнестись к оформлению презентации. Для всех слайдов презентации по возможности необходимо использовать один и тот же шаблон оформления, кегль – для заголовков - не меньше 24 пунктов, для информации - не менее 18.

В презентациях не принято ставить переносы в словах.

Наилучшей цветовой гаммой для презентации являются контрастные цвета фона и текста (белый фон – черный текст; темно-синий фон – светло-желтый текст и т. д.).

Лучше не смешивать разные типы шрифтов в одной презентации.

Рекомендуется не злоупотреблять прописными буквами (они читаются хуже).

ПОДГОТОВКА К ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫМ ЗАДАНИЯМ

Практико-ориентированные задания выступают средством формирования у студентов системы интегрированных умений и навыков, необходимых для освоения профессиональных компетенций. Это могут быть ситуации, требующие применения умений и навыков, специфичных для соответствующего профиля обучения (знания содержания предмета), ситуации, требующие организации деятельности, выбора её оптимальной структуры личностно-ориентированных ситуаций (нахождение нестандартного способа решения).

Кроме этого, они выступают средством формирования у студентов умений определять, разрабатывать и применять оптимальные методы решения профессиональных задач. Они строятся на основе ситуаций, возникающих на различных уровнях осуществления практики и формулируются в виде производственных поручений (заданий).

Под практико-ориентированными задания понимают задачи из окружающей действительности, связанные с формированием практических навыков, необходимых в повседневной жизни, в том числе с использованием элементов производственных процессов.

Цель практико-ориентированных заданий – приобретение умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Задачи практико-ориентированных заданий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний студентов при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- обучение приемам решения практических задач;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Важными отличительными особенностями практико-ориентированных задания от стандартных задач (предметных, межпредметных, прикладных) являются:

- значимость (познавательная, профессиональная, общекультурная, социальная) получаемого результата, что обеспечивает познавательную мотивацию обучающегося;
- условие задания сформулировано как сюжет, ситуация или проблема, для разрешения которой необходимо использовать знания из разных разделов основного предмета, из другого предмета или из жизни, на которые нет явного указания в тексте задания;

- информация и данные в задании могут быть представлены в различной форме (рисунок, таблица, схема, диаграмма, график и т.д.), что потребует распознавания объектов;

- указание (явное или неявное) области применения результата, полученного при решении задания.

Кроме выделенных четырех характеристик, практико-ориентированные задания имеют следующие:

1. по структуре эти задания – нестандартные, т.е. в структуре задания не все его компоненты полностью определены;

2. наличие избыточных, недостающих или противоречивых данных в условии задания, что приводит к объемной формулировке условия;

3. наличие нескольких способов решения (различная степень рациональности), причем данные способы могут быть неизвестны учащимся, и их потребуется сконструировать.

При выполнении практико-ориентированных заданий следует руководствоваться следующими общими рекомендациями:

- для выполнения практико-ориентированного задания необходимо внимательно прочитать задание, повторить лекционный материал по соответствующей теме, изучить рекомендуемую литературу, в т.ч. дополнительную;

- выполнение практико-ориентированного задания включает постановку задачи, выбор способа решения задания, разработку алгоритма практических действий, программы, рекомендаций, сценария и т. п.;

- если практико-ориентированное задание выдается по вариантам, то получить номер варианта исходных данных у преподавателя; если нет вариантов, то нужно подобрать исходные данные самостоятельно, используя различные источники информации;

- для выполнения практико-ориентированного задания может использоваться метод малых групп. Работа в малых группах предполагает решение определенных образовательных задач в рамках небольших групп с последующим обсуждением полученных результатов. Этот метод развивает навыки сотрудничества, достижения компромиссного решения, аналитические способности.

Примером практико-ориентированного задания по дисциплине «*История России*» выступает **анализ исторического документа.**

Алгоритм анализа исторического документа:

1. Происхождение текста.

1.1. Кто написал этот текст?

1.2. Когда он был написан?

1.3. К какому виду источников он относится: письмо, дневник, официальный документ и т.п.?

2. Содержание текста.

Каково содержание текста? Сделайте обзор его структуры. Подчеркните наиболее важные слова, персоналии, события. Если вам не известны какие-то слова, поработайте со словарем.

3. Достоверна ли информация в тексте?
3.1. Свидетелем первой или второй очереди является автор текста? (Если автор присутствовал во время события, им описываемого, то он является первоочередным свидетелем).
3.2. Текст первичен или вторичен? (Первичный текст современен событию, вторичный текст берет информацию из различных первичных источников. Первичный текст может быть написан автором второй очереди, то есть созданным много позже самого события).
4. Раскройте значение источника и содержащейся в ней информации.
5. Дайте обобщающую оценку данному источнику.
- Когда, где и почему появился закон (сборник законов)?
- Кто автор законов?
- Чьи интересы защищает закон?
- Охарактеризуйте основные положения закона (ссылки на текст, цитирование).
- Сравните с предыдущими законами.
- Что изменилось после введения закона?
- Ваше отношение к этому законодательному акту (справедливость, необходимость и т.д.).

ПОДГОТОВКА К ТЕСТИРОВАНИЮ

Тесты – это вопросы или задания, предусматривающие конкретный, краткий, четкий ответна имеющиеся эталоны ответов. При самостоятельной подготовке к тестированию студенту необходимо:

1. готовясь к тестированию, проработать информационный материал по дисциплине; проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора учебной литературы;

2. четко выяснить все условия тестирования заранее. Студент должен знать, сколько тестов ему будет предложено, сколько времени отводится на тестирование, какова система оценки результатов и т. д.;

3. приступая к работе с тестами, внимательно и до конца нужно прочитать вопрос и предлагаемые варианты ответов; выбрать правильные (их может быть несколько); на отдельном листке ответов вписать цифру вопроса и буквы, соответствующие правильным ответам;

- в процессе решения желательно применять несколько подходов в решении задания. Это позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант;

- не нужно тратить слишком много времени на трудный вопрос, нужно переходить к другим тестовым заданиям; к трудному вопросу можно обратиться в конце;

- обязательно необходимо оставить время для проверки ответов, чтобы избежать механических ошибок.

ПОДГОТОВКА ЭССЕ

Эссе - прозаическое сочинение небольшого объема и свободной композиции на частную тему, трактуемую субъективно и обычно неполно. (Словарь Ожегова)

Жанр эссе предполагает свободу творчества: позволяет автору в свободной форме излагать мысли, выражать свою точку зрения, субъективно оценивать, оригинально освещать материал; это размышление по поводу когда-то нами услышанного, прочитанного или пережитого, часто это разговор вслух, выражение эмоций и образность.

Уникальность этого жанра в том, что оно может быть написано на любую тему и в любом стиле. На первом плане эссе − личность автора, его мысли, чувства, отношение к миру. Однако необходимо найти оригинальную идею (даже на традиционном материале), нестандартный взгляд на какую-либо проблему. Для грамотного, интересного эссе необходимо соблюдение некоторых правил и рекомендаций.

Особенности эссе:

- - наличие конкретной темы или вопроса;
- - личностный характер восприятия проблемы и её осмысления;
- - небольшой объём;
- - свободная композиция;
- - непринуждённость повествования;
- - внутреннее смысловое единство;
- - афористичность, эмоциональность речи.

Эссе должно иметь следующую структуру:

1. Вступление (введение) определяет тему эссе и содержит определения основных встречающихся понятий.

2. Содержание (основная часть) - аргументированное изложение основных тезисов. Основная часть строится на основе аналитической работы, в том числе - на основе анализа фактов. Наиболее важные обществоведческие понятия, входящие в эссе, систематизируются, иллюстрируются примерами. Суждения, приведенные в эссе, должны быть доказательны.

3. Заключение - это окончательные выводы по теме, то, к чему пришел автор в результате рассуждений. Заключение суммирует основные идеи. Заключение может быть представлено в виде суммы суждений, которые оставляют поле для дальнейшей дискуссии.

Требования, предъявляемые к эссе:

1. Объем эссе не должен превышать 1–2 страниц.

2. Эссе должно восприниматься как единое целое, идея должна быть ясной и понятной.

3. Необходимо писать коротко и ясно. Эссе не должно содержать ничего лишнего, должно включать только ту информацию, которая необходима для раскрытия вашей позиции, идеи.

4. Эссе должно иметь грамотное композиционное построение, быть логичным, четким по структуре.

5. Эссе должно показывать, что его автор знает и осмысленно использует теоретические понятия, термины, обобщения, мировоззренческие идеи.

6. Эссе должно содержать убедительную аргументацию для доказательства заявленной по проблеме позиции. Структура любого доказательства включает по меньшей мере три составляющие: тезис, аргументы, вывод или оценочные суждения.

- Тезис — это сужение, которое надо доказать.
- Аргументы — это категории, которыми пользуются при доказательстве истинности тезиса.
- Вывод — это мнение, основанное на анализе фактов.
- Оценочные суждения — это мнения, основанные на наших убеждениях, верованиях или взглядах.

Приветствуется использование:

- Эпиграфа, который должен согласовываться с темой эссе (проблемой, заключенной в афоризме); дополнять, углублять лейтмотив (основную мысль), логику рассуждения вашего эссе. Пословиц, поговорок, афоризмов других авторов, также подкрепляющих вашу точку¬ зрения, мнение, логику рассуждения.
- Мнений других мыслителей, ученых, общественных и политических деятелей.
- Риторические вопросы.
- Непринужденность изложения.

Подготовка и работа над написанием эссе:

- изучите теоретический материал;
- уясните особенности заявленной темы эссе;
- продумайте, в чем может заключаться актуальность заявленной темы;
- выделите ключевой тезис и определите свою позицию по отношению к нему;
- определите, какие теоретические понятия, научные теории, термины помогут вам раскрыть суть тезиса и собственной позиции;
- составьте тезисный план, сформулируйте возникшие у вас мысли и идеи;
- для каждого аргумента подберите примеры, факты, ситуации из жизни, личного опыта, литературных произведений;
- распределите подобранные аргументы в последовательности;
- придумайте вступление к рассуждению;

- изложите свою точку зрения в той последовательности, которую вы наметили.
- сформулируйте общий вывод работы.

При написании эссе:

- напишите эссе в черновом варианте, придерживаясь оптимальной структуры;
- проанализируйте содержание написанного;
- проверьте стиль и грамотность, композиционное построение эссе, логичность и последовательность изложенного;
- внесите необходимые изменения и напишите окончательный вариант.

Требования к оформлению:

- Титульный лист.
- Текст эссе.
- Формат листов-А4. Шрифт- Times New Roman, размер-14,расстояние между строк- интерлиньяж полуторный, абзацный отступ-1,25см., поля-30мм(слева), 20мм (снизу),20мм (сверху), 20мм (справа). Страницы нумеруются снизу по центру. Титульный лист считается, но не нумеруется.

Критерии оценивания эссе:

1. Самостоятельное проведение анализа проблемы с использованием концепций и аналитического инструментария
2. Четкость и лаконичность изложения сути проблемы
3. Материал излагается логически последовательно
4. Аргументированность собственной позиции
5. Наличие выводов
6. Владение навыками письменной речи

ПОДГОТОВКА К ОПРОСУ

- ***Письменный опрос***

Письменный опрос является одной из форм текущего контроля успеваемости студента по данной дисциплине. При подготовке к письменному опросу студент должен внимательно изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

При изучении материала студент должен убедиться, что хорошо понимает основную терминологию темы, умеет ее использовать в нужном контексте. Желательно составить краткий конспект ответа на предполагаемые вопросы письменной работы, чтобы убедиться в том, что студент владеет материалом и может аргументировано, логично и грамотно письменно изложить ответ на вопрос. Следует обратить особое внимание на написание профессиональных терминов, чтобы избегать грамматических ошибок в работе.

- ***Устный опрос***

Целью устного собеседования являются обобщение и закрепление изученного курса. Студентам предлагаются для освещения сквозные концептуальные проблемы. При подготовке следует использовать лекционный материал и учебную литературу. Для более глубокого постижения курса и более основательной подготовки рекомендуется познакомиться с указанной дополнительной литературой. Готовясь к семинару, студент должен, прежде всего, ознакомиться с общим планом семинарского занятия. Следует внимательно прочесть свой конспект лекции по изучаемой теме и рекомендуемую к теме семинара литературу. С незнакомыми терминами и понятиями следует ознакомиться в предлагаемом глоссарии, словаре или энциклопедии.

Критерии качества устного ответа.

1. Правильность ответа по содержанию.
2. Полнота и глубина ответа.
3. Сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала).
4. Логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться профессиональной терминологией).
5. Рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели).
6. Своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе).

7. Использование дополнительного материала.

8. Рациональность использования времени, отведенного на задание.

Ответ на каждый вопрос из плана семинарского занятия должен быть содержательным и аргументированным. Для этого следует использовать документы, монографическую, учебную и справочную литературу. Для успешной подготовки к устному опросу, студент должен законспектировать рекомендуемую литературу, внимательно осмыслить лекционный материал и сделать выводы.

ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

При подготовке к *зачету* по дисциплине «*История России*» обучающемуся рекомендуется:

1. повторить пройденный материал и ответить на вопросы, используя конспект и материалы лекций. Если по каким-либо вопросам у студента недостаточно информации в лекционных материалах, то необходимо получить информацию из раздаточных материалов и/или учебников (литературы), рекомендованных для изучения дисциплины «*История России*».

Целесообразно также дополнить конспект лекций наиболее существенными и важными тезисами для рассматриваемого вопроса;

2. при изучении основных и дополнительных источников информации в рамках выполнения заданий на *зачете* особое внимание необходимо уделять схемам, рисункам, графикам и другим иллюстрациям, так как подобные графические материалы, как правило, в наглядной форме отражают главное содержание изучаемого вопроса;

3. при изучении основных и дополнительных источников информации в рамках выполнения заданий на *зачете* (в случаях, когда отсутствует иллюстративный материал) особое внимание необходимо обращать на наличие в тексте словосочетаний вида «во-первых», «во-вторых» и т.д., а также дефисов и перечислений (цифровых или буквенных), так как эти признаки, как правило, позволяют структурировать ответ на предложенное задание.

Подобную текстовую структуризацию материала слушатель может трансформировать в рисунки, схемы и т. п. для более краткого, наглядного и удобного восприятия (иллюстрации целесообразно отразить в конспекте лекций – это позволит оперативно и быстро найти, в случае необходимости, соответствующую информацию);

4. следует также обращать внимание при изучении материала для подготовки к *зачету* на словосочетания вида «таким образом», «подводя итог сказанному» и т.п., так как это признаки выражения главных мыслей и выводов по изучаемому вопросу (пункту, разделу). В отдельных случаях выводы по теме (разделу, главе) позволяют полностью построить (восстановить, воссоздать) ответ на поставленный вопрос (задание), так как содержат в себе основные мысли и тезисы для ответа.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора
по учебно-методической работе
_____ В.В. Зубов

Методические указания по самостоятельной работе студентов по дисциплине

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ/ АДАПТИВНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Специальность

15.02.16 Технология машиностроения

программа подготовки специалистов среднего звена

Одобрена на заседании кафедры

Эксплуатация горного оборудования
(название кафедры)

Зав.кафедрой _____
(подпись)

Симисинов Д.И.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 18.09.2023
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией факультета

Горно-механический
(название факультета)

Председатель _____
(подпись)

Осипов П.А.
(Фамилия И.О.)

Протокол №2 от 20.10.2023
(Дата)

Екатеринбург

Содержание

Практическая работа № 1. Измерение информации. Представление и кодирование информации ... 3
Практическая работа № 2. Решение задач алгоритмической структуры ... 4
Практическая работа № 3. Представление информации в различных системах счисления ... 5
Практическая работа №4. Логические основы работы компьютера ... 7
Практическая работа № 5. Работа с окнами и папками ... 8
Практическая работа № 6. Форматирование текстовых документов в WordPad ... 10
Практическая работа №7. Создание изображений в Paint ... 11
Практическая работа №8. Работа в программе Калькулятор ... 13
Практическая работа № 9. Работа с буфером обмена ... 14
Практическая работа №10. Работа со стандартными приложениями Windows ... 15
Практическая работа № 11. Поиск папок и файлов в ОС Windows ... 16
Практическая работа №12. Создание архива данных. Извлечение данных из архива. Атрибуты файла и его объем ... 17
Практическая работа №13. Работа с антивирусными программами ... 19
Практическая работа №14. Поиск информации в сети Интернет ... 20
Практическая работа №15. Текстовый процессор WORD. Форматирование простого текста ... 21
Практическая работа № 16. Форматирование со вставкой символов ... 24
Практическая работа №17. Работа со списками ... 25
Практическая работа №18. Построение и форматирование таблиц ... 26
Практическая работа №19. Вычисление в таблицах. Построение диаграмм ... 29
Практическая работа №20. работа с графическими объектами. Объекты SmartArt ... 30
Практическая работа №21. Работа с графическими объектами ... 33
Практическая работа № 22. Работа с редактором формул ... 34
Практическая работа №23. Работа с документом, с учетом различных элементов форматирования ... 35
Практическая работа №24. Форматирование с использованием стилей ... 36
Практическая работа №25. Создание оглавления документа, вставка сноски в документ ... 38
Задания для контроля умений текстовый процессор Word ... 39
Практическая работа № 26. MS Excel. Ввод, редактирование и оформление данных на листе ... 43
Практическая работа № 27. Оформление листов ... 45
Практическая работа №28. Ввод и копирование простейших формул. Оформление таблицы ... 46
Практическая работа №29. Расчеты с использованием абсолютного адреса ... 47
Практическая работа №30. Работа с формулами даты и времени ... 48
Практическая работа №31. Проведение операций расчёта посредством использования одной функции ... 49
Практическая работа №32. Проведение операций расчёта посредством использования нескольких функций ... 51
Практическая работа № 33. Проведение сортировки данных по одному ключу ... 53
Практическая работа № 34. Вставка диаграмм и работа с данными диаграммы ... 56
Практическая работа № 36. Построение графиков функций ... 59
Задания для контроля умений табличный процессор Excel ... 60
Практическая работа № 37. Знакомство со структурой окна MS PowerPoint. Вставка таблиц, рисунков, фигур SmartArt и диаграмм в шаблон презентации ... 63
Практическая работа № 38. Создание управляющей кнопки в Power Point ... 64
Практическая работа № 39. Создание интерактивной презентации ... 66
Практическая работа №40. Создание визитной карточки в Microsoft Publisher ... 67
Практическая работа №41. Создание открытки и календаря в Microsoft Publisher ... 68
Практическая работа №42. Создание буклета в Microsoft Publisher ... 69
Практическая работа №43. СУБД ACCESS. Создание таблиц ... 70
Практическая работа №44. СУБД ACCESS. Фильтрация, сортировка данных ... 71
Практическая работа №45. СУБД ACCESS. Связывание таблиц ... 73

Практическая работа №46. СУБД ACCESS. Формирование запросов 74
Практическая работа №47. СУБД ACCESS. Создание запросов на выборку и запросов с параметрами 77
Задания для контроля умений Access 78
Зачетное занятие 79
Заключение 81

Практическая работа № 1. Измерение информации. Представление и кодирование информации



Цель: изучить и закрепить основные понятия теоретической информации

1 Кбайт (килобайт) = **1024** байта =
1024 Кбайт =
1024 Мбайт =
1024 Гбайт =
1024 Тбайт

1 Мбайт (мегабайт)

1 Гбайт (гигабайт)
1 Тбайт (терабайт)

1 Пбайт (петабайт)

Пример 1. Вычислите, сколько килобайтов содержится в 4096 битах.
Решение: 4096:8=512 байтов. 512:1024=0,5 килобайта
Пример 2. Вычислить, сколько байтов содержится в одно мегабайте.
Решение: 1*1024*1024=1048576 байт. Ответ 1048576 байт.
Пример 3. Вычислите сколько килобайтов содержится в 30720 битах Решение: 30720:8= 3840 байт, 3840:1024=3,75 килобайт **Пример 4.** Одна тетрадь содержит 262144 символов, сколько это в мегабайтах?
Решение: 1 символ=1байт, значит, тетрадь содержит 262144 байтов.
Решение: 262144:1024=256 килобайт; 256:1024=0,25 мегабайта. Ответ: 0,25 мегабайта.
Пример 5. Можно ли поместить файл размером 0,35 гигабайт на носитель, на котором свободно

365000 килобайт? Решение: 0,35*1024=358,4 мегабайта; 358,4*1024=367001,6 килобайта Это число больше данного, значит, файл не поместится.

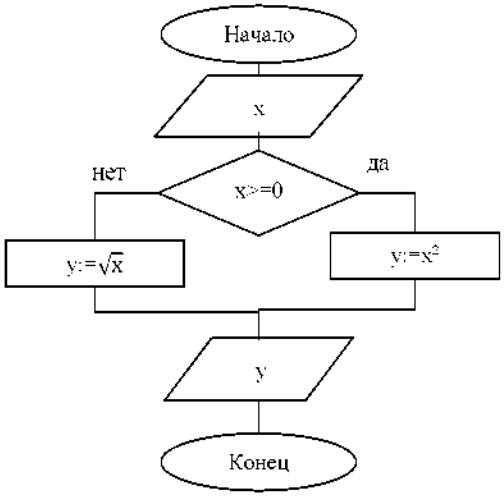
<table>
<tr><th>1 вариант</th><th>2 вариант</th></tr>
<tr><td>Задание 1.
Определите, сколько байтов в слове «класс»
Определите, сколько битов в слове «тетрадь»</td><td>Задание 1
Определите, сколько битов в слове «учебник»
Определите, сколько байтов в слове «урок»</td></tr>
<tr><td>Задание 2. Расставьте единицы измерения в порядке возрастания.
А) бит;
Б) мегабайт;
В) килобайт;
Г) гигабайт;
Д) байт.</td><td>Задание 2. Расставьте единицы измерения в порядке убывания.
А) бит;
Б) мегабайт;
В) байт;
Г) килобайт;
Д)гигабайт.</td></tr>
<tr><td>Задание 3. Переведите 1024 бит в килобайты</td><td>Задание 3. Переведите 2048 бит в килобайты</td></tr>
<tr><td>Задание 4. Расположите в порядке убывания следующие варианты.
А)17 байт;
Б)128 бит;
В)0,5 килобайта;
Г)256 бит.</td><td>Задание 4. Расположите в порядке возрастания следующие варианты.
А)256 байт;
Б)0,5 килобайта;
В)512 бит;
Г)16 байт.</td></tr>
<tr><td>Задание 5. Выразите количество информации в различных единицах, заполняя таблицу:
<table>
<tr><th>Бит</th><th>Байт</th><th>Килобайт</th></tr>
<tr><td>24576</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>2048</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>1,5</td></tr>
<tr><td>2^{13}</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>2^{11}</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>$4(2^2)$</td></tr>
</table></td><td>Задание 5. Выразите количество информации в различных единицах, заполняя таблицу:
<table>
<tr><th>Бит</th><th>Байт</th><th>Килобайт</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td>1</td></tr>
<tr><td></td><td>1 536</td><td></td></tr>
<tr><td>16 384</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>2 560</td><td></td></tr>
<tr><td>2^{15}</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>2^3</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

Задание. Каждый символ в Unicode закодирован двухбайтным словом. Оцените информационный объем следующего предложения в этой кодировке: «Без труда не вытащишь рыбку из пруда»

Практическая работа № 2. Решение задач алгоритмической структуры Цель: Научится решать задачи алгоритмической структуры.

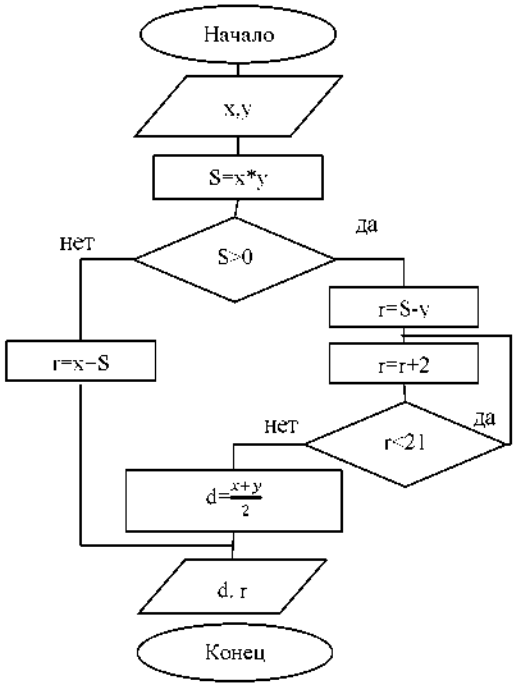
Задание 1. Вычислить значение функции

$$y = \begin{cases} \sqrt{x}, x \geq 0 \\ x^2, x < 0 \end{cases}$$

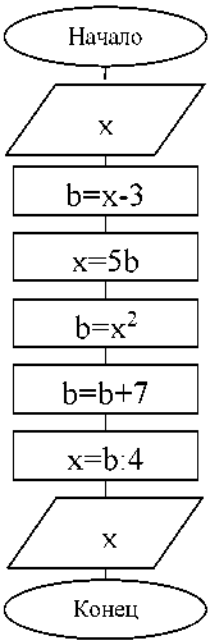


x	4	1	-5	-3	0
y					

Задание 2. Вводятся числа x=-1 и y=-2. Определите, какие значения d и r будут выведены.

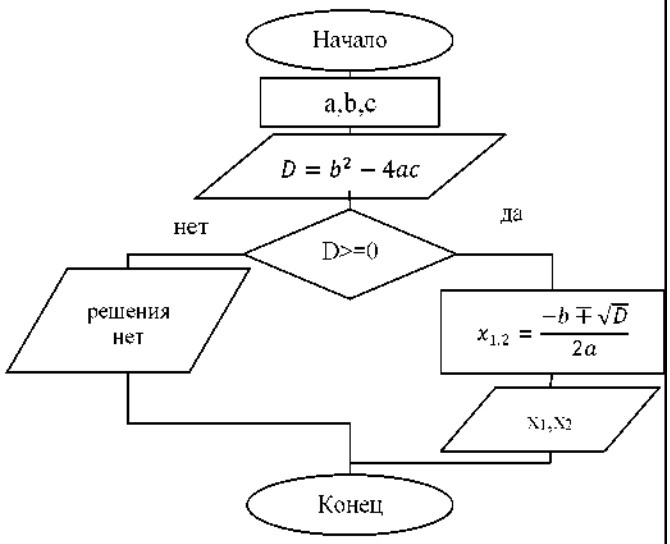


Задание 3. Определите, какое число должно быть введено, чтобы в результате работы алгоритма по представленной блок схеме выводилось число 58?



Задание 4. Используя блок-схему найти корни уравнения $ax^2 + bx + c = 0$ (a≠0), если

a	b	c	X_1	X_2
1	2	-3		
1	4	5		
3	-8	3		



Практическая работа № 3. Представление информации в различных системах счисления

Цель: сформировать умения пользоваться правилами выполнения арифметических операций в двоичной системе счисления **Римская**

непозиционная система счисления:

I (1), V (5), X (10), L (50), C (100), D (500), M (1000).

Если меньшая цифра стоит слева от большей, то она вычитается, если справа - прибавляется. Например, 1998: M CM XC VIII = 1000 + (1000 - 100) + (100 - 10) + 5 + 1 + 1 + 1.

Позиционные системы счисления.

В позиционных системах счисления количественное значение **цифры зависит от ее позиции в числе.**

Цифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A (10)	B (11)	C (12)	D (13)	E (14)	F (15)
X_8 (триады)	0	1	10	11	100	101	110	111								
X16 (тетрады)	0	1	10	11	100	101	110	111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111

Перевод в десятичную систему счисления

11101 (2)=1 - 2^4+ 1-2^1+ 1-2^2+0-2^1+1-2^0 = 16+8+4+0+1= 450(10)

223,2(8)=2-8^2+ 2-8^1+ 3-8^0+ 2-8^{-1} = 128+16+3+0,25 = 147,25(10)

38B,4(16)= 3-16^2+ 8-16^1+ 11(B)-16^0+ 4-16^{-1} = 768+128+11+0,25 = 907,25(10)

Перевод целых чисел из десятичной системы счисления в систему счисления с другим основанием выполняется методом деления целого десятичного числа на основание новой системы счисления.

Пример 1. Перевести число 13 из десятичной системы счисления в двоичную систему:

13 13(10) ^ 1101(2).

12 6 | 2 16

3 |_2_

0 _2_ 1

1

Пример 2. Перевести число 13 из десятичной системы счисления в восьмеричную систему:

13

|_8_ 13(10) ^ 15(8).

8 1

5

-*

◄ ----------

Пример 3. Перевести число 638 из десятичной системы счисления в шестнадцатеричную систему:

63 8 Q6_

48 39 | 16 638(10) ^ 27E(16).

Остатки записываются в шестнадцатеричном виде (14 E).

158 32 **2**

144 ~*T*

14

Пример 4. Перевести число 67532,107(8) в двоичную систему счисления.

Заменим каждую цифру трехзначной двоичной триадой (по три цифры):

6	7	5	3	2,	1	0
110	111	101	011	010,	001	000

78

..... 111

Ответ: 67532,107(8)^110 111 101 011 010, 001 000 111(2).

1

0011

Пример 5. Перевести число 35B,451E(16) в двоичную систему счисления.
Решение. Заменим каждую шестнадцатеричную цифру двоичной тетрадой (по четыре цифры):

5	B,	4	5	1	E16
0101	1011	0100	0101	0001	1110

Ответ: 35B,451E(16)^1 101 011 011, 010 001 010 001 111(2).

Задания для самостоятельного выполнения:

1. Какие числа записаны римскими цифрами:

MCMXCIX =	MCMXCVI=
CMLXXXVIII =	MMMDXLII
MCXLVII=	MMXVII=

2. Запишите год, месяц и число своего рождения с помощью римских цифр.

3. Заполните таблицу, в каждой строке которой одно и то же число должно быть записано в системах счисления с основанием 2, 8, 10 и 16.

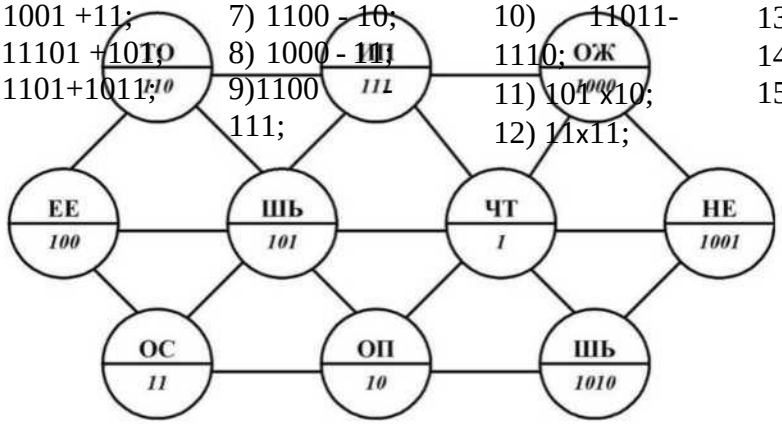
Основание 2	Основание 8	Основание 10	Основание 16
101010			
	127		
		121	
			2B

4. Г.Х. Андерсену в 2017 году исполнилось D9 лет. За время своей жизни его произведения были переведены на 1A языков. Разность чисел C8 и 1A дает число сказок, которые написал Андерсен. Сколько сказок создал писатель?

5. Дана геометрическая фигура, в углы которой помещены круги с двоичными числами. Определите зашифрованное изречение, которое получите, собирая двоичные числа и переведя их десятичные

Задание. Выполнить арифметические действия над двоичными числами:

1) 10111+10 0;
2) 100010+ 101;
з)1011+1100;
4) 1001 +11;
5) 11101 +101;
6) 1101+1011;
7) 1100 - 10;
8) 1000 - 111;
9)1100 111;
10) 11011-1110;
11) 101 x10;
12) 11x11;
13) 110x11;
14) 101x111;
15) 1100/100;



Арифметические операции в двоичной системе счисления.

+	**0**	**1**
0	0	1
1	10	

-	**0**	**1**
0	0	11 1
1	0	

X	**0**	**1**
0		
1	0 0 0 1	

Практическая работа №4. Логические основы работы компьютера

Логическое высказывание - это любое **повествовательное** предложение, в отношении которого можно **однозначно** сказать, истинно оно или ложно.

Предложение	*Характеристика с точки зрения алгебры логики*
В городе N проживает 15 тыс. человек	Не высказывание
После дождя всегда тепло	Ложное логическое высказывание
После вторника будет выходной	Не является логическим высказыванием

Общее высказывание начинается (или можно начать) со слов: все, всякий, каждый, ни один. **Частное** высказывание начинается (или можно начать) со слов: некоторые, большинство и т. п.

Во всех других случаях высказывание является **единичным**.

Задачи для самостоятельного решения

№ 1. Какие из предложений являются высказываниями? Определите их истинность. Определите тип высказывания: общее, частное или единичное.

1. Все солдаты храбрые
2. Некоторые ученики двоечники
3. Все ананасы приятны на вкус
4. Некоторые мои друзья собирают марки
5. Все лекарства неприятны на вкус
6. А — первая буква в алфавите
7. Некоторые медведи — бурые
8. Тигр — хищное животное
9. У некоторых змей нет ядовитых зубов
10. Все металлы проводят тепло

A	**B**	-A инверсия	AVB дизъюнкция	A&B конъюнкция	A^B импликация	A~B эквиваленция
0	0	1	0	0	1	1
0	1	1	1	0	1	0
1	0	0	1	0	0	0
1	1	0	1	1	1	1

Пример. Какое из приведенных имен удовлетворяет логическому условию:

- (последняя буква гласная ^ первая буква согласная) & вторая буква согласная

1) ИРИНА 2) АРТЕМ 3) СТЕПАН 4) МАРИЯ

Имя	**X1: последняя буква гласная**	**X2: первая буква согласная**	**X3: вторая буква согласная**	**X1^X2**	**-(X1^X2)**	**-(X1^X2)&X3**
Ирина	1	0	1	0	1	1
Артём	0	0	1	1	0	0
Степан	0	1	1	1	0	0
Мария	1	1	0	1	0	0

№ 2. а) Какое из приведенных названий животных удовлетворяет логическому условию

-(есть мягкий знак & (вторая буква гласная ^ пятая буква согласная))

1) МЕДВЕДЬ 2) ВЫХУХОЛЬ 3) МУРАВЬЕД 4) ОБЕЗЬЯНА

б) Какое из приведенных имен удовлетворяет логическому условию

-(первая буква гласная ^ последняя буква гласная) & вторая буква согласная

1) ИРИНА 2) ОЛЕГ 3) СТЕПАН 4) ИЛОНА

в) Какое из приведенных имен удовлетворяет логическому условию:

(первая буква согласная ^ вторая буква согласная) & (предпоследняя буква гласная ^ последняя буква гласная)

1) КРИСТИНА 2) МАКСИМ 3) СТЕПАН 4) МАРИЯ

Практическая работа № 5. Работа с окнами и папками Цель: закрепить элементы окна, научиться выполнять действия с окнами: восстанавливать, разворачивать на полный экран, сворачивать, переключаться между окнами, выполнять действия с объектами на Рабочем столе различными способами.

Задание 1. Расположите значки «Рабочего стола» в правой части экрана в виде буквы «М» (установите курсор мыши на значок, нажмите левую кнопку мыши и не отпуская ее, перетащите пиктограмму на нужное место).

Задание 2. Работа с окнами

1. Запустите программу WordPad: Пуск^-Все программы^-Стандартные^-WordPad. Измените, размер окна, так чтобы оно занимало 1/3 экрана.
2. Запустите программу Paint: Пуск^-Все программы^Стандартные^-Paint. Измените, размер окна приложения, так чтобы оно занимало 1/2 часть экрана.
3. Запустите программу Калькулятор: Пуск ^ Все программы ^ Стандартные ^ Калькулятор. **На Панели задач** появятся соответственно три кнопки, а на экране три окна программ WordPad, Paint, Калькулятор.
4. Нажмите правую клавишу мыши в свободном месте на **Панели задач**, появится **Контекстное меню** с возможными вариантами расположения окон на экране. Расположите окна Каскадом, Стопкой, Рядом.
5. Сверните все окна прикладных программ (Контекстное меню Панели задач Показать Рабочий стол).
6. Воспользуйтесь кнопками на Панели задач для открытия окон прикладных программ в произвольном порядке.
7. Закройте окна всех прикладных программ.

Создание ярлыков

На рабочем столе можно создать ярлык к программе, документу или устройству, что обеспечит быстрый доступ к наиболее часто используемым файлам или устройствам.

Ярлык - это ссылка на объект, но не сам документ или программа!!!

Самый простой - через **Контекстное меню.** Создадим ярлык для программы MS Word

1. Нажимаете кнопку Пуск - Все программы (Открывается список установленных на вашем компьютере программ) - Microsoft Office - Microsoft Office Word.
2. Наведя курсор на Microsoft Office Word, нажимаете правую кнопку мыши и вызовете контекстное меню (Отправить - Рабочий стол (создать ярлык)).
3. Удалите созданные вами ярлыки (Щелкните правой клавишей мыши по ярлыку и в списке команд контекстного меню выберите Удалить).

Задание 3. Настройка быстрого запуска программ Нажмите кнопку **Пуск-Все программы-Стандартные**, найдите программу Калькулятор, щелкните ее правой кнопкой мыши, а затем выберите команду Закрепить в меню «Пуск». Значок программы появится в верхней части меню «Пуск». Закрепите в меню «Пуск» программы Paint и Блокнот. Удалить из



списка аналогичным образом.

Расположить на **Панели задач** следующие значки программ (Архиватор, Microsoft Office PowerPoint, Калькулятор, Microsoft Office Excel, Microsoft Office Access^а быстрого доступа:

Записки

Инструмент Записки в операционной системе Windows7 - электронный аналог обычных самоклеящихся стикеров, на которых пишутся заметки, напоминания и т. д.

Вызовите меню «Пуск^Все программы ^-Выберите пункт^-Стандартные - Записки». Перед Вами появится жёлтый стикер с мигающим курсором. Теперь Вы можете написать саму заметку, например, «Освоить ПК» или «Не забыть купить хлеб».

Для того, чтобы добавить еще одну записку, щелкните по плюсику в левом верхнем углу уже созданной записки. Если записка Вам больше не нужна, удалите ее, просто щелкнув по крестику в правом верхнем углу записки.

Задание 4. Создать папку по маршруту Документы/<Название группы>.

1. В папке с именем своей группы создать следующие папки: Документы, Факсы, Задания, Письма (контекстное меню Создать - Папку).
2. Войти в папку Документы, создать текстовый документ с именем Докладная записка (Контекстное меню Создать - Текстовый документ) ввести в него текст: «Уважаемые родители Иванова В.И! Довожу до Вашего сведения, что Ваш сын Иванов Василий отсутствовал на занятиях в течение трех дней». Закройте приложение.
3. Войти в папку Задания и создать текстовый документ с именем Домашнее задание набрать текст: «Сохранить - позволяет при первом сохранении файла задать его имя, расширение и местоположение». Закройте приложение.
4. Войти в папку Факсы и создать текстовый документ с именем «Договор», введите в него текст «Подтверждаю договор №12-1845 от 5.02.2015 г.» Закройте приложение.
5. Войти в папку Письма и создать в нем документ «Приглашение» следующего содержания: «Приглашаем Вас принять участие в выставке товаров Народного Потребления которая, состоится 12 февраля в 14.00, по адресу г. Волгоград ул. Мира 14.»
6. В папке с именем группы создать папку с именем «Архив» и скопировать в нее все созданные текстовые документы (текстовые файлы):
   - открыть окно папки «Задания»;
   - выделить значок документа «Домашнее задание», вызвать контекстное меню Копировать;
   - открыть окно папки «Архив» вызвать контекстное меню «Вставить»;
   - выполнить копирование для остальных созданных Вами документов.
7. Переименовать в папке «Архив» документы: Докладная записка, Домашнее задание, Договор и Приглашение в Копия 1, Копия 2, Копия 3, Копия 4, соответственно.
8. Предъявить работу преподавателю. Удалите все созданные файлы и папки.

Задание 5. В своей папке создайте папку Проводник. Создайте подкаталоги согласно схеме.



1. Скопируйте папку Акты в папку Диплом. Переместите папку Свидетельства в папку Бланки.
2. Переименуйте папку Отчеты в папку Заявка.
3. В папке Бланки создайте Ярлыки для любых 2 программ.
4. В папке Письма создайте текстовый документ с именем Налоговая инспекция/txt
5. В папке Накладная создайте документ Microsoft Office Word с именем Канцелярские товары.
6. Скопируйте файл Налоговая инспекция.Ш в папку Проводник.
7. Файл Канцелярские товары. doc переместите в папку Бланки.

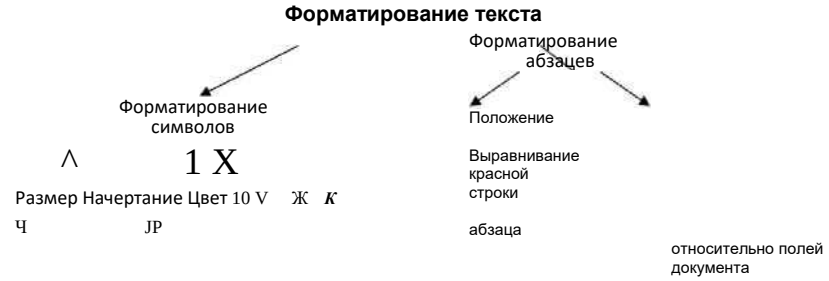
Задание 6. Создайте предложенную структуру папок и файлов

D: \ФИО\СПОРТ\ХОККЕЙ\РоссияШ D:\ФИО\СПОРТ\ХОККЕЙ\Германия.txt
D:\ФИО\СПОРТ\ФУТБОЛ\Бразилия.txt D: \ФИО\ОТДЫХ\ЛЕТ О\каникулы. txt D: \ФИОЮТДЫХ\ЗИМА\лыжный_поход. txt

Предъявить работу преподавателю. Удалите все созданные файлы и папки.

Практическая работа № 6. Форматирование текстовых документов в WordPad.

Цель: научиться форматировать символы и абзацы, сравнить возможности программы Блокнот и WordPad.



Задание 1. Запустите программу **Блокнот**

1. Наберите следующий текст: _____

Утро было свежее, но прекрасное. Золотые облака громоздились на горах, как новый ряд воздушных гор; перед воротами расстилалась широкая площадь; за нею базар кипел народом, потому что было воскресенье.

М. Ю. Лермонтов

2. Выберите команду **Формат - Перенос по словам**.
3. Разбейте текст на 2 абзаца (по числу предложений в конце предложения нажать кнопку Enter). Примените шрифт Comic Sans MS, размер 12 пт.

Задание 2. Запустите программу **WordPad**.

1. Наберите тот же текст. Измените шрифт: Tahoma, размер 12 пт (Формат- Шрифт)
2. Разбейте текст на 3 абзаца (по числу предложений в конце предложения нажать кнопку Enter).
3. Измените шрифт заголовка на Comic Sans MS, размер 14 пт, цвет синий, выравнивание — по центру.
4. Для второго абзаца примените следующее форматирование: размер шрифта — 12 пт., начертание — полужирный, подчеркнутый, выравнивание — по ширине, отступ первой строки слева 2 см.
5. «М. Ю. Лермонтов» выровняйте по правому краю, измените начертание — курсив, цвет — зеленый. _____

Утро было свежее, но прекрасное.

Золотые облака громоздились на горах, как новый ряд воздушных гор; перед воротами расстилалась широкая площадь; за нею базар кипел народом, потому что было воскресенье.

М. Ю. Лермонтов

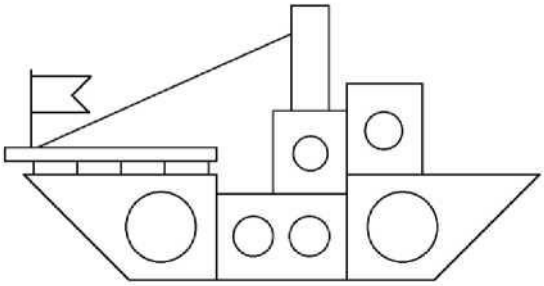
Задание 3. Распахните окно программы WordPad на весь экран и создайте в нем новый документ.

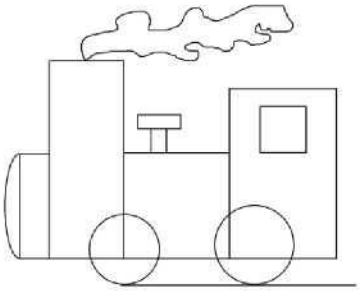
1. С помощью команд меню ВИД выведите на экран: 0*Линейку;* 0*Строку состояния.*
2. Введите следующий текст: _____

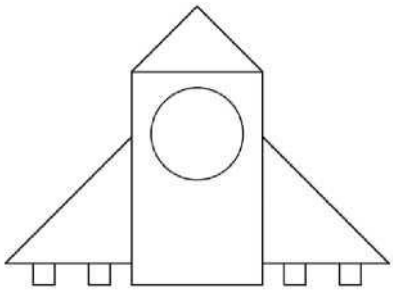
Стандартные программы Windows: Блокнот, Текстовый редактор WordPad, Калькулятор, Графический редактор Paint и др.

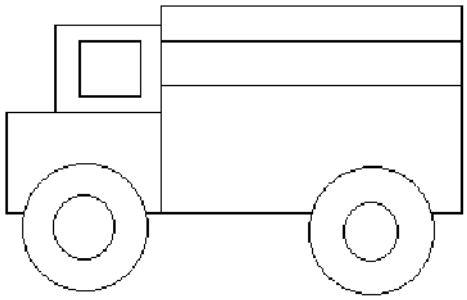
3. Текст первой строки оформите полужирным шрифтом, выравнивание по центру.
4. Список программ разбейте на строки. Отформатируйте текст:
   - Блокнот и Калькулятор - Times New Roman, 18, курсив, по левому краю
   - Текстовый редактор WordPad Arial, 16, курсив, по левому краю
   - Графический редактор Paint - Calibri, 14, подчеркнутый, по правому краю.
5. В последнем абзаце с помощью линейки установите отступ первой строки 4 см.
6. Для списка программ установите маркеры, используя пиктограмму **Начать список**.
7. Окрасьте текст каждой строки разным цветом.

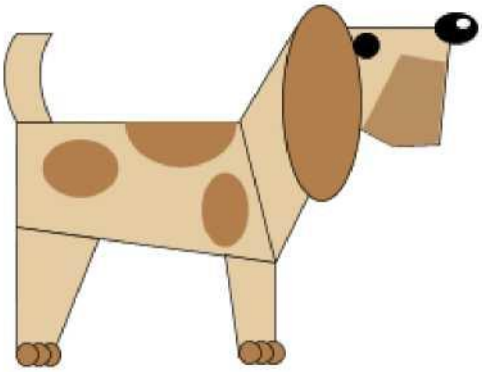
Практическая работа №7. Создание изображений в Paint Цель:
научиться использовать графические примитивы при создании изображений.
Задание 1. Изобразите графические объекты и раскрасьте их на свое усмотрение.

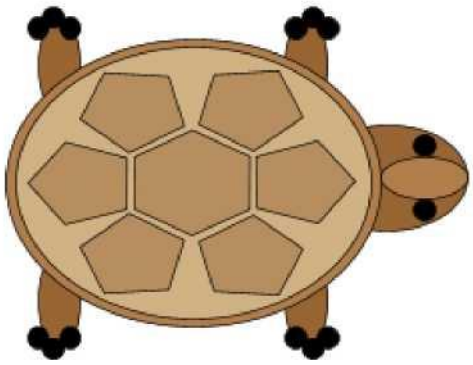


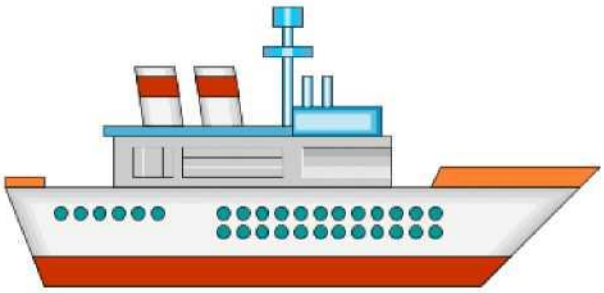






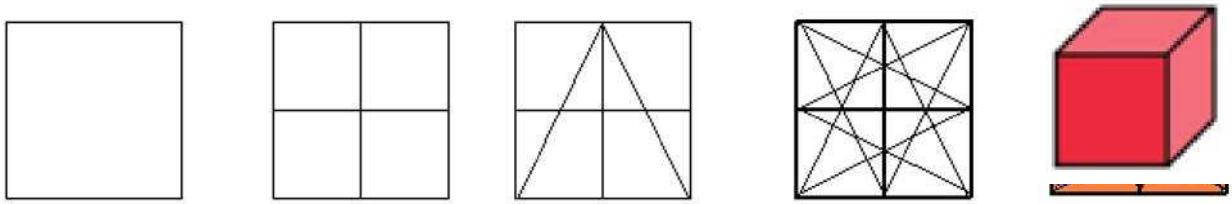






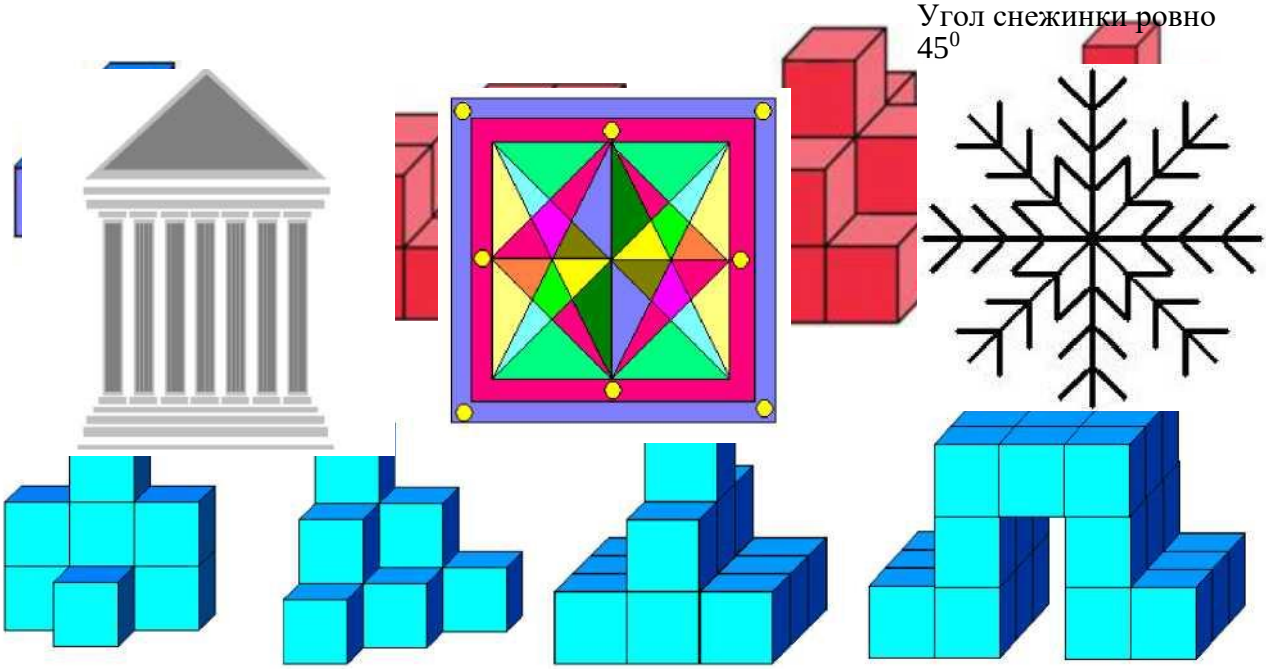


Задание 2. Нарисуйте симметричный орнамент и раскрасьте его по законам центральной симметрии. Алгоритм выполнения работы представлен на рисунке:



Задание 3. Нарисуйте квадрат и постройте пирамидки

1. Инструментом Прямоугольник +SHIFT нарисуйте квадрат размером сторон 2 *2 см.
2. Выделите квадрат прямоугольным выделением с прозрачной областью, скопируйте и вставьте его.
3. Инструментом Линия+Shift из трех углов квадрата провести линии под углом 45°. Лишние линии убрать Ластиком.
4. Инструментом Заливка окрасить грани краской одного тона, но разных оттенков.



Задание 4. Создайте следующие графические объекты

Практическая работа №8. Работа в программе

Калькулятор Цель: научиться использовать Калькулятор для различных вычислений.

Обычный режим позволяет вычислять 4 основные арифметические действия, а также вычислять корень числа, обратное число, проценты, а так же использовать буферную память.

Для вычисления корня V числа в Windows XP используется кнопка Sqrt

Для работы с памятью используются 4 кнопки:

M+ — прибавить значение, отображенное на индикаторе, к содержимому памяти;

MC — очистить память; *MR* — вывести на экран содержимое памяти;

MS — занести в память содержимое индикатора.

Пример 1. Вычислить значение выражения л/8 + 7/8 — 57-1,01 + 1/-=-у7

1. Вычислим корень из числа 8. Для этого введем число 8 и нажмем на кнопку Щ] или Sqrt.
2. Занесем результат в память. Для этого после появления результата нажмем на кнопку |M+
3. Вычислим значение дроби 7/—. Для этого введем число 7, затем нажмем на кнопку а после этого число 8. Нажав на кнопку =] получим значение дроби. Добавим значение в память M+.
4. Вычислим значение произведения 57-1,01. Так как произведение стоит со знаком минус, то после получения результаты нажмем на кнопку +/-|. Добавим получившееся значение в память.
5. Вычислим корень из 7. После нахождения значения корня нажмем на кнопку 1/x. Получившееся значение добавим в память. Для вывода итогового значения нажмем на кнопку MR. (-53,488608402244582675182106015346)

*з***адание 1. Вычислить значения выражения:**

345+8-4-257	-28,125+35+1/8=	$5^{\wedge}0,5^2$-14^—+17 =
$14^2 - 7^3 - 15000 /5^3$	(2л/8 + 3V5 - 7л/2)(л/72 - 5 л/20 - 2л/2) =	л/57*2^5 -42*7 + 22
2^2д/2л/2л/2	^{3} V26 3 +33 8 7	^ 847 ^ /847 ,6 +. + л 6 + J = V V 27 V V 27
1 5 *1*— л/15 , - + 0,5- v37 -- ------ 10-2,5-3 V 7 27	^3-V 5-V13 + V48	лЯэ + 89 - 0,025 ^{5} * 6 V19

Задание 2. Вычислите в различных системах счисления. *Вид-Программист*

Hex **(Шестнадцатеричное),** *Dec* **(Десятичное),** *Oct* **(Восьмеричное),** *Bin* **(Двоичное).**

Результат вычислений скопируйте в файл **РасчетыЛх!**

1. Переведите двоичные числа в восьмеричную систему счисления:
   а)1010001001011; в)101100110П11; д)110001000100;
2. Переведите двоичные числа в шестнадцатеричную систему счисления:
   а)1010001001011; в)10П00П01Ш; д)110001000100;

4. Переведите восьмеричные и шестнадцатеричные числа в двоичную систему счисления: а)26б8;
в)12708; д)10238;

Задание 3. Выполнить арифметические операции, результаты допишите в файл **РасчетыЛх!**

Сложить числа	Выполнить вычитание	У множение	Деление.
10001111102+1011000101	11000010102-100000112	11001102* 1100102	1110100002:100002
10010002+11011010012	11010000012-100000102	17748* 2348	43438:318
1101100102+10000111112	1100101100112-100101012	10616* 26816.	А3В16 : 1В16

Задание 4. С помощью Калькулятора самостоятельно осуществите следующие преобразования (Вид - Преобразование единиц):

15 миль - в километры
100 недель - в часы
4 карата - в граммы
1 американскую пинту - в литры
1 британский галлон - в литры
20 лошадиных сил - в киловатты

Практическая работа № 9. Работа с буфером обмена

Цель: отработать умение использовать Буфер Обмена при работе с одним документом.



Буфер обмена - это область оперативной памяти, которая служит для временного хранения данных.

При этом процесс переноса или копирования данных из одной программы в другую состоит в следующем:

1. Выделяются данные для копирования или переноса. Эти данные копируются или вырезаются в Буфер обмена, с помощью команд меню Правка - Копировать или Вырезать.
2. Выбирается программа, в которую необходимо поместить данные.
3. Устанавливается курсор в том месте, в котором необходимо поместить данные. Это очень важный пункт, про который обычно студенты забывают.
4. Данные вставляются из Буфера обмена, с помощью команды Правка - Вставить.

Практическое задание

1. В своей папке создайте папку Новые документы.
2. Запустите программу Блокнот. Наберите в Блокноте текст "Результаты вычислений".
3. Запустите программу Калькулятор.

Произведите следующее вычисление 1)sin45, 2)cos60, 3) 44^2, 33^3; 15^4; 25^3, 4) 81-45,34+19,6+21,75=,

4. Скопируйте полученные результаты в Буфер Обмена, выполнив команды Правка - Копировать.
5. Вставьте результаты из Буфера Обмена.
6. Сохраните документ в папке Новые документы под именем Вычисления.
7. Закройте программу Калькулятор.
8. Запустите программу Microsoft Word. Наберите в Word следующий текст стихотворения:

   РАСУЛ ГАМЗАТОВ Я ВЛЮБЛЕН
   В СТО ДЕВУШЕК
   Я в сотню девушек влюблен,
   Они везде, повсюду,
   Они и явь, они и сон,
   Я век их помнить буду.

9. Сохраните текст в папке Новые документы под именем Гамзатов.
10. Скопируйте текст в Буфер Обмена. Вставьте скопированную часть текста в программу Блокнот.
11. Закройте программу Блокнот сохранив с именем Стихи.
12. Запустите программу графический редактор Раш!Нарисуйте букет цветов.
13. Вставьте созданный вами рисунок в документ Microsoft Word. Выполните повторное сохранение текста.
14. Вставьте символ для этого зайдите Все программы-Стандатные-Служебные-Таблица символов. Выберите шрифт Wingdings. Найдите и выберите символ человечка ©.
15. Переключитесь в Microsoft Word. Вставьте символ смеющегося человечка в начале текста. Выполните сохранение текста.
16. Покажите результат работы преподавателю.

Практическая работа №10. Работа со стандартными приложениями Windows

Цель: закрепить умение работать с Буфером обмена, переключаться между окнами.

Задание 1. Создайте в своей рабочей папке с номером группы папку с именем Итоговая Работа.

1. Запустите программы **Калькулятор, Блокнот**, Текстовый редактор **WordPad**, Графический редактор **Paint**.
1. Активизируйте окно программы **Блокнот**. Для автоматического указания времени и даты создания записей в документе программы **Блокнот** введите в начало документа команду **.LOG** в первую позицию первой строки. Сохраните документ в папке Итоговая Работа под именем *Блок.Ш.* Закройте окно программы **Блокнот**.
2. Откройте документ *Блок.Ш.* Что изменилось в содержании документа *Блок.Ш*?
3. Установите текущее время и дату с помощью команды меню окна программы **Блокнот ПРАВКА-Дата и время**.
4. Введите следующий текст: Вычисление суммы 123+456=
5. Выделите выражение 123+456 и скопируйте его в буфер обмена.
6. Активизируйте окно программы **Калькулятор**. С помощью меню **ВИД** установить режим **Обычный** и введите команду **ПРАВКА - Вставить**. Введите знак «=», щелкнув мышью по соответствующей кнопке **Калькулятора**. Полученный результат скопируйте в буфер обмена, используя меню **Правка**.
7. Запустите окно программы **Блокнот**, вставьте результат вычисления, находящийся в буфере обмена, в документ *Блок. txt.*
8. Закройте окно программы **Блокнот**, сохранив документ.
9. Еще раз откройте файл *Блок.Ш.* После новой даты введите 372*783= и вычислите результат с помощью **Калькулятора**. Закройте документ *Блок.Ш* с сохранением.

Задание 2.

1. Разверните окно программы **WordPad**.
2. Выполните с помощью **Обычного Калькулятора** следующие вычисления и оформите файл **WordPad** (Используйте копирование результатов из **Калькулятора** и обратно через буфер обмена):

Нахождение частного:	425/25; 1/10; 1/4; 1/5 =
Извлечение корня:	V225 , V1728) =
Вычисление процентов (33,3% от 750):	750*33,3% =
Возведение в степень:	17^2,5^3,2^{10}, 10^4 =
Среднее арифметическое	(31550 + 2163 + 154 +3)/4=

4. Сохраните результаты работы в своей папке Итоговая Работа с именем *Вычисления.*

Задание 3.

1. Активизируйте окно программы **Paint** с помощью комбинации клавиш Alt+Tab и разверните окно на весь экран.

2. Нарисуйте небольшой осенний листок. Используя применение команд меню **РИСУНОК^Отразить /Повернуть, Растянуть/Наклонить и Обратить цвета,** скопируйте свой листок несколько раз в разных ракурсах. Получится осенний листопад. Сохраните файл Листопад.bmp в своей папке.

Задание 4.

1. Создайте в **WordPad** новый документ. Введите заголовок: **Стандартные программы Windows:**Используя комбинацию клавиш Alt+PrintScreen сделать скриншот активной программы. Вызвать контекстное меню и **Вставить** изображение в свой файл, сделать надпись **Текстовый редактор WordPad**.
2. Аналогично создать скрины и подписи для всех стандартных программ**: Блокнот Калькулятор, Г рафический редактор Paint.**
3. Сохраните в своей папке под именем *Окна.* Выйдите из программы, сохранив результаты работы.

Практическая работа № 11. Поиск папок и файлов в ОС Windows.

Цель: изучение принципов архивации файлов, функций и режимов работы наиболее распространенных архиваторов, приобретение практических навыков работы по созданию архивных файлов и извлечению файлов из архивов.

два



Если известна только часть имени документа, то для поиска можно использовать подстановочных знака:

? — замена любого количества символов,

— замена одного символа.

Задание 1

1. **Найдите все *текстовые документы Microsoft Word на* рабочем диске. Рассортируйте их по размеру (Вид-Таблица, Сортировка - Размер). Запишите в тетрадь название самого большого по размеру файла и его вес.**
2. **Найдите на диске С:ф:)все *текстовые документы,* имена которых начинаются на букву «Д».**
3. **На диске С:ф:)найдите все *текстовые файлы,* начинающиеся на букву «а» (латинскую), имеющие в названии букву «L», и заканчивающиеся на «tion».**
4. **Найдите на диске С:ф:)все *графические файлы Точечный рисунок,* в названии которых третьей является буква «е» (русская).**
5. **На диске С:ф:)найдите все *графические файлы Рисунок JPEG,* имена которых состоят из 8 символов и третья буква «е» (латинская).**

Задание 2

1. **Сколько** *текстовых файлов* **было создано за последнюю неделю? Рассортируйте их по имени.**
2. **Сколько** *графических файлов* **было создано в период с марта по июнь?**
3. **На диске С:ф:)найдите все** *текстовые файлы,* **в названии которых есть буквы «а» и «д», измененные за последний месяц.**
4. **Найдите на диске С:ф:)все** *графические файлы* ***Точечный рисунок,*** **размер которых не превышает 30 Кб.**
5. **Найдите на диске С:ф:)все** *графические файлы* ***Рисунок JPEG,*** **размер которых превышает 1Мб.**
6. **Запишите в тетрадь все способы упорядочивания папок и файлов.**

Задание №3.

1. **В своей папке создайте папку Архивы. В ней создайте папки Изображения и Документы.**
2. **Найдите и скопируйте в папку Изображения рисунки с расширениями **.jpg , *.bmp* и **.gif***
3. **Сравните размеры файлов **.bmp, *.gif*** *M* ****.jpg***. **и запишите данные в таблицу.**

4. В папку Документы поместите файлы **.doc* (не менее 3) и запишите их исходные размеры в таблицу. Сравните размеры графических и текстовых файлов.

	Документы			Графические файлы		
	Документ!. doc	Документ2Лос	Документ3^ос	Листопадоря	Листопад^!	Листопад.Ьшр
Размер файла						

Практическая работа №12. Создание архива данных. Извлечение данных из архива. Атрибуты файла и его объем

Задание №1. Архивация файлов в формате Rar

1. Запустите **WinRar или 7Zip (Пуск - Все программы).** В появившемся диалоговом окне выберите папку, в которой будет создан архив: **(Архивы/Изображения).** Установите курсор на имя графического файла Листопад.bmp Выполните команду **Добавить (+)**.
2. Введите имя архива в поле **Архив -** Листопад**.rar** и убедитесь, что в поле **Формат архива** установлен тип **Rar**.
3. Установите в поле **Режим изменения**: *добавить и заменить.*
4. В раскрывающемся списке **Уровень сжатия:** выберите пункт **Нормальный.** Запустите процесс архивации кнопкой **ОК**.
5. Сравните размер исходного файла с размером архивного файла. Данные запишите в таблицу №1.
6. Для извлечения файлов из архива создайте папку **Извлеченные** внутри папки **Изображения**. Выделите архив Листопад**.rar**, выполните команду **Извлечь.** В появившемся диалоговом окне **Извлечь** в поле **Распаковать в:** выберите папку-приемник - **Архивы/Изображения/Извлеченные.**
7. Создайте самораспаковывающийся **Rar**-архив. Для этого установите курсор на имя файла Листопад.Ьтр, выполните команду **Добавить (+).**
8. Введите имя архива в поле **Архив -** Листопад**.exe** и убедитесь, что в поле **Формат архива** установлен тип **exe**.
9. Установите в поле **Режим изменения**: *добавить с заменой файлов.*
10. Установите флажок **Создать SFX-архив**.
11. В раскрывающемся списке **Уровень сжатия:** выберите пункт **Обычный.** Запустите процесс архивации кнопкой **ОК**.
12. **Сохранить КАК** Листопад.Ьтр с новым расширением - jpg, gif. Аналогичным образом создайте архивы для файлов Листопад^^ Листопад.jpeg.
13. Создайте Документ1.бое, Документ2.бое, Документ3.бое. и заархивируйте их. Сравнительные характеристики исходных файлов и их архивов занести в таблицу№1.

Задание №2. Архивация файлов в формате Zip

1. Запустите **WinRar или 7Zip.** Проделайте архивирование тех же файлов в формате **Zip.**
2. Сравнительные характеристики исходных файлов и их архивов занести в таблицу_1.
3. Создайте самораспаковывающийся **Zip** - архивы, включающие в себя текстовые и графические файлы.

	Размер исходных файлов	Архиваторы	
		WinRar	**WinRZip**
Текстовые файлы: 1. Документ1.бое			
2. Документ2.бое			
3. Документ3.бое			
Графические файлы: 1. Листопад. jpg			
2. Листопад.gif			
3. Листопад.Ьтр			

Проверочная работа по Windows. 1 вариант.

1. В папке «Документы» создать папку с Вашей фамилией.
2. В этой папке создать 3 следующие папки Рисунки, Документы, Общая.
3. В папке Документы создать Текстовый документ с именем Voprosi.txt содержимое, которого должно быть следующее:
   * Перечислите основные элементы окна приложения.
   * Поясните отличие команд ВЫРЕЗАТЬ и КОПИРОВАТЬ.
   * Расчеты произвести в калькуляторе. $\frac{VT3 + 89 \bullet 5}{0{,}025} \quad \frac{1}{6\ VT9}$ Ответ=
   * В чем заключается назначение папки КОРЗИНА?
4. Создать новый Тестовый документ с именем Otveti.txt, в который скопировать содержимое документа Voprosi.txt и дать ответы на них. Файл с ответами сохранить в папке Общая.
5. В папке Рисунки создать рисунок с именем Risunok.bmp следующего содержания



С новым годом дорогие друзья!

6. Скопировать файл в папку с названием Общая и переименовать Snegovik.bmp.
7. Создать архив папки Общая. Предъявить работу преподавателю.

Проверочная работа по Windows. 2 вариант.

1. На рабочем диске C: или D: создать папку с Вашей фамилией.
2. В этой папке создать Текстовый документ следующего содержания:
   * Что представляет собой РАБОЧИЙ СТОЛ?
   * Как можно создать ярлык на РАБОЧЕМ СТОЛЕ?
   * Расчеты произвести в калькуляторе. $\frac{3}{8}$ V26 - 3 ^33 + $\frac{У47}{7}$ Ответ=
   * Чем отличается команда СОХРАНИТЬ от команды СОХРАНИТЬ КАК?

   Сохранить документ с именем Bloknot.txt
3. В папке с Вашей фамилией создать папку с именем Ответы и скопировать туда файл Bloknot.txt.
4. Ввести ответы на вопросы и переименовать файл в Zachet.txt.
5. В папке Ответы создать папку Картинки.
6. В папке Картинки создать рисунок с именем Risunok.bmp следующего содержания:



Счастливого нового года!

7. Скопировать файл Risunok.bmp. в папку Ответы.
8. Удалить файл с именем Bloknot.txt. Создать архив папки Ответы.
9. Предъявить работу преподавателю.

Практическая работа №13. Работа с антивирусными программами

Цель: научиться производить настройки антивирусной программы, проверять различные объекты на наличие вируса.

1. Откройте антивирусную программу командой ***Пуск — Все*** *программы.* *
2. Внимательно изучите интерфейс программы.
3. Просмотрите информацию о текущих базах, выбрав слева раздел ***ОБНОВЛЕНИЕ***. Ответьте на вопросы:
   - Дата последнего обновления.
   - Срок действия лицензии
   - Статус баз
   - Режим запуска
4. Выберите раздел ***ЗАЩИТА*** и ответьте, какие компоненты входят в комплексную защиту компьютер?
5. Выберите раздел слева ***ПРОВЕРКА*** и просмотрите:

- Какие объекты проверяет Антивирус Касперского?
- Может ли пользователь задавать, какие объекты следует проверять, а какие нет? Как это сделать?

6. Откройте окно ***НАСТРОЙКА***, нажав на кнопку ***Настройка,*** и подготовьте ответы на следующие вопросы:

- Проверяются ли на наличие вирусов файлы, находящиеся в архивах? Где это задано?
- Какие действия может выполнять Антивирус Касперского с инфицированными и подозрительными объектами?

7. Используйте ***СПРАВКУ,*** найдите информацию о защите сетевых атак и скопируйте найденную информацию в текстовый документ.
8. Сохраните документ в своей папке (название папки Ваша фамилия) под именем ***Справка***.
9. Выполните проверку своей папки на наличие вирусов.
10. Импортируйте отчет в текстовый файл под именем ***Отчет*** в свою папку, нажав на кнопку ***Сохранить как***.
11. Проведите проверку всех локальных дисков компьютера на наличие вируса.
12. Используя раздел ***Справки,*** ответьте на следующие вопросы:
    - Отличие *полной проверки* от *быстрой проверки*
    - Понятие *вирусной атаки*
    - Назначение *доверенного процесса*
    - Понятие *карантина*
    - С какой целью объекты помещаются на карантин?
    - Понятие *подозрительного объекта*

Контрольные вопросы:

1. Что такое компьютерный вирус?

2. еречислите виды компьютерных вирусов. Ответ оформите в виде таблицы:

Признак классификации	*Виды компьютерных вирусов*

1. Какие могут быть признаки заражения компьютерным вирусом?

2. Виды антивирусных программ. Ответ оформите в виде таблицы:

Вид антивирусной программы	*Алгоритм действия*	*Достоинства*	*Недостатки*

1. Укажите действия для проверки диска C:(^)\ на наличие вирусов?
2. Какая информация отображается в отчёте о проведенной проверке?

Практическая работа №14. Поиск информации в сети Интернет

Задание 1.Найти указанную информацию и скопировать в новый документ.

1. Зайти на сайт htlp:www.gismeteo.ru и узнать **погоду** на ближайшие трое суток в вашем населенном пункте.
2. Зайти на сайт телеканала РТР http://www.rutv.ru и найти **телепрограмму на текущий** день.
3. Зайти на сайт **Лаборатории Касперского** http:/www.kaspcrsky.ru/ и найти **описания** вредоносных программ (их классификацию).
4. Зайти на сайт **Российских железных** дорог http://www.rgd ru и найти информацию о **расписании** и **наличии** билетов на завтрашний день на поезда, идущие по маршруту Волгоград 1- Москва.
5. Зайти на сайт газеты **«Из рук в руки»** вашего населённого пункта и найти информацию обо всех **продаваемых** автомобилях **Ford Focus 2009 года выпуска**.
6. Зайти на сервер Волгоградского института бизнеса http://www.volbi.ru и узнать об **условиях приёма** на вашу специальность.

Задание 2.

1. Зайти на сайт любого **компьютерного салона** вашего населенного пункта (найти с помощью поиска) и **скачать** их **прайс-лист,** сохранив его в своей папке.
2. Зайти в свой почтовый **ящик** и **отправить** скачанный прайс-лист на электронный ящик вашего преподавателя.
3. Найти информацию об **операционной системе Linux** и сохранить её в виде **файла** в формате **.doc** (используя буфер обмена) в своей папке.
4. Найти информацию о курсах валют на сегодня (евро и доллар).
5. Найти приведённую ниже информацию о **вашем городе**: Дата создания, площадь, население, телефон приемной Администрации города, темп инфляции, прожиточный минимум.

Задание 3. Найдите в сети Интернет ответы на поставленные вопросы и заполните таблицу.

№	Вопрос	Ответ	Адрес страницы
1.	Какой международный символ означает данная картинка? ^4^ В честь какого ученого назван данный символ?		
2.	Какой драгоценный металл получают из вторичной переработки материнских плат и процессоров?		
3.	Фамилия разработчика программы Power Point.		
4.	В каком году был официально делегирован российский домен .ru		
5.	К ак называлась шифровальная механическая машина, применявшаяся для кодировки радиосообщений во время второй мировой войны в Германии. Найдите ее название и изображение.		
6.	Эта компания была основана 1 января 1939 года двумя друзьями для производства тестирующего и измеряющего оборудования. Ныне это крупная американская компания - поставщик офисного оборудования и программного обеспечения. Вставьте её логотип и имена основателей		
7.	Компьютерные тест, термин которого появился в 2000 году, и предназначен для определения пользователя системы.		
8.	Основоположник римской стенографии изобрел графический символ сокращенного латинского союза et, который используется в математической логике. Записать символ и его автора		
9.	Этот символ ставили средневековые врачи в конце рецепта для пациентов, а теперь его используют в IT.		

Министерство науки и высшего образования РФ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

П.А. Костюк

Самостоятельная работа по дисциплине Основы бережливого производства

Учебно-методическое пособие
по курсу «Основы бережливого производства» для студентов специальности 15.02.16 Технология машиностроения

Екатеринбург

Министерство науки и высшего образования РФ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по
учебно-методическому комплексу
_____ С.А. Упоров

П.А. Костюк

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ОСНОВЫ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА»

Учебно-методическое пособие
по курсу «Основы бережливого производства»
для студентов специальности 15.02.16 Технология машиностроения

Издание УГГУ Екатеринбург

Костюк П.А.

Самостоятельная работа по дисциплине «Основы бережливого производства». Для студентов специальности 15.02.16 Технология машиностроения очного обучения / Костюк П.А. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2022. - 18с.

Учебно-методическое пособие по дисциплине «Основы бережливого производства» предназначено для самостоятельного изучения студентами дисциплины «Основы бережливого производства». Учебное пособие может быть использовано студентами специальности 15.02.16 Технология машиностроения очного обучения при изучении курса «Основы бережливого производства».

© Костюк П.А., 2022
© Уральский государственный горный университет, 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение…… 6

Практическая работа 1.
Разработка технологии изготовления
отливки методом литья в песчано-глинистые формы…… 11

Практическая работа 2.
Разработка технологии изготовления поковки
методом горячей объемной штамповки ……..…. 34

Список литературы ……..……..…. 62

ВВЕДЕНИЕ

Развитие торговли, рынка капитала, формирование институтов частной собственности, повсеместный переход от подневольного к наемному труду, уменьшение религиозного диктата и многое другое, что происходило на рубеже 18–19 веков, сформовало благодатную почву для промышленной революции. Повсеместно отрывавшиеся новые производства разрушили монополии средневековых гильдий, разнообразных торговых ассоциаций и прочих почетных компаний. Множество ремесленных мастерских начали активно конкурировать между собой, что давало дополнительный толчок индустриальному развитию, но заставляло все больше задумываться о путях снижения себестоимости. Обостренная конкурентная борьба и растущий потребительский спрос определили, фактически, переход от кустарной ремесленной мастерской к массовому промышленному производству. В начале 20 века Генри Форд придумал прорывную, на тот момент, технологию — конвейер. В погоне за снижением себестоимости производства начали укрупняться, выпускаемые продукты — унифицироваться, обеспечение непрерывности работы конвейера вынуждало запасаться большими партиями сырья и материалов, в свою очередь готовая продукция также отгружалась огромными партиями на склады продавцов для последующей перепродажи.

На другой стороне земного шара, в послевоенной Японии, компания Тойота стала возобновлять производство грузовиков и легковых автомобилей. Тяжелые военные годы заставляли руководство экономить на всем. Компания выпускала сильно упрощенные модели, в целях экономии на некоторые модели ставилась всего одна фара. Культура бережливого подхода к производству получила свое развитие в послевоенный период становления компании. Молодой инженер компании Тайити Оно, в отличие от американских коллег, уделял большее внимание не экономии на масштабах, а на выявлении разнообразных непроизводственных потерь. Начиная с 1950 годов он разрабатывал и внедрял в компании Тойота системы организации производства «Канбан», принципы бережливого производства «Lean», концепцию «Точно в срок» (just-in-time). Все эти новшества дали существенные конкурентные преимущества компании. В 1960-ые годы компания Тойота активно завоевывала американский рынок, и новые производственные концепции оказались очень эффективны, даже там, где долгие годы балом правили принципы массового производства.

Конкуренты пристально наблюдали за Тойотой и ее производственной системой. Информация не была секретной, компания учила своих партнеров, местных поставщиков, розничных продавцов и т.д. Триумф японских производителей плохо отражался на бизнесе американских автомобильных гигантов. В начале 80 годов ассоциация американских производителей серьезно озадачилась проблемами отрасли и создала научный консорциум (PVMI) на базе Массачусетского технологического института, во главе которого стали Джеймс Вумек, Даниель Джонс и Даниэль Рус (J. Womack, D. Jones and D. Roos). Своими исследованиями они поделились не только в научной среде, но и опубликовали книгу — «Машина, которая изменила мир». Именно в этой книге впервые был использован термин Лин (Lean, в переводе постный, стройный) для описания принципов производства, разработанных в компании Тойота. Данный термин достаточно сложно перевести буквально на русский язык, и в русскоязычной литературе устоялся термин — Бережливое производство. Можно сказать, что эпоха Бережливого производства в том виде, каком мы его знаем сегодня, началась с этой книги, которая фактически стала чуть ли не библией Бережливого производства (Lean Production) сегодня.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ

Для успешного освоения дисциплины студентам необходимо проработать ответы на следующие вопросы:

Тема 1: Бережливое и традиционное производство. Основные понятия курса «Бережливое производство». История возникновения БП.

Форма проведения занятия – дискуссия.

Тема занятия: Введение в историю БП.

Основные вопросы:

1. История;
2. Отраслевые варианты;
3. Распространение;
4. Основные аспекты;
5. Различные концепции.

Тема 2. Производственная система TOYOTA. Основные концепции, история возникновения.

Форма проведения занятия – дискуссия.

Тема занятия: Проведение сравнительного анализа основных характеристик российских производственных систем с производственной системой TOYOTA.

Основные вопросы:

1. Виды российских производственных систем;
2. Оценка уровня бережливости современных компаний;
3. Особенности российских производственных систем;
4. Основные характеристики производственной системы TOYOTA;
5. Методологии анализа производственной системы.

Тема 3: Бережливое производство как модель повышения эффективности деятельности предприятия.

Форма проведения занятия – реферат.

Тема занятия: Существующие модели качества, используемые для повышения эффективности деятельности предприятий

Основные вопросы:

1. Повышение эффективности деятельности предприятия за счет внедрения концепции бережливого производства;

2. Бережливое производство как часть стратегии повышения эффективности бизнеса;
3. Бережливое производство как инструмент управления экономической эффективностью транспортной компании;
4. Российский путь бережливого производства;
5. Бережливое производство как фактор роста конкурентоспособности субъекта хозяйствования.

Тема 4: Принципы непрерывного совершенствования – Кайдзен.

Форма проведения занятия – дискуссия.

Тема занятия: Цикл Э.Деминга PDCA/PDSA. Пути совершенствования производственных процессов предприятий (методы Кайдзен и Кайрио)

Основные вопросы:

1. Принципы Кайдзен;
2. Кайдзен в разработке программного обеспечения;
3. Кайдзен в психологии;
4. Цикл управления;
5. Кайрио-метод прорывных изменений.

Тема 5: Инструменты бережливого производства.

Форма проведения занятия – ролевая игра

Тема занятия: Имитация процессов с использованием инструментов бережливого производства

Основные вопросы:

1. Инструмент 5С в Lean;
2. Bottleneck analysis (Анализ узких мест);
3. Continuous Flow (Непрерывный поток);
4. Gemba (Поле битвы);
5. Kaizen (Постоянное улучшение)

Тема 6: Поток создания ценности.

Форма проведения занятия – практико-ориентированное задание

Тема занятия: Разработка потока создания ценности на примере конкретного предприятия

Основные вопросы:

1. Набор шагов, которые организация предпринимает для создания и предоставления продуктов и услуг потребителям;
2. Поток создания ценности для операционной деятельности;

3. Целостный подход;
4. Оптимизация и автоматизация;
5. Материальный и информационный потоки.

Тема 7: Применение метода шесть сигм.

Форма проведения занятия – реферат.

Тема занятия: основные направления теории качества, реализованные в документе: Стандарты ГОСТ Р ИСО 17258-2015 Статистические методы. Количественные методы улучшения процессов "шесть сигм". Бенчмаркинг.

Основные вопросы:

1. Базовые принципы;
2. Истоки и применение;
3. Графическая иллюстрация;
4. Методы управления качеством;
5. Концепция измерения процесса

Тема 8: Критерии экономических показателей, характеризующих изменения в деятельности хозяйствующих субъектов.

Форма проведения занятия – доклад

Тема занятия: построение дерева проблем с разработкой системы экономических показателей процессов, характеризующих изменения в деятельности хозяйствующих субъектов.

Основные вопросы:

1. Анализ экономической безопасности хозяйствующего субъекта;
2. Направления укрепления экономической безопасности функционирования организации;
3. Критерии и показатели экономической безопасности предприятия;
4. Оценка современного уровня экономической безопасности;
5. Предложения по повышению экономической безопасности предприятия.

Тема 9: Муда (потери) и причины образования потерь.

Форма проведения занятия – дискуссия

Тема занятия: Умение обнаружить потери разного рода и анализировать причины их возникновения.

Основные вопросы:

1. Муда первого, второго и третьего рода;
2. Действия, создающие ценность;
3. Действия, не создающие ценность, но необходимые;
4. Мура и мури;
5. Перепроизводство

Тема 10: Основные проблемы внедрения моделей бережливого производства.

Форма проведения занятия – дискуссия

Тема занятия: Оценка и визуализация проблем внедрения моделей БП с помощью инструментов качества

Основные вопросы:

1. Проблемы внедрения "бережливого производства" на отечественных предприятиях;
2. Причины возникновения проблем при внедрении Бережливого производства;
3. Рекомендации по устранению проблем;
4. Зарубежный опыт внедрения систем Бережливого производства;
5. Сравнение технологий «бережливого» и массового производства.

Тема 11: Проектирование работ по внедрению бережливого производства на предприятии.

Форма проведения занятия – ролевая игра

Тема занятия: Разработка плана внедрения бережливого производства по принципу: «наиболее рациональный путь»

Основные вопросы:

1. Внедрение Бережливого производства;
2. Цели внедрения Бережливого производства;
3. Объекты совершенствования;
4. Подходы к внедрению Бережливого производства;
5. Описание основных этапов проекта по Бережливому производству.

ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ УСПЕШНОГО ОСВОЕНИЯ КУРСА

Практическая работа 1

Тема: Бережливое и традиционное производство. Основные понятия курса «Бережливое производство». История возникновения БП.

Цель работы: Изучение истории возникновения и основные понятия курса «Основы бережливого производства»

Задание: Изучить историю возникновения и основные понятия курса «Основы бережливого производства»

Порядок выполнения:

1. Изучите основные аспекты бережливого производства;
2. Изучите историю возникновения бережливого производства;
3. Изучите и выпишите основные понятия курса «Основы бережливого производства»;
4. Изучите отраслевые варианты;
5. Оформите отчет по проделанной работе.

Практическая работа 2

Тема: Производственная система TOYOTA. Основные концепции, история возникновения.

Цель работы: Изучение производственной системы TOYOTA.

Задание: Изучить основные концепции, историю возникновения производственной системы TOYOTA.

Порядок выполнения:

1. Изучите историю возникновения производственной системы TOYOTA;
2. Изучите основные концепции производственной системы TOYOTA;
3. Проанализируйте основные отличия производственной системы TOYOTA от существовавших в то время систем;
4. Сравните производственную систему TOYOTA с системами России;
5. Оформите отчет по проделанной работе.

Практическая работа 3

Тема: Бережливое производство как модель повышения эффективности деятельности предприятия.

Цель работы: Изучение модели повышения эффективности деятельности предприятия.

Задание: Изучить влияние внедрения принципов LEAN в компании.

Порядок выполнения:

1. Исследования корпоративных целей внедрения принципов LEAN;
2. Изучите основные принципы бережливого производства;
3. Трудности внедрения методов Lean;
4. Приведите примеры внедрения методов LEAN в отечественных компаниях;
5. Оформите отчет по проделанной работе.

Практическая работа 4

Тема: Принципы непрерывного совершенствования – Кайдзен.

Цель работы: Изучение принципов непрерывного совершенствования.

Задание: Изучить принципы совершенствования Кайдзен

Порядок выполнения:

1. Изучите основные положения концепции КАЙДЗЕН;
2. Изучите применение контроля качества в КАЙДЗЕН: цикл Деминга;
3. Проанализируйте влияние КАЙДЗЕН через комплексный контроль качества;
4. Изучите подход КАЙДЗЕН к решению проблем;
6. Оформите отчет по проделанной работе.

Практическая работа 5

Тема: Инструменты бережливого производства.

Цель работы: Изучение инструментов бережливого производства.

Задание: Изучить различные системы бережливого производства.

Порядок выполнения:

1. Изучите систему 5С — технология создания эффективного рабочего места;
2. Изучите понятия KPI (Ключевые индикаторы производительности);
3. Изучите систему SMED — Быстрая переналадка оборудования
4. Изучите систему JIT (Just-In-Time — точно вовремя);
5. Оформите отчет по проделанной работе.

Практическая работа 6

Тема: Поток создания ценности.

Цель работы: Изучение методики построения карты потока ценности.

Задание: Изучить основные способы создания потока ценности.

Порядок выполнения:

1. Проанализируйте поток создания ценности;

2. Изучите связи между материальным и информационным потоком;

3. Изучите области необходимых улучшений;

4. Изучите различные типы проблем;

6. Оформите отчет по проделанной работе.

Практическая работа 7

Тема: Применение метода шесть сигм.

Цель работы: Изучение метода шесть сигм.

Задание: Научиться применять метод шесть сигм

Порядок выполнения:

1. Изучите базовые принципы метода шесть сигм;

2. Изучите истоки и применение метода шесть сигм;

3. Изучите основы графического представления метода шесть сигм;

4. Сравните метод шести сигм с уже изученными методами;

6. Оформите отчет по проделанной работе.

Практическая работа 8

Тема: Критерии экономических показателей, характеризующих изменения в деятельности хозяйствующих субъектов.

Цель работы: Анализ основных показателей финансово-экономической деятельности хозяйствующего субъекта.

Задание: Изучить критерии экономических показателей, характеризующих изменения в деятельности хозяйствующих субъектов

Порядок выполнения:

1. Изучите понятие экономической состоятельности предприятия;

2. Проведите анализ экономических результатов деятельности предприятия;

3. Проведите анализ факторов, определяющих экономические результаты деятельности предприятия;

4. Изучите внутренние условия деятельности предприятия;

5. Оформите отчет по проделанной работе.

Практическая работа 9

Тема: Муда (потери) и причины образования потерь.

Цель работы: Изучение причин образования потерь при производстве.

Задание: Изучить муды (потери) при создании потока ценности.

Порядок выполнения:

1. Изучите действия, создающие ценность;

2. Изучите действия, не создающие ценность, но необходимые;

3. Изучите действия, не создающие ценность, которые можно немедленно исключить из процесса;

4. Изучите понятия «мура» и «мури»;

5. Оформите отчет по проделанной работе.

Практическая работа 10

Тема: Основные проблемы внедрения моделей бережливого производства.

Цель работы: Выделить основные проблемы, с которыми сталкивается предприятие при внедрении модели бережливого производства.

Задание: Изучить проблемы, возникающие при внедрении модели бережливого производства.

Порядок выполнения:

1. Изучите четыре основные группы проблем;

2. Проведите анализ, направленный на решение основных возникающих проблем;

3. На примере одной из проблем представьте пути решения этой проблемы;

4. Сравните степень сложности и последствия различных проблем;

6. Оформите отчет по проделанной работе.

Практическая работа 11

Тема: Проектирование работ по внедрению бережливого производства на предприятии.

Цель работы: Формирование навыков по внедрению бережливого производства на предприятии.

Задание: Изучить методику проектирования работ по внедрению бережливого производства.

Порядок выполнения:

1. Анализ методик внедрения принципов бережливого производства;
2. Изучите алгоритм внедрения по Д. Вумеку;
3. Изучите алгоритм внедрения по Д. Хоббсу;
4. Изучите алгоритм внедрения Тайити Оно;
5. Оформите отчет по проделанной работе.

Список литературы

1. Фролов, В. П. Внедрение технологий бережливого производства в управление производством и организацию рабочих мест : монография / В. П. Фролов. — 2-е изд. — Москва : Дашков и К, 2022. — 77 c. — ISBN 978-5-394-04750-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/120695.html

2. Организация производства на предприятиях : учебное пособие для СПО / составители О. П. Смирнова. — Саратов, Москва : Профобразование, Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 83 c. — ISBN 978-5-4488-1440-2, 978-5-4497-1419-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/115098.html

3. Вумек, Д.П. Бережливое производство. Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании [Текст] / Д.П. Вумек, Д.Т. Джонс; пер. с англ. С. Турко. – М.: Альпина Паблишер, 2019. – 472 с

4. Вейдер, М.Т. Как оценить бережливость вашей компании. Практическое руководство [Текст] / М.Т. Вейдер. – М.: Альпина Паблишер, 2019. – 136 с.

5. Клюев, А. В. Бережливое производство : учебное пособие для СПО / А. В. Клюев ; под редакцией И. В. Ершовой. — 2-е изд. — Саратов, Екатеринбург : Профобразование, Уральский федеральный университет, 2019. — 87 c. — ISBN 978-5-4488-0447-2, 978-5-7996-2900-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/87789.html (дата обращения: 23.09.2022).

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора
по учебно-методической работе
_____ В.В. Зубов

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

по дисциплине

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Специальность

15.02.16 Технология машиностроения

Авторы: Кузнецов А.М., Тетерев Н.А.

Одобрены на заседании кафедры	Рассмотрены методической комиссией
Безопасности горного производства	Горно-механический
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Елохин В.А.	Осипов П.А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол №1 от 20.09.2023	Протокол №2 от 20.10.2023
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ……3

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА……..…..4
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ……..……....….5
ЕСТЕСТВЕННАЯ СИСТЕМА ЗАЩИТЫ ЧЕЛОВЕКА ОТ ОПАСНОСТЕЙ……...……..5
ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В НОРМАЛЬНЫХ
СИТУАЦИЯХ……...5
ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ……...……..5
ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ И ТРАВМАТИЗМ НА ПРОИЗВОДСТВЕ…….5
УПРАВЛЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ…….5
СОЦИАЛЬНАЯ ЗАЩИТА РАБОТНИКОВ…….,……..5
НАДЗОР И КОНТРОЛЬ ЗА СОСТОЯНИЕМ ОХРАНЫ ТРУДА……. ……..5
ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ЗА НАРУШЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ ОХРАНЫ ТРУДА…….…… ……..6
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ……..……,,,,,……7
ЗАКЛЮЧЕНИЕ…….,,…..11
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ……,,,..12

ВВЕДЕНИЕ

Современный человек живет в мире различного рода опасностей, т.е. явлений, процессов, объектов, постоянно угрожающих его здоровью и самой жизни. Не проходит и дня, чтобы газеты, радио и телевидение не принесли тревожные сообщения об очередной аварии, катастрофе, стихийном бедствии, социальном конфликте или криминальном происшествии, повлекших за собой гибель людей и громадный материальный ущерб.

По мнению специалистов, одной из причин создавшейся ситуации является недостаточный уровень образования – обучения и воспитания – человека в области обеспечения безопасной деятельности. Только постоянное формирование в людях разумного отношения к опасностям, пропаганда обязательности выполнения требований безопасности может гарантировать им нормальные условия жизни и деятельности.

В курсе БЖД излагаются теория и практика защиты человека от опасных и вредных факторов природного и антропогенного происхождения в сфере деятельности.

Данный курс предназначен для формирования у будущих специалистов сознательного и ответственного отношения к вопросам безопасности, для привития им теоретических знаний и практических навыков, необходимых для создания безопасных и безвредных условий деятельности в системе «человек – среда», проектирования новой безопасной техники и безопасных технологий, прогнозирования и принятия грамотных решений в условиях нормальных и чрезвычайных ситуаций.

В процессе изучения курса БЖД студенту предстоит решить следующие задачи: усвоить теоретические основы БЖД; ознакомиться с естественной системой защиты человека от опасностей; изучить систему искусственной защиты в условиях нормальных (штатных) и чрезвычайных (экстремальных) ситуаций; ознакомиться с проблемами заболеваемости и травматизма на производстве; изучить вопросы управления безопасностью деятельности.

Успешное изучение курса студентами возможно при наличии соответствующей учебной литературы. Предлагаемое вниманию студентов и преподавателей учебное пособие подготовлено в соответствии с учебной программой курса БЖД для студентов всех направлений и специальностей.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

В последующем разделе пособия приведена развернутая программа дисциплины «Безопасность жизнедеятельности». Она содержит названия разделов с указанием основных вопросов и разделов каждой темы. Каждая тема является основой вопросов на зачет. При чтении лекций по курсу преподаватель указывает те темы дисциплины, которые выносятся на самостоятельную проработку студентами. Для углубленного освоения темы рекомендуется дополнительная литература. При освоении указанных ниже тем рекомендуется следующий порядок самостоятельной работы студента.

1. Ознакомьтесь со структурой темы.

2. По учебникам освойте каждый структурный элемент темы.

3. При необходимости используйте указанную дополнительную литературу. Консультацию по использованию дополнительной литературы Вы можете получить у преподавателя.

4. Ответьте на контрольные вопросы. При затруднениях в ответах на вопросы вернитесь к изучению рекомендованной литературы.

5. Законспектируйте материал. При этом конспект может быть написан в виде ответов на контрольные вопросы и упражнения.

При самостоятельной работе над указанными темами рекомендуется вести записи в конспектах, формируемых на лекционных занятиях по курсу, и в том порядке, в котором данные темы следуют по учебной программе.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Основные понятия и определения. Характеристика форм трудовой деятельности. Опасности среды обитания. Основные положения теории риска. Системный анализ безопасности. Принципы, методы и средства обеспечения безопасности.

ЕСТЕСТВЕННАЯ СИСТЕМА ЗАЩИТЫ ЧЕЛОВЕКА ОТ ОПАСНОСТЕЙ

Анатомо-физиологическая характеристика человека. Анализаторы человека. Защитные механизмы организма.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В НОРМАЛЬНЫХ СИТУАЦИЯХ

Гелиофизические и метеорологические факторы. Производственная пыль. Механические опасности. Опасности при эксплуатации сосудов, работающих под давлением. Механические колебания и волны. Электробезопасность. Электромагнитные излучения. Световой климат. Ионизирующие излучения. Световой климат. Ионизирующие излучения. Химические опасности. Биологические опасности. Психологические опасности. Экологические опасности. Социальные опасности. Санитарно-гигиенические требования к устройству и содержанию предприятий.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Общая характеристика чрезвычайных ситуаций. Стихийные бедствия. Аварии на особо опасных объектах экономики. Аварии на объектах горной промышленности и подземных геологоразведочных работ. Чрезвычайные ситуации, связанные с применением современных средств поражения. Прогнозирование и оценка обстановки при чрезвычайных ситуациях. Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций. Устойчивость функционирования объектов экономики в чрезвычайных ситуациях. Ликвидация последствий чрезвычайных ситуаций. Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ И ТРАВМАТИЗМ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

Заболеваемость. Травматизм. Методы анализа травматизма.

УПРАВЛЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Правовые основы обеспечения безопасности деятельности. Обязанности работодателя по обеспечению безопасных условий труда. Время отдыха. Подготовка работников к безопасному труду. Система управления охраной труда на предприятии. Экономические аспекты охраны труда.

СОЦИАЛЬНАЯ ЗАЩИТА РАБОТНИКОВ

НАДЗОР И КОНТРОЛЬ ЗА СОСТОЯНИЕМ ОХРАНЫ ТРУДА ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ЗА НАРУШЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ ОХРАНЫ ТРУДА

• КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назовите основные термины теории безопасности деятельности, дайте их определения.
2. Охарактеризуйте основные формы трудовой деятельности.
3. Что понимают под опасностью среды обитания? Как классифицируют опасности?
4. Сформулируйте аксиому о потенциальной опасности деятельности.
5. В чем состоит идентификация (распознавание) опасности?
6. Что такое квантификация опасностей?
7. Назовите методы анализа безопасности деятельности.
8. Приведите примеры расчета производственного риска.
9. В чем заключается концепция приемлемого риска?
10. Что такое управление риском?
11. Охарактеризуйте системный анализ безопасности деятельности.
12. Перечислите принципы, методы и средства обеспечения безопасности.
13. Изложите сущность естественной системы защиты человека от опасностей.
14. Дайте анатомо-физиологическую характеристику человека.
15. Какова роль анализаторов человека в обеспечении безопасности его деятельности?
16. Опишите зрительный, слуховой и обонятельный анализаторы.
17. Опишите вестибулярный, кинестетический и кожный анализаторы.
18. Что понимают под защитными механизмами человеческого организма?
19. Охарактеризуйте действие гелиофизических и метеорологических факторов на человека.
20. Какое действие оказывают высокие и низкие температуры, повышенная и пониженная влажность на организм человека?
21. Как действуют на организм человека вредные газы и пары?
22. В чем заключается вредное действие производственной пыли на организм? Как ведется борьба с пылью?
23. Назовите средства индивидуальной защиты работающих от пыли.
24. Как классифицируют механические опасности?
25. Перечислите методы и средства защиты от механических опасностей.
26. Укажите, как обеспечивается безопасность при эксплуатации сосудов, работающих под давлением.
27. Охарактеризуйте действие инфразвука и ультразвука на организм и меры защиты от них.
28. Объясните действие шума на организм. Перечислите методы и средства коллективной и индивидуальной защиты от шума.
29. Как борются с вибрацией на горных предприятиях?
30. Объясните действие электрического тока на организм человека.

31. Укажите опасности, связанные с применением электрического тока на горных предприятиях.
32. Назовите основные меры безопасности при эксплуатации электроустановок.
33. Перечислите средства индивидуальной защиты от поражения электрическим током.
34. В чем состоит молниезащита зданий и сооружений?
35. Назовите способы защиты работающих от воздействия электрических и электромагнитных полей.
36. Укажите меры защиты от инфракрасного, ультрафиолетового и лазерного излучений.
37. Как влияет освещение на условия труда? Перечислите виды освещения.
38. Укажите средства нормализации освещения производственных помещений, рабочих мест и горных выработок.
39. Охарактеризуйте виды ионизирующих излучений.
40. Назовите общие принципы защиты от ионизирующих излучений.
41. Охарактеризуйте методы и средства защиты от ионизирующих излучений.
42. Перечислите химические опасности (вредные вещества) и укажите меры защиты от них.
43. Назовите биологические опасности и меры защиты от них.
44. Что понимают под психологическими опасностями?
45. Какие естественные факторы воздействуют на биосферу Земли?
46. В чем заключается антропогенное воздействие на природу?
47. Назовите методы и средства обеспечения экологической безопасности на горных предприятиях.
48. Какие санитарно-гигиенические требования предъявляются к устройству и содержанию предприятий?
49. Что такое чрезвычайная ситуация?
50. Перечислите признаки, характеризующие чрезвычайные ситуации.
51. Как классифицируют чрезвычайные ситуации по причинам возникновения?
52. Охарактеризуйте стихийные бедствия. Укажите мероприятия по предупреждению и ликвидации последствий стихийных бедствий.
53. Перечислите виды аварий на особо опасных объектах экономики (народного хозяйства). В чем заключается профилактика возникновения аварий на таких объектах?
54. Какие аварии происходят на объектах горной промышленности? Укажите методы профилактики и ликвидации таких аварий.
55. Охарактеризуйте чрезвычайные ситуации, связанные с применением современных средств поражения.
56. Перечислите основные принципы и способы защиты населения от чрезвычайных ситуаций.

57. Какие действия надлежит выполнить населению при стихийных бедствиях и авариях?
58. Укажите действия населения при возникновении угрозы нападения противника.
59. Какие действия должно выполнять население в очагах поражения и после выхода из них?
60. Какие факторы влияют на устойчивость функционирования объектов экономики?
61. Перечислите основные мероприятия по повышению устойчивости функционирования объектов экономики.
62. Назовите принципы организации и проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ (АСиДНР) в чрезвычайных ситуациях мирного и военного времени.
63. Какие приемы и способы проведения АСиДНР используются в очагах поражения?
64. Перечислите меры безопасности при проведении АСиДНР.
65. По каким признакам классифицируют травмы и несчастные случаи на производстве?
66. Перечислите причины травматизма.
67. Укажите причины несчастных случаев на шахтах.
68. Опишите порядок расследования и учета несчастных случаев на производстве.
69. В чем заключается профилактика травматизма?
70. Какие методы используются при анализе травматизма?
71. Как расследуются профессиональные заболевания?
72. Кто назначает комиссию по расследованию профессионального заболевания?
73. Каким образом определяется окончательный диагноз острого профессионального заболевания?
74. Назовите меры профилактики профессиональных заболеваний.
75. Назовите меры профилактики производственного травматизма.
76. Изложите правовые основы обеспечения безопасности деятельности.
77. Какие обязанности возложены на администрацию предприятия по обеспечению охраны труда?
78. Перечислите виды подготовки работников к безопасному труду.
79. Что понимают под системой управления охраной труда на предприятиях?
80. Назовите основные нормативные документы, обеспечивающие безопасность деятельности.
81. Какова продолжительность ежедневной работы?
82. Какова профессиональная подготовка работников к безопасному труду?
83. Опишите систему управления охраной труда.
84. Назовите фонды охраны труда.

85. Чем обусловливается эффективность мероприятий по охране труда?
86. Опишите медицинское обслуживание работников.
87. Какие существуют льготы и компенсации за вредные и опасные условия труда?
88. Поясните суть обязательного социального страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.
89. Назовите обязательные принципы обязательного страхования от несчастных случаев на производстве и профзаболеваний.
90. Кто имеет право на получение страховых выплат в случае смерти застрахованного?
91. Как осуществляются страховые выплаты по социальному страхованию?
92. Как начисляется пособие по временной нетрудоспособности?
93. Каков порядок привлечения к дисциплинарной ответственности?
94. Кто может привлекать к дисциплинарной ответственности.
95. Кто может привлекать к административной ответственности?
96. В каких случаях привлекают к уголовной ответственности?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В среде обитания человека постоянно присутствуют естественные, техногенные и антропогенные опасности.

Полностью устранить негативное влияние естественных опасностей человечеству до настоящего времени не удается. Реальные успехи в защите человека от стихийных явлений сводятся к определению наиболее вероятных зон их действия и ликвидации возникающих последствий.

Мир техногенных опасностей вполне познаваем, и у человека есть достаточно способов и средств для защиты.

Антропогенные опасности во многом обусловлены недостаточным вниманием человека к проблеме безопасности, склонностью к риску и пренебрежению опасностью. Часто это связано с ограниченными знаниями человека о мире опасностей и негативных последствиях их проявления. Воздействие антропогенных опасностей может быть сведено к минимуму за счет обучения населения и работающих основам безопасности жизнедеятельности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Безопасность жизнедеятельности [Текст]: учебное пособие / В.В. Токмаков, Ю.Ф. Килин, А.М. Кузнецов; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский государственный горный университет. - 4-е изд., испр. и доп. - Екатеринбург: УГГУ, 2018. - 272 с.

Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие / В.А. Подюков, В.В. Токмаков, В.М. Куликов ; под ред. В.В. Токмакова ; Уральский государственный горный уни-верситет. - 3-е изд., испр. и доп. - Екатеринбург : УГГУ, 2007. - 314 с.

Белов С. В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность): учебник. 5-е изд., исправл. и доп. – М.: Изд-во «Юрай», 2015. – 702с.

Безопасность жизнедеятельности: энциклопедический словарь / под ред. проф. Русака О. Н. – СПб.: Инф-изд. агент «Лик», 2003.

Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов / К. З. Ушаков, Н. О. Каледина, Б. Ф. Кирин, М. А. Сребный / под ред. К. З. Ушакова. – М.: Изд-во МГГУ, 2000. – 430 с.

Воронов Е. Т., Резник Ю. Н., Бондарь И. А. Безопасность жизнедеятельности. Теоретические основы БЖД. Охрана труда: учебное пособие. – Чита: Изд-во ЧитГУ, 2010. – 390 с.

Занько Н. К., Малаян К. Р., Русак О. Н. Безопасность жизнедеятельности: учебник. – М.: Лань, 2012. – 672 с.

Субботин А. И. Управление безопасностью труда: учебное пособие. – М.: Изд-во МГГУ, 2014. – 266 с.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

Проректор по учебно-методическому комплексу

_____С.А. Упоров

УТВЕРЖДАЮ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ УЧАЩИХСЯ

СГ. 07 КУЛЬТУРОЛОГИЯ

Специальность

15.02.16 Технология машиностроения

программа подготовки специалистов среднего звена

на базе среднего общего образования

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 3
1 Методические рекомендации по работе с текстом лекций 5
2 Методические рекомендации по подготовке к опросу 6
3 Методические рекомендации по подготовке доклада (презентации) 7
4 Методические рекомендации по написанию эссе 10
5 Методические рекомендации по подготовке к семинарским занятиям 13
6 Методические рекомендации по подготовке к дискуссии 14
7 Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов 15

ВВЕДЕНИЕ

Инициативная самостоятельная работа студента есть неотъемлемая составная часть учебы в вузе. В современном формате высшего образования значительно возрастает роль самостоятельной работы студента. Правильно спланированная и организованная самостоятельная работа обеспечивает достижение высоких результатов в учебе.

Самостоятельная работа студента (СРС) - это планируемая учебная, учебноисследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия, при сохранении ведущей роли студентов.

Целью СРС является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками по профилю будущей специальности, опытом творческой, исследовательской деятельности, развитие самостоятельности. Ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровней. Самостоятельная работа студента – важнейшая составная часть учебного процесса, обязательная для каждого студента, объем которой определяется учебным планом. Методологическую основу СРС составляет деятельностный подход, при котором цели обучения ориентированы на формирование умений решать типовые и нетиповые задачи, т. е. на реальные ситуации, в которых студентам надо проявить знание конкретной дисциплины. Предметно и содержательно СРС определяется государственным образовательным стандартом, действующими учебными планами и образовательными программами различных форм обучения, рабочими программами учебных дисциплин, средствами обеспечения СРС: учебниками, учебными пособиями и методическими руководствами, учебно-программными комплексами и т.д.

Самостоятельная работа студентов может рассматриваться как организационная форма обучения - система педагогических условий, обеспечивающих управление учебной деятельностью студентов по освоению знаний и умений в области учебной и научной деятельности без посторонней помощи.

Самостоятельная работа студентов проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;

- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирования практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развития исследовательских умений;
- получения навыков эффективной самостоятельной профессиональной

(практической и научно-теоретической) деятельности.

Самостоятельная работа студента - это особым образом организованная деятельность, включающая в свою структуру такие компоненты, как:

- уяснение цели и поставленной учебной задачи;
- четкое и системное планирование самостоятельной работы;
- поиск необходимой учебной и научной информации;
- освоение информации и ее логическая переработка;
- использование методов исследовательской, научно-исследовательской работы для решения поставленных задач;
- выработка собственной позиции по поводу полученной задачи; • представление, обоснование и защита полученного решения;
- проведение самоанализа и самоконтроля.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы: аудиторная и внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию: текущие консультации, коллоквиум, прием и разбор домашних заданий и другие.

Внеаудиторная самостоятельная работа - планируемая учебная, учебноисследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия: подготовка презентаций, составление глоссария, подготовка к практическим занятиям, подготовка рецензий, аннотаций на статью, подготовка к дискуссиям, круглым столам.

СРС может включать следующие формы работ:

- изучение лекционного материала;
- работа с источниками литературы: поиск, подбор и обзор литературы и электронных источников информации по заданной проблеме курса;
- выполнение домашних заданий, выдаваемых на практических занятиях: тестов, докладов, контрольных работ и других форм текущего контроля;
- изучение материала, вынесенного на самостоятельное изучение; подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к контрольной работе или коллоквиуму;
- подготовка к зачету, экзамену, другим аттестациям;
- написание реферата, эссе по заданной проблем;
- выполнение расчетно-графической работы;
- выполнение выполнение курсовой работы или проекта;
- анализ научной публикации по определенной преподавателем теме, ее реферирование; - исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах.

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета /экзамена, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения. Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов online и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

Подготовка к самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита творческих работ и электронных презентаций и др.

.

1. Методические рекомендации по работе с текстом лекций

На лекционных занятиях необходимо конспектировать учебный материал. Обращать внимание на формулировки, определения, раскрывающие содержание тех или иных понятий, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском мастерстве. Внимательное слушание и конспектирование лекций предполагает интенсивную умственную деятельность студента, и помогает усвоить учебный материал.

Желательно оставлять в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений, фиксировать вопросы, вызывающие личный интерес, варианты ответов на них, сомнения, проблемы, спорные положения. Рекомендуется вести записи на одной стороне листа, оставляя вторую сторону для размышлений, разборов, вопросов, ответов на них, для фиксирования деталей темы или связанных с ней фактов, которые припоминаются самим студентом в ходе слушания.

Слушание лекций - сложный вид интеллектуальной деятельности, успех которой обусловлен *умением слушать*, и стремлением воспринимать материал, нужное записывая в тетрадь. Запись лекции помогает сосредоточить внимание на главном, в ходе самой лекции продумать и осмыслить услышанное, осознать план и логику изложения материала преподавателем.

Такая работа нередко вызывает трудности у студентов: некоторые стремятся записывать все дословно, другие пишут отрывочно, хаотично. Чтобы избежать этих ошибок, целесообразно придерживаться ряда правил.

1. После записи ориентирующих и направляющих внимание данных (тема, цель, план лекции, рекомендованная литература) важно попытаться проследить, как они раскрываются в содержании, подкрепляются формулировками, доказательствами, а затем и выводами.
2. Записывать следует основные положения и доказывающие их аргументы, наиболее яркие примеры и факты, поставленные преподавателем вопросы для самостоятельной проработки.
3. Стремиться к четкости записи, ее последовательности, выделяя темы, подтемы, вопросы и подвопросы, используя цифровую и буквенную нумерацию (римские и арабские цифры, большие и малые буквы), красные строки, выделение абзацев, подчеркивание главного и т.д.

Форма записи материала может быть различной - в зависимости от специфики изучаемого предмета. Это может быть стиль учебной программы (назывные предложения), уместны и свои краткие пояснения к записям.

Студентам не следует подробно записывать на лекции «все подряд», но обязательно фиксировать то, что преподаватели диктуют – это базовый конспект, содержащий основные положения лекции: определения, выводы, параметры, критерии, аксиомы, постулаты, парадигмы, концепции, ситуации, а также мысли-маяки (ими часто являются афоризмы, цитаты, остроумные изречения). Запись лекции лучше вести в сжатой форме, короткими и четкими фразами. Каждому студенту полезно выработать свою систему сокращений, в которой он мог бы разобраться легко и безошибочно.

Даже отлично записанная лекция предполагает дальнейшую самостоятельную работу над ней (осмысление ее содержания, логической структуры, выводов). С целью доработки конспекта лекции необходимо в первую очередь прочитать записи, восстановить текст в памяти, а также исправить описки, расшифровать не принятые ранее сокращения, заполнить пропущенные места, понять текст, вникнуть в его смысл. Далее прочитать материал по рекомендуемой литературе, разрешая в ходе чтения возникшие ранее затруднения, вопросы, а также дополняя и исправляя свои записи. В ходе доработки конспекта углубляются, расширяются и закрепляются знания, а также дополняется,

исправляется и совершенствуется конспект. Доработанный конспект и рекомендуемая литература используется при подготовке к практическому занятию. Знание лекционного материала при подготовке к практическому занятию обязательно.

Особенно важно в процессе самостоятельной работы над лекцией выделить новый понятийный аппарат, уяснить суть новых понятий, при необходимости обратиться к словарям и другим источникам, заодно устранив неточности в записях. Главное - вести конспект аккуратно и регулярно, только в этом случае он сможет стать подспорьем в изучении дисциплины.

Работа над лекцией стимулирует самостоятельный поиск ответов на самые различные вопросы: над какими понятиями следует поработать, какие обобщения сделать, какой дополнительный материал привлечь.

Важным средством, направляющим самообразование, является выполнение различных заданий по тексту лекции, например, составление ее развернутого плана или тезисов; ответы на вопросы проблемного характера, (скажем, об основных тенденциях развития той или иной проблемы); составление проверочных тесты по проблеме, написание по ней реферата, составление графических схем.

По своим задачам лекции могут быть разных жанров: *установочная лекция* вводит в изучение курса, предмета, проблем (что и как изучать), а *обобщающая лекция* позволяет подвести итог (зачем изучать), выделить главное, усвоить законы развития знания, преемственности, новаторства, чтобы применить обобщенный позитивный опыт к решению современных практических задач. Обобщающая лекция ориентирует в истории и современном состоянии научной проблемы.

В процессе освоения материалов обобщающих лекций студенты могут выполнять задания разного уровня. Например: задания *репродуктивного* уровня (составить развернутый план обобщающей лекции, составить тезисы по материалам лекции); задания *продуктивного* уровня (ответить на вопросы проблемного характера, составить опорный конспект по схеме, выявить основные тенденции развития проблемы); задания *творческого* уровня (составить проверочные тесты по теме, защитить реферат и графические темы по данной проблеме). Обращение к ранее изученному материалу не только помогает восстановить в памяти известные положения, выводы, но и приводит разрозненные знания в систему, углубляет и расширяет их. Каждый возврат к старому материалу позволяет найти в нем что-то новое, переосмыслить его с иных позиций, определить для него наиболее подходящее место в уже имеющейся системе знаний.

.

2. Методические указания по подготовке к опросу

Самостоятельная работа обучающихся включает подготовку к устному или письменному опросу на семинарских занятиях. Для этого обучающийся изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернетресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

Письменный опрос

Письменный опрос является одной из форм текущего контроля успеваемости студента. При изучении материала студент должен убедиться, что хорошо понимает основную терминологию темы, умеет ее использовать в нужном контексте. Желательно составить краткий конспект ответа на предполагаемые вопросы письменной работы, чтобы убедиться в том, что студент владеет материалом и может аргументировано, логично и грамотно письменно изложить ответ на вопрос. Следует обратить особое внимание на написание профессиональных терминов, чтобы избегать грамматических ошибок в работе. При изучении новой для студента терминологии рекомендуется изготовить карточки,

которые содержат новый термин и его расшифровку, что значительно облегчит работу над материалом.

Устный опрос

Целью устного собеседования являются обобщение и закрепление изученного курса. Студентам предлагаются для освещения сквозные концептуальные проблемы. При подготовке следует использовать лекционный материал и учебную литературу. Для более глубокого постижения курса и более основательной подготовки рекомендуется познакомиться с указанной дополнительной литературой. Готовясь к семинару, студент должен, прежде всего, ознакомиться с общим планом семинарского занятия. Следует внимательно прочесть свой конспект лекции по изучаемой теме и рекомендуемую к теме семинара литературу. С незнакомыми терминами и понятиями следует ознакомиться в предлагаемом глоссарии, словаре или энциклопедии [1].

Критерии качества устного ответа.

1. Правильность ответа по содержанию.
2. Полнота и глубина ответа.
3. Сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала).
4. Логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться профессиональной терминологией).
5. Рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели).
6. Своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе).
7. Использование дополнительного материала (приветствуется, но не обязательно для всех студентов).
8. Рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей студентов)[2].

Ответ на каждый вопрос из плана семинарского занятия должен быть содержательным и аргументированным. Для этого следует использовать документы, монографическую, учебную и справочную литературу.

Для успешной подготовки к устному опросу, студент должен законспектировать рекомендуемую литературу, внимательно осмыслить лекционный материал и сделать выводы. Объем временина на подготовку к устному опросу зависимости от сложности темы и особенностей организации обучающимся своей самостоятельной работы.

.Методические рекомендации по подготовке доклада (презентации)

---

[1] Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii_dlya_studentov_21.pdf [2]Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: http://priab.ru/images/metod_agro/Metod_Inostran_yazyk_35.03.04_Agro_15.01.2016.pdf

Доклад – публичное сообщение по заданной теме, представляющее собой развернутое изложение на определенную тему, вид самостоятельной работы, который используется в учебных и внеаудиторных занятиях и способствует формированию навыков исследовательской работы, освоению методов научного познания, приобретению навыков публичного выступления, расширяет познавательные интересы, приучает критически мыслить.

При подготовке доклада используется дополнительная литература, систематизируется материал. Работа над докладом не только позволяет учащемуся приобрести новые знания, но и способствует формированию важных научноисследовательских навыков самостоятельной работы с научной литературой, что повышает познавательный интерес к научному познанию.

Приветствуется использование мультимедийных технологий, подготовка докладовпрезентаций.

Доклад должен соответствовать следующим требованиям:

- тема доклада должна быть согласованна с преподавателем и соответствовать теме занятия;
- иллюстрации (слайды в презентации) должны быть достаточными, но не чрезмерными;
- материалы, которыми пользуется студент при подготовке доклада-презентации, должны тсоответствовать научно-методическим требованиям ВУЗа и быть указаны в докладе;
- необходимо соблюдать регламент: 7-10 минут выступления.

Преподаватель может дать тему сразу нескольким студентам одной группы, по принципу: докладчик и оппонент. Студенты могут подготовить два выступления с противоположными точками зрения и устроить дискуссию по проблемной теме. Докладчики и содокладчики во многом определяют содержание, стиль, активность данного занятия, для этого необходимо:

- использовать технические средства;
- знать и хорошо ориентироваться в теме всей презентации (семинара);
- уметь дискутировать и быстро отвечать на вопросы;
- четко выполнять установленный регламент: докладчик - 7-10 мин.; содокладчик - 5 мин.; дискуссия - 10 мин;
- иметь представление о композиционной структуре доклада.

После выступления докладчик и содокладчик, должны ответить на вопросы слушателей.

В подготовке доклада выделяют следующие этапы:

1. Определение цели доклада: информировать, объяснить, обсудить что-то

(проблему, решение, ситуацию и т. п.)

2. Подбор литературы, иллюстративных примеров.
3. Составление плана доклада, систематизация материала, композиционное оформление доклада в виде печатного /рукописного текста и электронной презентации. ***Общая структура доклада***

Построение доклада включает три части: вступление, основную часть и заключение.

Вступление.

Вступление должно содержать:

- название презентации (доклада);
- сообщение основной идеи;
- обоснование актуальности обсуждаемого вопроса;

- современную оценку предмета изложения;
- краткое перечисление рассматриваемых вопросов; - живую интересную форму изложения;
- акцентирование оригинальности подхода.

Основная часть.

Основная часть состоит из нескольких разделов, постепенно раскрывающих тему. Возможно использование иллюстрации (графики, диаграммы, фотографии, карты, рисунки) Если необходимо, для обоснования темы используется ссылка на источники с доказательствами, взятыми из литературы (цитирование авторов, указание цифр, фактов, определений). Изложение материала должно быть связным, последовательным, доказательным.

Задача основной части - представить достаточно данных для того, чтобы слушатели и заинтересовались темой и захотели ознакомиться с материалами. При этом логическая структура теоретического блока не должны даваться без наглядных пособий, аудио-визуальных и визуальных материалов.

Заключение.

Заключение - это ясное четкое обобщение, в котором подводятся итоги, формулируются главные выводы, подчеркивается значение рассмотренной проблемы, предлагаются самые важные практические рекомендации. Требования к оформлению доклада. Объем машинописного текста доклада должен быть рассчитан на произнесение доклада в течение 7 -10 минут (3-5 машинописных листа текста с докладом). Доклад оценивается по следующим критериям:

Критерии оценки доклада, сообщения	*Количество баллов*
Содержательность, информационная насыщенность доклада	1
Наличие аргументов	1
Наличие выводов	1
Наличие презентации доклада	1
Владение профессиональной лексикой	1
Итого:	5

Электронные презентации выполняются в программе MS PowerPoint в виде слайдов в следующем порядке: • титульный лист с заголовком темы и автором исполнения презентации; • план презентации (5-6 пунктов - это максимум); • основная часть (не более 10 слайдов); • заключение (вывод). Общие требования к стилевому оформлению презентации: • дизайн должен быть простым и лаконичным; • основная цель - читаемость, а не субъективная красота; цветовая гамма должна состоять не более чем из двух-трех цветов; • всегда должно быть два типа слайдов: для титульных и для основного текста; • размер шрифта должен быть: 24–54 пункта (заголовок), 18–36 пунктов (обычный текст); • текст должен быть свернут до ключевых слов и фраз. Полные развернутые предложения на слайдах таких презентаций используются только при цитировании; каждый слайд должен иметь заголовок; • все слайды должны быть выдержаны в одном стиле; • на каждом слайде

должно быть не более трех иллюстраций; • слайды должны быть пронумерованы с указанием общего количества слайдов

4. Методические рекомендации по написанию эссе

Эссе - это самостоятельная письменная работа на тему, предложенную преподавателем. Цель эссе состоит в развитии навыков самостоятельного творческого мышления и письменного изложения собственных мыслей. Писать эссе чрезвычайно полезно, поскольку это позволяет автору научиться четко и грамотно формулировать мысли, структурировать информацию, использовать основные категории анализа, выделять причинно-следственные связи, иллюстрировать понятия соответствующими примерами, аргументировать свои выводы; овладеть научным стилем речи.

Эссе должно содержать: четкое изложение сути поставленной проблемы, включать самостоятельно проведенный анализ этой проблемы с использованием концепций и аналитического инструментария, рассматриваемого в рамках дисциплины, выводы, обобщающие авторскую позицию по поставленной проблеме. В зависимости от специфики дисциплины формы эссе могут значительно дифференцироваться. В некоторых случаях это может быть анализ имеющихся статистических данных по изучаемой проблеме, анализ материалов из средств массовой информации и использованием изучаемых моделей, подробный разбор предложенной задачи с развернутыми мнениями, подбор и детальный анализ примеров, иллюстрирующих проблему и т.д.

Построение эссе - это ответ на вопрос или раскрытие темы, которое основано на классической системе доказательств.

Структура эссе

1. *Титульный лист* (заполняется по единой форме);
2. *Введение* - суть и обоснование выбора данной темы, состоит из ряда компонентов, связанных логически и стилистически.

На этом этапе очень важно правильно *сформулировать вопрос, на который вы собираетесь найти ответ в ходе своего исследования.*

3. *Основная часть* - теоретические основы выбранной проблемы и изложение основного вопроса.

Данная часть предполагает развитие аргументации и анализа, а также обоснование их, исходя из имеющихся данных, других аргументов и позиций по этому вопросу. В этом заключается основное содержание эссе и это представляет собой главную трудность. Поэтому важное значение имеют подзаголовки, на основе которых осуществляется структурирование аргументации; именно здесь необходимо обосновать (логически, используя данные или строгие рассуждения) предлагаемую аргументацию/анализ. Там, где это необходимо, в качестве аналитического инструмента можно использовать графики, диаграммы и таблицы.

В зависимости от поставленного вопроса анализ проводится на основе следующих категорий:

Причина - следствие, общее - особенное, форма - содержание, часть - целое, постоянство - изменчивость.

В процессе построения эссе необходимо помнить, что один параграф должен содержать только одно утверждение и соответствующее доказательство, подкрепленное графическим и иллюстративным материалом. Следовательно, наполняя содержанием разделы аргументацией (соответствующей подзаголовкам), необходимо в пределах параграфа ограничить себя рассмотрением одной главной мысли.

Хорошо проверенный (и для большинства — совершено необходимый) способ построения любого эссе - использование подзаголовков для обозначения ключевых моментов аргументированного изложения: это помогает посмотреть на то, что

предполагается сделать (и ответить на вопрос, хорош ли замысел). Такой подход поможет следовать точно определенной цели в данном исследовании. Эффективное использование подзаголовков - не только обозначение основных пунктов, которые необходимо осветить. Их последовательность может также свидетельствовать о наличии или отсутствии логичности в освещении темы.

4. *Заключение* - обобщения и аргументированные выводы по теме с указанием области ее применения и т.д. Подытоживает эссе или еще раз вносит пояснения, подкрепляет смысл и значение изложенного в основной части. Методы, рекомендуемые для составления заключения: повторение, иллюстрация, цитата, впечатляющее утверждение. Заключение может содержать такой очень важный, дополняющий эссе элемент, как указание на применение (импликацию) исследования, не исключая взаимосвязи с другими проблемами.

Структура аппарата доказательств, необходимых для написания эссе

Доказательство - это совокупность логических приемов обоснования истинности какого-либо суждения с помощью других истинных и связанных с ним суждений. Оно связано с убеждением, но не тождественно ему: аргументация или доказательство должны основываться на данных науки и общественно-исторической практики, убеждения же могут быть основаны на предрассудках, неосведомленности людей в вопросах экономики и политики, видимости доказательности. Другими словами, доказательство или аргументация - это рассуждение, использующее факты, истинные суждения, научные данные и убеждающее нас в истинности того, о чем идет речь.

Структура любого доказательства включает в себя три составляющие: тезис, аргументы и выводы или оценочные суждения.

Тезис - это положение (суждение), которое требуется доказать. *Аргументы* - это категории, которыми пользуются при доказательстве истинности тезиса. *Вывод* - это мнение, основанное на анализе фактов. *Оценочные суждения* - это мнения, основанные на наших убеждениях, верованиях или взглядах. *Аргументы* обычно делятся на следующие группы:

1. *Удостоверенные факты* — фактический материал (или статистические данные).
2. *Определения* в процессе аргументации используются как описание понятий, связанных с тезисом.
3. *Законы* науки и ранее доказанные теоремы тоже могут использоваться как аргументы доказательства.

Требования к фактическим данным и другим источникам При написании эссе чрезвычайно важно то, как используются эмпирические данные и другие источники (особенно качество чтения). Все (фактические) данные соотносятся с конкретным временем и местом, поэтому прежде, чем их использовать, необходимо убедится в том, что они соответствуют необходимому для исследований времени и месту. Соответствующая спецификация данных по времени и месту — один из способов, который может предотвратить чрезмерное обобщение, результатом которого может, например, стать предположение о том, что все страны по некоторым важным аспектам одинаковы (если вы так полагаете, тогда это должно быть доказано, а не быть голословным утверждением).

Всегда можно избежать чрезмерного обобщения, если помнить, что в рамках эссе используемые данные являются иллюстративным материалом, а не заключительным актом, т.е. они подтверждают аргументы и рассуждения и свидетельствуют о том, что автор умеет использовать данные должным образом. Нельзя забывать также, что данные, касающиеся спорных вопросов, всегда подвергаются сомнению. От автора не ждут определенного или окончательного ответа. Необходимо понять сущность фактического материала, связанного с этим вопросом (соответствующие индикаторы? насколько надежны данные для

построения таких индикаторов? к какому заключению можно прийти на основании имеющихся данных и индикаторов относительно причин и следствий? и т.д.), и продемонстрировать это в эссе. Нельзя ссылаться на работы, которые автор эссе не читал сам.

Как подготовить и написать эссе

Качество любого эссе зависит от трех взаимосвязанных составляющих, таких как:

1. Исходный материал, который будет использован (конспекты прочитанной литературы, лекций, записи результатов дискуссий, собственные соображения и накопленный опыт по данной проблеме).
2. Качество обработки имеющегося исходного материала (его организация, аргументация и доводы).
3. Аргументация (насколько точно она соотносится с поднятыми в эссе проблемами).

Процесс написания эссе можно разбить на несколько стадий: обдумывание - планирование - написание - проверка - правка.

Планирование - определение цели, основных идей, источников информации, сроков окончания и представления работы.

Цель должна определять действия.

Идеи, как и цели, могут быть конкретными и общими, более абстрактными. Мысли, чувства, взгляды и представления могут быть выражены в форме аналогий, ассоциации, предположений, рассуждений, суждений, аргументов, доводов и т.д.

Аналогии - выявление идеи и создание представлений, связь элементов значений.

Ассоциации - отражение взаимосвязей предметов и явлений действительности в форме закономерной связи между нервно - психическими явлениями (в ответ на тот или иной словесный стимул выдать «первую пришедшую в голову» реакцию).

Предположения - утверждение, не подтвержденное никакими доказательствами.

Рассуждения - формулировка и доказательство мнений.

Аргументация - ряд связанных между собой суждений, которые высказываются для того, чтобы убедить читателя (слушателя) в верности (истинности) тезиса, точки зрения, позиции.

Суждение - фраза или предложение, для которого имеет смысл вопрос: истинно или ложно?

Доводы - обоснование того, что заключение верно абсолютно или с какой-либо долей вероятности. В качестве доводов используются факты, ссылки на авторитеты, заведомо истинные суждения (законы, аксиомы и т.п.), доказательства (прямые, косвенные, «от противного», «методом исключения») и т.д.

Перечень, который получится в результате перечисления идей, поможет определить, какие из них нуждаются в особенной аргументации.

*Источники***.** Тема эссе подскажет, где искать нужный материал. Обычно пользуются библиотекой, Интернет-ресурсами, словарями, справочниками. Пересмотр означает редактирование текста с ориентацией на качество и эффективность.

Качество текста складывается из четырех основных компонентов: ясности мысли, внятности, грамотности и корректности.

Мысль - это содержание написанного. Необходимо четко и ясно формулировать идеи, которые хотите выразить, в противном случае вам не удастся донести эти идеи и сведения до окружающих.

Внятность - это доступность текста для понимания. Легче всего ее можно достичь, пользуясь логично и последовательно тщательно выбранными словами, фразами и взаимосвязанными абзацами, раскрывающими тему.

Грамотность отражает соблюдение норм грамматики и правописания. Если в чемто сомневаетесь, загляните в учебник, справьтесь в словаре или руководстве по стилистике или дайте прочитать написанное человеку, чья манера писать вам нравится.

Корректность — это стиль написанного. Стиль определятся жанром, структурой работы, целями, которые ставит перед собой пишущий, читателями, к которым он обращается.

5. Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям

Семинар представляет собой комплексную форму и завершающее звено в изучении определенных тем, предусмотренных программой учебной дисциплины. Комплексность данной формы занятий определяется тем, что в ходе её проведения сочетаются выступления обучающихся и преподавателя: рассмотрение обсуждаемой проблемы и анализ различных, часто дискуссионных позиций; обсуждение мнений обучающихся и разъяснение (консультация) преподавателя; углубленное изучение теории и приобретение навыков умения ее использовать в практической работе.

По своему назначению семинар, в процессе которого обсуждается та или иная научная проблема, способствует:

- углубленному изучению определенного раздела учебной дисциплины, закреплению знаний;
- отработке методологии и методических приемов познания;
- выработке аналитических способностей, умения обобщения и формулирования выводов;
- приобретению навыков использования научных знаний в практической деятельности;
- выработке умения кратко, аргументированно и ясно излагать обсуждаемые вопросы;
- осуществлению контроля преподавателя за ходом обучения.

Семинары представляет собой *дискуссию* в пределах обсуждаемой темы (проблемы). Дискуссия помогает участникам семинара приобрести более совершенные знания, проникнуть в суть изучаемых проблем. Выработать методологию, овладеть методами анализа социально-экономических процессов. Обсуждение должно носить творческий характер с четкой и убедительной аргументацией.

По своей структуре семинар начинается со вступительного слова преподавателя, в котором кратко излагаются место и значение обсуждаемой темы (проблемы) в данной дисциплине, напоминаются порядок и направления ее обсуждения. Конкретизируется ранее известный обучающимся план проведения занятия. После этого начинается процесс обсуждения вопросов обучающимися. Завершается занятие подведением итогоа обсуждения, заключительным словом преподавателя.

Проведение семинарских занятий в рамках учебной группы (20 - 25 человек) позволяет обеспечить активное участие в обсуждении проблемы всех присутствующих.

По ходу обсуждения темы помните, что изучение теории должно быть связано с определением (выработкой) средств, путей применения теоретических положений в практической деятельности, например, при выполнении функций государственного служащего. В то же время важно не свести обсуждение научной проблемы только к пересказу случаев из практики работы, к критике имеющих место недостатков. Дискуссии имеют важное значение: учат дисциплине ума, умению выступать по существу, мыслить логически, выделяя главное, критически оценивать выступления участников семинара.

В процессе проведения семинара обучающиеся могут использовать разнообразные по своей форме и характеру пособия, демонстрируя фактический, в том числе статистический материал, убедительно подтверждающий теоретические выводы и положения. В завершение обсудите результаты работы семинара и сделайте выводы, что хорошо усвоено, а над чем следует дополнительно поработать.

В целях эффективности семинарских занятий необходима обстоятельная подготовка к их проведению. В начале семестра (учебного года) возьмите в библиотеке необходимые методические материалы для своевременной подготовки к семинарам. Готовясь к конкретной теме занятия следует ознакомиться с новыми официальными документами, статьями в периодических журналах, вновь вышедшими монографиями.

6. Методические рекомендации по подготовке к дискуссии

Современная практика предлагает широкий круг типов семинарских занятий. Среди них особое место занимает *семинар-дискуссия,* где в диалоге хорошо усваивается новая информация, видны убеждения студента, обсуждаются противоречия (явные и скрытые) и недостатки. Для обсуждения берутся конкретные актуальные вопросы, с которыми студенты предварительно ознакомлены. Дискуссия является одной из наиболее эффективных технологий группового взаимодействия, обладающей особыми возможностями в обучении, развитии и воспитании будущего специалиста.

Дискуссия (от лат. discussio - рассмотрение, исследование) - способ организации совместной деятельности с целью интенсификации процесса принятия решений в группе посредством обсуждения какого-либо вопроса или проблемы.

Дискуссия обеспечивает активное включение студентов в поиск истины; создает условия для открытого выражения ими своих мыслей, позиций, отношений к обсуждаемой теме и обладает особой возможностью воздействия на установки ее участников в процессе группового взаимодействия. Дискуссию можно рассматривать как *метод интерактивного обучения* и как особую технологию, включающую в себя другие методы и приемы обучения: «мозговой штурм», «анализ ситуаций» и т.д.

Обучающий эффект дискуссии определяется предоставляемой участнику возможностью получить разнообразную информацию от собеседников, продемонстрировать и повысить свою компетентность, проверить и уточнить свои представления и взгляды на обсуждаемую проблему, применить имеющиеся знания в процессе совместного решения учебных и профессиональных задач.

Развивающая функция дискуссии связана со стимулированием творчества обучающихся, развитием их способности к анализу информации и аргументированному, логически выстроенному доказательству своих идей и взглядов, с повышением коммуникативной активности студентов, их эмоциональной включенности в учебный процесс.

Влияние дискуссии на личностное становление студента обусловливается ее целостно - ориентирующей направленностью, созданием благоприятных условий для проявления индивидуальности, самоопределения в существующих точках зрения на определенную проблему, выбора своей позиции; для формирования умения взаимодействовать с другими, слушать и слышать окружающих, уважать чужие убеждения, принимать оппонента, находить точки соприкосновения, соотносить и согласовывать свою позицию с позициями других участников обсуждения.

Безусловно, наличие оппонентов, противоположных точек зрения всегда обостряет дискуссию, повышает ее продуктивность, позволяет создавать с их помощью конструктивный конфликт для более эффективного решения обсуждаемых проблем.

Существует несколько видов дискуссий, использование того или иного типа дискуссии зависит от характера обсуждаемой проблемы и целей дискуссии.

Дискуссия- диалог чаще всего применяется для совместного обсуждения учебных и производственных проблем, решение которых может быть достигнуто путем взаимодополнения, группового взаимодействия по принципу «индивидуальных вкладов» или на основе согласования различных точек зрения, достижения консенсуса.

Дискуссия - спор используется для всестороннего рассмотрения сложных проблем, не имеющих однозначного решения даже в науке, социальной, политической жизни, производственной практике и т.д. Она построена на принципе «позиционного противостояния» и ее цель - не столько решить проблему, сколько побудить участников дискуссии задуматься над проблемой, уточнить и определить свою позицию; научить аргументировано отстаивать свою точку зрения и в то же время осознать право других иметь свой взгляд на эту проблему, быть индивидуальностью. Условия эффективного проведения дискуссии:

- нформированность и подготовленность студентов к дискуссии,
- свободное владение материалом, привлечение различных источников для аргументации отстаиваемых положений;
- правильное употребление понятий, используемых в дискуссии, их единообразное понимание;
- корректность поведения, недопустимость высказываний, задевающих личность оппонента; установление регламента выступления участников;
- полная включенность группы в дискуссию, участие каждого студента в ней.

Подготовка студентов к дискуссии: если тема объявлена заранее, то следует ознакомиться с указанной литературой, необходимыми справочными материалами, продумать свою позицию, четко сформулировать аргументацию, выписать цитаты, мнения специалистов.

В проведении дискуссии выделяется несколько этапов.

*Этап 1-й, введение в дискуссию***:** формулирование проблемы и целей дискуссии; определение значимости проблемы, совместная выработка правил дискуссии; выяснение однозначности понимания темы дискуссии, используемых в ней терминов, понятий.

*Этап 2-й, обсуждение проблемы***:** обмен участниками мнениями по каждому вопросу. Цель этапа - собрать максимум мнений, идей, предложений, соотнося их друг с другом.

*Этап 3-й, подведение итогов обсуждения***:** выработка студентами согласованного мнения и принятие группового решения.

Далее подводятся итоги дискуссии, заслушиваются и защищаются проектные задания. После этого проводится "мозговой штурм" по нерешенным проблемам дискуссии, а также выявляются прикладные аспекты, которые можно рекомендовать для включения в курсовые и дипломные работы или в апробацию на практике.

Семинары-дискуссии проводятся с целью выявления мнения студентов по актуальным и проблемным вопросам.

7. Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов

Экзамен - одна из важнейших частей учебного процесса, имеющая огромное значение.

Во-первых, готовясь к экзамену, студент приводит в систему знания, полученные на лекциях, семинарах, практических и лабораторных занятиях, разбирается в том, что осталось непонятным, и тогда изучаемая им дисциплина может быть воспринята в полном

объеме с присущей ей строгостью и логичностью, ее практической направленностью. А это чрезвычайно важно для будущего специалиста.

Во-вторых, каждый хочет быть волевым и сообразительным., выдержанным и целеустремленным, иметь хорошую память, научиться быстро находить наиболее рациональное решение в трудных ситуациях. Очевидно, что все эти качества не только украшают человека, но и делают его наиболее действенным членом коллектива. Подготовка и сдача экзамена помогают студенту глубже усвоить изучаемые дисциплины, приобрести навыки и качества, необходимые хорошему специалисту.

Конечно, успех на экзамене во многом обусловлен тем, насколько систематически и глубоко работал студент в течение семестра. Совершенно очевидно, что серьезно продумать и усвоить содержание изучаемых дисциплин за несколько дней подготовки к экзамену просто невозможно даже для очень способного студента. И, кроме того, хорошо известно, что быстро выученные на память разделы учебной дисциплины так же быстро забываются после сдачи экзамена.

При подготовке к экзамену студенты не только повторяют и дорабатывают материал дисциплины, которую они изучали в течение семестра, они обобщают полученные знания, осмысливают методологию предмета, его систему, выделяют в нем основное и главное, воспроизводят общую картину с тем, чтобы яснее понять связь между отдельными элементами дисциплины. Вся эта обобщающая работа проходит в условиях напряжения воли и сознания, при значительном отвлечении от повседневной жизни, т. е. в условиях, благоприятствующих пониманию и запоминанию.

Подготовка к экзаменам состоит в приведении в порядок своих знаний. Даже самые способные студенты не в состоянии в короткий период зачетно-экзаменационной сессии усвоить материал целого семестра, если они над ним не работали в свое время. Для тех, кто мало занимался в семестре, экзамены принесут мало пользы: что быстро пройдено, то быстро и забудется. И хотя в некоторых случаях студент может «проскочить» через экзаменационный барьер, в его подготовке останется серьезный пробел, трудно восполняемый впоследствии.

Определив назначение и роль экзаменов в процессе обучения, попытаемся на этой основе пояснить, как лучше готовиться к ним.

Экзаменам, как правило, предшествует защита курсовых работ (проектов) и сдача зачетов. К экзаменам допускаются только студенты, защитившие все курсовые работы проекты) и сдавшие все зачеты. В вузе сдача зачетов организована так, что при систематической работе в течение семестра, своевременной и успешной сдаче всех текущих работ, предусмотренных графиком учебного процесса, большая часть зачетов не вызывает повышенной трудности у студента. Студенты, работавшие в семестре по плану, подходят к экзаменационной сессии без напряжения, без излишней затраты сил в последнюю, «зачетную» неделю.

Подготовку к экзамену следует начинать с первого дня изучения дисциплины. Как правило, на лекциях подчеркиваются наиболее важные и трудные вопросы или разделы дисциплины, требующие внимательного изучения и обдумывания. Нужно эти вопросы выделить и обязательно постараться разобраться в них, не дожидаясь экзамена, проработать их, готовясь к семинарам, практическим или лабораторным занятиям, попробовать самостоятельно решить несколько типовых задач. И если, несмотря на это, часть материала осталась неусвоенной, ни в коем случае нельзя успокаиваться, надеясь на то, что это не попадется на экзамене. Факты говорят об обратном; если те или другие вопросы учебной дисциплины не вошли в экзаменационный билет, преподаватель может их задать (и часто задает) в виде дополнительных вопросов.

Точно такое же отношение должно быть выработано к вопросам и задачам, перечисленным в программе учебной дисциплины, выдаваемой студентам в начале

семестра. Обычно эти же вопросы и аналогичные задачи содержатся в экзаменационных билетах. Не следует оставлять без внимания ни одного раздела дисциплины: если не удалось в чем-то разобраться самому, нужно обратиться к товарищам; если и это не помогло выяснить какой-либо вопрос до конца, нужно обязательно задать этот вопрос преподавателю на предэкзаменационной консультации. Чрезвычайно важно приучить себя к умению самостоятельно мыслить, учиться думать, понимать суть дела. Очень полезно после проработки каждого раздела восстановить в памяти содержание изученного материала. кратко записав это на листе бумаги. создать карту памяти (умственную карту), изобразить необходимые схемы и чертежи (логико-графические схемы), например, отобразить последовательность вывода теоремы или формулы. Если этого не сделать, то большая часть материала останется не понятой, а лишь формально заученной, и при первом же вопросе экзаменатора студент убедится в том, насколько поверхностно он усвоил материал.

В период экзаменационной сессии происходит резкое изменение режима работы, отсутствует посещение занятий по расписанию. При всяком изменении режима работы очень важно скорее приспособиться к новым условиям. Поэтому нужно сразу выбрать такой режим работы, который сохранился бы в течение всей сессии, т. е. почти на месяц. Необходимо составить для себя новый распорядок дня, чередуя занятия с отдыхом. Для того чтобы сократить потерю времени на включение в работу, рабочие периоды целесообразно делать длительными, разделив день примерно на три части: с утра до обеда, с обеда до ужина и от ужина до сна.

Каждый рабочий период дня надо заканчивать отдыхом. Наилучший отдых в период экзаменационной сессии - прогулка, кратковременная пробежка или какой-либо неутомительный физический труд.

При подготовке к экзаменам основное направление дают программа учебной дисциплины и студенческий конспект, которые указывают, что наиболее важно знать и уметь делать. Основной материал должен прорабатываться по учебнику (если такой имеется) и учебным пособиям, так как конспекта далеко недостаточно для изучения дисциплины. Учебник должен быть изучен в течение семестра, а перед экзаменом сосредоточьте внимание на основных, наиболее сложных разделах. Подготовку по каждому разделу следует заканчивать восстановлением по памяти его краткого содержания в логической последовательности.

За один - два дня до экзамена назначается консультация. Если ее правильно использовать, она принесет большую пользу. Во время консультации студент имеет полную возможность получить ответ на нее ни ясные ему вопросы. А для этого он должен проработать до консультации все темы дисциплины. Кроме того, преподаватель будет отвечать на вопросы других студентов, что будет для вас повторением и закреплением знаний. И еще очень важное обстоятельство: преподаватель на консультации, как правило, обращает внимание на те вопросы, по которым на предыдущих экзаменах ответы были неудовлетворительными, а также фиксирует внимание на наиболее трудных темах дисциплины. Некоторые студенты не приходят на консультации либо потому, что считают, что у них нет вопросов к преподавателю, либо полагают, что у них и так мало времени и лучше самому прочитать материал в конспекте или и учебнике. Это глубокое заблуждение. Никакая другая работа не сможет принести столь значительного эффекта накануне экзамена, как консультация преподавателя.

Но консультация не может возместить отсутствия длительной работы в течение семестра и помочь за несколько часов освоить материал, требующийся к экзамену. На консультации студент получает ответы на трудные или оставшиеся неясными вопросы и, следовательно, дорабатывается материал. Консультации рекомендуется посещать, подготовив к ним все вопросы, вызывающие сомнения. Если студент придет на

консультацию, не проработав всего материала, польза от такой консультации будет невелика.

Итак, *основные советы* для подготовки к сдаче зачетов и экзаменов состоят в следующем:

- лучшая подготовка к зачетам и экзаменам - равномерная работа в течение всего семестра;
- используйте программы учебных дисциплин - это организует вашу подготовку к зачетам и экзаменам;
- учитывайте, что для полноценного изучения учебной дисциплины необходимо время;
- составляйте планы работы во времени;
- работайте равномерно и ритмично;
- курсовые работы (проекты) желательно защищать за одну - две недели до начала зачетно-экзаменационной сессии;
- все зачеты необходимо сдавать до начала экзаменационной сессии;
- помните, что конспект не заменяет учебник и учебные пособия, а помогает выбрать из него основные вопросы и ответы;
- при подготовке наибольшее внимание и время уделяйте трудным и непонятным вопросам учебной дисциплины;
- грамотно используйте консультации;
- соблюдайте правильный режим труда и отдыха во время сессии, это сохранит работоспособность и даст хорошие результаты;
- учитесь владеть собой на зачете и экзамене;
- учитесь точно и кратко передавать свои мысли, поясняя их, если нужно, логикографическими схемами.

Очень важным условием для правильного режима работы в период экзаменационной сессии является нормальный сон, иначе в день экзамена не будет чувства бодрости и уверенности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методические указания по выполнению самостоятельной работы обучающихся являются неотъемлемой частью процесса обучения в вузе. Правильная организация самостоятельной работы позволяет обучающимся развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, способствует формированию навыков совершенствования профессионального мастерства. Также внеаудиторное время включает в себя подготовку к аудиторным занятиям и изучение отдельных тем, расширяющих и углубляющих представления обучающихся по разделам изучаемой дисциплины.

Таким образом, обучающийся используя методические указания может в достаточном объеме усвоить и успешно реализовать конкретные знания, умения, навыки и получить опыт при выполнении следующих условий:

1) систематическая самостоятельная работа по закреплению полученных знаний и навыков;
2) добросовестное выполнение заданий;
3) выяснение и уточнение отдельных предпосылок, умозаключений и выводов, содержащихся в учебном курсе;
4) сопоставление точек зрения различных авторов по затрагиваемым в учебном курсе проблемам; выявление неточностей и некорректного изложения материала в периодической и специальной литературе;
5) периодическое ознакомление с последними теоретическими и практическими достижениями в области управления персоналом;
6) проведение собственных научных и практических исследований по одной или нескольким актуальным проблемам для *HR*;
7) подготовка научных статей для опубликования в периодической печати, выступление на научно-практических конференциях, участие в работе студенческих научных обществ, круглых столах и диспутах по проблемам управления персоналом.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально - ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: //http://evolkov.net/case/case.study.html/
2. Методические рекомендации по написанию реферата. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.hse.spb.ru/edu/recommendations/method-referat-2005.phtml
3. Фролова Н. А. Реферирование и аннотирование текстов по специальности (на материале немецкого языка): Учеб. пособие / ВолгГТУ, Волгоград, 2006. - С.5.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора
по учебно-методической работе
_____ В.В. Зубов

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА

Автор: Шулиманов Д.Ф.

Одобрена на заседании кафедры

Физической культуры
(название кафедры)

Зав.кафедрой _____
(подпись)

Шулиманов Д.Ф.
(Фамилия И.О.)

Протокол №1 от 28.08.2023
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией факультета

горномеханического
(название факультета)

_____
(подпись)

Осипов П.А.
(Фамилия И.О.)

Протокол №2 от 20.10.2023
(Дата)

Екатеринбург

Содержание

Цели и задачи дисциплины …….....3
Место дисциплины в структуре основной образовательной программы …….3
Требования к оформлению теста ……..…….....3
Содержание теста…….....3
Вопросы для проведения опроса…….....9
Самостоятельная работа, обеспечивающая подготовку к практическим занятиям физической культурой и спортом …….11
Выполнение работы над ошибками……...……..25

1. Цели и задачи дисциплины

Цель: формирование физической культуры личности и способности направленного использования разнообразных средств физической культуры, спорта и туризма для сохранения и укрепления здоровья, психофизической подготовки и самоподготовки к будущей жизни и профессиональной деятельности.

Задачи:

- формирование осознания социальной значимости физической культуры и её роли в развитии личности и подготовке к профессиональной деятельности;
- изучение научно-биологических, педагогических и практических основ физической культуры и здорового образа жизни;
- формирование мотивационно-ценностного отношения к физической культуре, установки на здоровый стиль жизни, физическое совершенствование и самовоспитание привычки к регулярным занятиям физическими упражнениями и спортом;

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы

Дисциплина «Физическая культура» относится к разделу «Блок 1. Базовая часть».

3. Требования к оформлению теста

Задания выполняются на листах формата А4 в рукописном виде, кроме титульного листа. На титульном листе (см. образец оформления титульного листа в печатном виде) указывается фамилия студента, номер группы, фамилия преподавателя у которого занимается обучающийся.

В конце работы должна быть поставлена подпись студента и дата выполнения заданий.

Задания должны быть выполнены в той последовательности, в которой они даны в тесте.

Выполненный тест необходимо сдать преподавателю для проверки в установленные сроки.

Если тест выполнен без соблюдения изложенных выше требований, она возвращается студенту для повторного выполнения.

По дисциплине «физическая культура» представлен, тест, вопросы для проведения опроса, самостоятельная работа, обеспечивающая подготовку к практическим занятиям физической культурой.

4. Содержание теста

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
1	Физическая культура представляет собой:	А) учебный предмет в школе Б) выполнение физических упражнений В) процесс совершенствования возможностей человека Г) часть общей культуры общества
2	Физическая подготовленность, приобретаемая в процессе физической подготовки к трудовой или иной деятельности, характеризуется:	А) высокой устойчивостью к стрессовым ситуациям, воздействию неблагоприятных условий внешней среды и различным заболеваниям Б) уровнем работоспособности и запасом двигательных умений и навыков В) хорошим развитием систем дыхания, кровообращением, достаточным запасом надежности, эффективности и экономичности Г) высокими результатами в учебной, трудовой и

		спортивной деятельности
3	Под физическим развитием понимается:	А) процесс изменения морфофункциональных свойств организма на протяжении жизни Б) размеры мускулатуры, формы тела, функциональные возможности дыхания и кровообращения, физическая работоспособность В) процесс совершенствования физических качеств при выполнении физических упражнений Г) уровень, обусловленный наследственностью и регулярностью занятий физической культурой и спортом
4	Физическая культура ориентирована на совершенствование	А) физических и психических качеств людей Б) техники двигательных действий В) работоспособности человека Г) природных физических свойств человека
5	Отличительным признаком физической культуры является:	А) развитие физических качеств и обучение двигательным действиям Б) физическое совершенство В) выполнение физических упражнений Г) занятия в форме уроков
6	В иерархии принципов в системе физического воспитания принцип всестороннего развития личности следует отнести к:	А) общим социальным принципам воспитательной стратегии общества Б) общим принципам образования и воспитания В) принципам, регламентирующим процесс физического воспитания Г) принципам обучения
7	Физическими упражнениями называются:	А) двигательные действия, с помощью которых развивают физические качества и укрепляют здоровье Б) двигательные действия, дозируемые по величине нагрузки и продолжительности выполнения В) движения, выполняемые на уроках физической культуры и во время утренней гимнастики Г) формы двигательных действий, способствующие решению задач физического воспитания
8	Нагрузка физических упражнений характеризуется:	А) подготовленностью занимающихся в соответствии с их возрастом, состоянием здоровья, самочувствием во время занятия Б) величиной их воздействия на организм В) временем и количеством повторений двигательных действий Г) напряжением отдельных мышечных групп
9	Величина нагрузки физических упражнений обусловлена:	А) сочетанием объема и интенсивности двигательных действий Б) степенью преодолеваемых при их выполнении трудностей В) утомлением, возникающим при их выполнении Г) частотой сердечных сокращений
10	Если ЧСС после выполнения упражнения восстанавливается за 60 сек до уровня, который был в начале урока, то это свидетельствует о том, что нагрузка	А) мала и ее следует увеличить Б) переносится организмом относительно легко В) достаточно большая и ее можно повторить Г) чрезмерная и ее нужно уменьшить
11	Интенсивность выполнения упражнений можно определить по ЧСС. Укажите, какую частоту пульса вызывает большая интенсивность упражнений	А) 120-130 уд/мин Б) 130-140 уд/мин В) 140-150 уд/мин Г) свыше 150 уд/мин

12	Регулярные занятия физическими упражнениями способствуют повышению работоспособности, потому что:	А) во время занятий выполняются двигательные действия, содействующие развитию силы и выносливости Б) достигаемое при этом утомление активизирует процессы восстановления и адаптации В) в результате повышается эффективность и экономичность дыхания и кровообращения. Г) человек, занимающийся физическими упражнениями, способен выполнить большой объем физической работы за отведенный отрезок времени.
13	Что понимают под закаливанием:	А) купание в холодной воде и хождение босиком Б) приспособление организма к воздействию внешней среды В) сочетание воздушных и солнечных ванн с гимнастикой и подвижными играми Г) укрепление здоровья
14	Во время индивидуальных занятий закаливающими процедурами следует соблюдать ряд правил. Укажите, какой из перечисленных ниже рекомендаций придерживаться не стоит:	А) чем ниже температура воздуха, тем интенсивней надо выполнять упражнение, т.к. нельзя допускать переохлаждения Б) чем выше температура воздуха, тем короче должны быть занятия, т.к. нельзя допускать перегревания организма В) не рекомендуется тренироваться при активном солнечном излучении Г) после занятия надо принять холодный душ
15	Правильное дыхание характеризуется:	А) более продолжительным выдохом Б) более продолжительным вдохом В) вдохом через нос и выдохом через рот Г) ровной продолжительностью вдоха и выдоха
16	При выполнении упражнений вдох не следует делать во время:	А) вращений и поворотов тела Б) наклонах туловища назад В) возвращение в исходное положение после наклона Г) дыхание во время упражнений должно быть свободным, рекомендации относительно времени вдоха и выдоха не нужны
17	Что называется осанкой?	А) качество позвоночника, обеспечивающее хорошее самочувствие и настроение Б) пружинные характеристики позвоночника и стоп В) привычная поза человека в вертикальном положении Г) силуэт человека
18	Правильной осанкой можно считать, если вы, стоя у стены, касаетесь ее:	А) затылком, ягодицами, пятками Б) лопатками, ягодицами, пятками В) затылком, спиной, пятками Г) затылком, лопатками, ягодицами, пятками
19	Соблюдение режима дня способствует укреплению здоровья, потому, что:	А) он обеспечивает ритмичность работы организма Б) он позволяет правильно планировать дела в течение дня В) распределение основных дел осуществляется более или менее стандартно в течение каждого дня Г) он позволяет избегать неоправданных физических напряжений
20	Замена одних видов деятельности другими, регулируема режимом дня,	А) это положительно сказывается на физическом и психическом состоянии человека

	позволяет поддержать работоспособность в течение дня, потому что:	Б) снимает утомление нервных клеток организма В) ритмическое чередование работы с отдыхом предупреждает возникновение перенапряжения Г) притупляется чувство общей усталости и повышает тонус организма
21	Систематические и грамотно организованные занятия физическими упражнениями укрепляют здоровье, так как	А) хорошая циркуляция крови во время упражнений обеспечивает поступление питательных веществ к органам и системам организма Б) повышается возможность дыхательной системы, благодаря чему в организм поступает большее количество кислорода, необходимого для образования энергии В) занятия способствуют повышению резервных возможностей организма Г) при достаточном энергообеспечении организм легче противостоит простудным и инфекционным заболеваниям
22	Почему на уроках физической культуры выделяют подготовительную, основную и заключительную части?	А) так учителю удобнее распределять различные по характеру упражнения Б) это обусловлено необходимость управлять динамикой работоспособности занимающихся. В) выделение частей в уроке требует Министерство образовании России Г) потому, что перед уроком, как правило, ставятся задачи, и каждая часть урока предназначена для решения одной из них
23	Укажите, в какой последовательности должны выполняться в комплексе утренней гимнастикой перечисленные упражнения: 1. Дыхательные. 2. На укрепление мышц и повышение гибкости. 3. Потягивания. 4 бег с переходом на ходьбу. 5. Ходьба с постепенным повышение частоты шагов. 6. Прыжки. 7.Поочередное напряжение и расслабление мышц. 8. Бег в спокойном темпе.	А) 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 Б) 7, 5, 8, 6, 2, 3, 2, 1, 4 В) 3, 7, 5, 8, 1, 2, 6, 4 Г) 3, 1, 2, 4, 7, 6, 8, 4
24	Под силой как физическим качеством понимается:	А) способность поднимать тяжелые предметы Б) свойство человека противодействовать внешним силам за счет мышечных напряжений В) свойство человека воздействовать на внешние силы за счет внешних сопротивлений Г) комплекс свойств организма, позволяющих преодолевать внешнее сопротивление либо противодействовать ему.
25	Выберите правильное распределение перечисленных ниже упражнений в занятии по общей физической подготовке. 1. Ходьба или спокойный бег в чередовании с дыхательными упражнениями. 2. Упражнения, постепенно включающие в работу все большее количество мышечных групп. 3. Упражнения на развитие выносливости. 4. Упражнения на развитие быстроты и гибкости. 5. упражнения на развитие силы. 6. Дыхательные упражнения.	А) 1, 2, 5, 4, 3, 6 Б) 6, 2, 3, 1, 4, 5 В) 2, 6, 4, 5, 3, 1 Г) 2,1, 3, 4, 5, 6
26	Основная часть урока по общей	А) 1, 2, 3, 4

	физической подготовке отводится развитию физических качеств. Укажите, какая последовательность воздействий на физические качества наиболее эффективна. 1. Выносливость. 2. Гибкость. 3. быстрота. 4. Сила.	Б) 2,3,1,4 В) 3, 2, 4, 1 Г) 4,2 ,3, 1
27	Какие упражнения неэффективны при формировании телосложения	А) упражнения, способствующие увеличению мышечной массы Б) упражнения, способствующие снижению массы тела В) упражнения, объединенные в форме круговой тренировки Г) упражнения, способствующие повышению быстроты движений
28	И для увеличения мышечной массы, и для снижения веса тела можно применять упражнения с отягощением. Но при составлении комплексов упражнений для увеличения мышечной массы рекомендуется:	А) полностью проработать одну группу мышц и только затем переходит к упражнениям, нагружающим другую группу мышц Б) чередовать серии упражнений, включающие в работу разные мышечные группы В) использовать упражнения с относительно небольшим отягощением и большим количеством повторений Г) планировать большое количество подходов и ограничивать количество повторений в одном подходе
29	Под быстротой как физическим качеством понимается:	А) комплекс свойств, позволяющих передвигаться с большой скоростью Б) комплекс свойств, позволяющий выполнять работу в минимальный отрезок времени В) способность быстро набирать скорость Г) комплекс свойств, позволяющий быстро реагировать на сигналы и выполнять движения с большой частотой
30	Для развития быстроты используют:	А) подвижные и спортивные игры Б) упражнения в беге с максимальной скоростью на короткие дистанции В) упражнения на быстроту реакции и частоту движений Г) двигательные действия, выполняемые с максимальной скоростью
31	Лучшие условия для развития быстроты реакции создаются во время:	А) подвижных и спортивных игр Б) челночного бега В) прыжков в высоту Г) метаний
32	Под гибкостью как физическим качеством понимается:	А) комплекс морфофункциональных свойств опорно-двигательного аппарата, определяющий глубину наклона Б) способность выполнять упражнения с большой амплитудой за счет мышечных сокращений. В) комплекс свойств двигательного аппарата, определяющих подвижность его звеньев Г) эластичность мышц и связок
33	Как дозируются упражнения на развитие гибкости, т.е. сколько движений следует делать в одной серии:	А) Упражнение выполняется до тех пор, пока не начнет уменьшаться амплитуда движений Б) выполняются 12-16 циклов движения В) упражнения выполняются до появления пота Г) упражнения выполняются до появления болевых

		ощущений
34	Для повышения скорости бега в самостоятельном занятии после разминки рекомендуется выполнять перечисленные ниже упражнения. Укажите их целесообразную последовательность: 1. Дыхательные упражнения. 2. Легкий продолжительный бег. 3. Прыжковые упражнения с отягощением и без них. 4. дыхательные упражнения в интервалах отдыха. 5. Повторный бег на короткие дистанции. 6.Ходьба. 7. Упражнения на частоту движений.	А) 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 Б) 7, 5, 4, 3, 2, 6, 1 В) 2, 1, 3, 7, 4, 5, 6 Г) 3, 6, 2, 7, 5, 4, 1
35	При развитии гибкости следует стремиться	А) гармоничному увеличению подвижности в основных суставах Б) достижению максимальной амплитуды движений в основных суставах В) оптимальной амплитуде движений в плечевом, тазобедренном, коленом суставах Г) восстановлению нормальной амплитуды движений суставов
36	Под выносливостью как физическим качеством понимается:	А) комплекс свойств, обуславливающий возможность выполнять разнообразные физические нагрузки Б) комплекс свойств, определяющих способность противостоять утомлению В) способность длительно совершать физическую работу, практически не утомляясь Г) способность сохранять заданные параметры работы
37	Выносливость человека не зависит от:	А) функциональных возможностей систем энергообеспечения Б) быстроты двигательной реакции В) настойчивости, выдержки, мужественности, умения терпеть Г) силы мышц
38	При развитии выносливости не применяются упражнения, характерными признаками которых являются:	А) максимальная активность систем энергообеспечения Б) умеренная интенсивность В) максимальная интенсивность Г) активная работа большинства звеньев опорно-двигательного аппарата
39	Техникой физических упражнений принято называть	А) способ целесообразного решения двигательной задачи Б) способ организации движений при выполнении упражнений В) состав и последовательность движений при выполнении упражнений Г) рациональную организацию двигательных действий
40	При анализе техники принято выделять основу, ведущее звено и детали техники. Что понимают под основой (ведущим звеном и деталями техники).	А) набор элементов, характеризующий индивидуальные особенности выполнения целостного двигательного действия Б) состав и последовательность элементов, входящих в двигательное действие В) совокупность элементов, необходимых для решения двигательной задачи

		Г) наиболее важная часть определенного способа решения двигательной задачи
41	В процессе обучения двигательным действиям используют методы целостного или расчлененного упражнения. Выбор метода зависит от	А) возможности расчленения двигательного действия на относительно самостоятельные элементы Б) сложности основы техники В) количества элементов, составляющих двигательное действие Г) предпочтения учителя
42	Процесс обучения двигательному действию рекомендуется начинать с освоения	А) основы техники Б) ведущего звена техники В) подводящих упражнений Г) исходного положения
43	Физкультминутку, как одну из форм занятий физическими упражнениями следует отнести к:	А) урочным формам занятий физическими упражнениями Б) «малым» неурочным формам В) «крупным» неурочным формам Г) соревновательным формам
44	Какой раздел комплексной программы по физическому воспитанию для общеобразовательных школ не является типовым?	А) уроки физической культуры Б) внеклассная работа В) физкультурно-массовые и спортивные мероприятия Г) содержание и организация педагогической практики
45	Измерение ЧСС сразу после пробегания отрезка дистанции следует отнести к одному из видов контроля:	А) оперативному Б) текущему В) предварительному Г) итоговому

Критерии оценивания теста

Оценка за тест определяется простым суммированием баллов за правильные ответы на вопросы: 1 правильный ответ = 2 балл. Максимум 90 баллов.

Результат теста

Тест оценивается на «зачтено», «не зачтено»:

46-90 балла (50-100%) - оценка «зачтено»;

0-44 балла (0-49%) - оценка «не зачтено»;

5. ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОПРОСА

1. Определение понятий в области физической культуры
2. Понятие «здоровье» и основные его компоненты
3. Факторы, определяющие здоровье человека.
4. Образ жизни и его составляющие.
5. Разумное чередование труда и отдыха, как компонент ЗОЖ.
6. Рациональное питание и ЗОЖ.
7. Отказ от вредных привычек и соблюдение правил личной и общественной гигиены.
8. Двигательная активность — как компонент ЗОЖ.
9. Выполнение мероприятий по закаливанию организма.
10. Физическое самовоспитание и самосовершенствование как необходимое условие реализации мероприятий ЗОЖ.
11. Врачебный контроль как обязательная процедура для занимающихся физической культурой.
12. Самоконтроль — необходимая форма контроля человека за физическим состоянием.

13. Методика самоконтроля физического развития.
14. Самостоятельное измерение артериального давления и частоты сердечных сокращений.
15. Проведение функциональных проб для оценки деятельности сердечно-сосудистой системы.
16. Проведение функциональных проб для оценки деятельности дыхательной системы.
17. Самоконтроль уровня развития физических качеств: быстроты, гибкости, ловкости, силы и выносливости
18. Ведение дневника самоконтроля.
19. Цель и задачи физического воспитания в вузе.
20. Специфические функции физической культуры.
21. Социальная роль и значение спорта.
22. Этапы становления физической культуры личности студента.
23. Понятия физическая культура, физическое воспитание, физическое развитие, физическое совершенство.
24. Реабилитационная физическая культура, виды, краткая характеристика.
25. Разделы учебной программы дисциплины «Физическая культура».
26. Комплектование учебных отделений студентов для организации и проведения занятий по физическому воспитанию.
27. Преимущества спортивно-ориентированной программы дисциплины «Физическая культура» для студентов.
28. Особенности комплектования студентов с различным характером заболеваний в специальном учебном отделении.
29. Зачетные требования по учебной дисциплине «Физическая культура».
30. Формирование двигательного навыка.
31. Устойчивость организма к воздействию неблагоприятных факторов.
32. Мотивация и направленность самостоятельных занятий.
33. Утренняя гигиеническая гимнастика.
34. Мотивация выбора видов спорта или систем физических упражнений.
35. Самостоятельные занятия оздоровительным бегом.
36. Самостоятельные занятия атлетической гимнастикой.
37. Особенности самостоятельных занятий женщин.
38. Мотивация и направленность самостоятельных занятий. Утренняя гигиеническая гимнастика.
39. Физические упражнения в течение учебного дня: физкультминутки, физкультпаузы.
40. Самостоятельные тренировочные занятия: структура, требования к организации и проведению.
41. Мотивация выбора видов спорта или систем физических упражнений.
42. Самостоятельные занятия оздоровительным бегом.
43. Самостоятельные занятия атлетической гимнастикой.
44. Особенности самостоятельных занятий женщин.
45. Роль физической культуры в профессиональной деятельности бакалавра и специалиста.
46. Производственная физическая культура, ее цели и задачи.
47. Методические основы производственной физической культуры.
48. Производственная физическая культура в рабочее время.
49. Физическая культура и спорт в свободное время.
50. Профилактика профессиональных заболеваний и травматизма средствами физической культуры.
51. Понятие ППФП, её цель, задачи. Прикладные знания, умения и навыки.
52. Прикладные психические качества.
53. Прикладные специальные качества.
54. Факторы, определяющие содержание ППФП: формы труда, условия труда.
55. Факторы, определяющие содержание ППФП: характер труда, режим труда и отдыха.
56. Дополнительные факторы, определяющие содержание ППФП.
57. Средства ППФП.
58. Организация и формы ППФП в вузе.
59. Понятия общей и специальной физической подготовки.
60. Отличия понятий спортивная подготовка и спортивная тренировка.
61. Стороны подготовки спортсмена.
62. Средства спортивной подготовки.
63. Структура отдельного тренировочного занятия.
64. Роль подготовительной части занятия в тренировочном процессе.
65. Понятие «физическая нагрузка», эффект ее воздействия на организм.
66. Внешние признаки утомления.
67. Виды и параметры физических нагрузок.
68. Интенсивность физических нагрузок.
69. Психофизиологическая характеристика умственной деятельности.
70. Работоспособность: понятие, факторы, периоды
71. Физические упражнения в течение учебного дня для поддержания работоспособности.
72. Бег как самое эффективное средство восстановления и повышения работоспособности.

73. Плавание и работоспособность.
74. Методические принципы физического воспитания, сущность и значение.
75. Принципы сознательности и активности, наглядности в процессе физического воспитания.
76. Принципы доступности и индивидуализации, систематичности и динамичности.
77. Средства физической культуры.
78. Общепедагогические методы физического воспитания.
79. Методы обучения технике двигательного действия.
80. Этапы обучения двигательного действия.
81. Методы развития физических качеств: равномерный, повторный, интервальный.
82. Метод круговой тренировки, игровой и соревновательный методы.
83. Сила как физическое качество, общая характеристика силовых упражнений.
84. Методы развития силы.
85. Выносливость — виды выносливости, особенности развития выносливости.
86. Развитие физических качеств: быстроты, гибкости, ловкости.
87. Понятие «спорт». Его принципиальное отличие от других видов занятий физическими упражнениями.
88. Массовый спорт: понятие, цель, задачи.
89. Спорт высших достижений: понятие, цель, задачи.
90. Студенческий спорт, его организационные особенности.
91. Студенческие спортивные соревнования.
92. Студенческие спортивные организации.
93. Всероссийский физкультурно-спортивный комплекс «ГТО» (Готов к труду и обороне).

6. Самостоятельная работа, обеспечивающая подготовку к практическим занятиям физической культурой и спортом

1.1. Планирование, формы и организация самостоятельных занятий

Планирование самостоятельных занятий осуществляется студентами при консультации преподавателей и должно быть направлено на достижение единой цели – сохранение хорошего здоровья, поддержание высокого уровня физической и умственной работоспособности, достижение поставленной задачи.

Существуют три формы самостоятельных занятий:

1. Утренняя физическая гимнастика (УФГ).

2. Упражнения в течение учебного (рабочего) дня.

3. Самостоятельные тренировочные занятия.

1.1.1. Утренняя физическая гимнастика

Выполняется ежедневно. В комплекс УФГ следует включать упражнения для всех групп мышц, упражнения на гибкость и дыхание, бег, бег (прыжковые упражнения).

Не рекомендуется выполнять:

- упражнения статического характера;
- со значительными отягощениями;
- упражнения на выносливость.

При выполнении УФГ рекомендуется придерживаться определенной последовательности выполнения упражнений:

- медленный бег, ходьба (2-3 мин.);
- потягивающие упражнения в сочетании с глубоким дыханием;
- упражнение на гибкость и подвижность для мышц рук, шеи, туловища и ног;
- силовые упражнения без отягощений или с небольшими отягощениями для рук, туловища, ног (сгибание-разгибание рук в упоре лежа, упражнения с легкими гантелями, с эспандерами);
- различные наклоны в положении стоя, сидя, лежа, приседания на од-ной и двух ногах и др.;
- легкие прыжки или подскоки (например, со скалкой) – 20-30 с.;
- упражнения на расслабление с глубоким дыханием.

При составлении комплексов УФГ рекомендуется физиологическую нагрузку на организм повышать постепенно, с максимумом во второй половине комплекса. К концу выполнения комплекса нагрузка снижается и организм приводится в спокойное состояние.

Между сериями из 2-3 упражнений (а при силовых – после каждого) выполняется упражнение на расслабление или медленный бег (20-30с.).

УФГ должна сочетаться с самомассажем и закаливанием организма. Сразу же после выполнения комплекса УФГ рекомендуется сделать самомассаж основных мышечных групп ног, туловища, рук (5-7 мин.) и выполнить водные процедуры с учетом правил и принципов закаливания.

1.1.2. Упражнения в течение учебного дня

Выполняются в перерывах между учебными и самостоятельными занятиями.

Они обеспечивают предупреждение наступающего утомления, способствуют поддержанию высокой работоспособности на длительное время без перенапряжения.

При выполнении этих упражнений следует придерживаться следующих правил:

1. Проводить в хорошо проветренных помещениях или на открытом воздухе.

2. Растягивать и расслаблять мышцы, испытывающие статическую нагрузку.

3. Нагружать неработающие мышцы.

1.1.3. Самостоятельные тренировочные занятия

Можно проводить индивидуально или в группе из 3-5 человек и более. Групповая тренировка более эффективна, чем индивидуальная. Заниматься рекомендуется 3-4 раза в неделю по 1,5 -2 часа. Заниматься менее двух раз в неделю нецелесообразно, т.к. это не способствует повышению уровня тренированности организма. Тренировочные занятия должны носить комплексный характер, т.е. способствовать развитию всего комплекса физических качеств, а также укреплению здоровья и повышению общей работоспособности организма.

Каждое самостоятельное тренировочное занятие состоит из трех частей:

1. Подготовительная часть (разминка) (15-20 мин. для одночасового занятия): ходьба (2-3 мин.), медленный бег (8-10 мин.), общеразвивающие упражнения на все группы мышц, соблюдая последовательность «сверху вниз», затем выполняются специально-подготовительные упражнения, выбор которых зависит от содержания основной части.

2. В основной части (30-40 мин.) изучаются спортивная техника и тактика, осуществляется тренировка развития физических, волевых качеств. При выполнении упражнений в основной части занятия необходимо придерживаться следующей последовательности:

После разминки выполняются упражнения, направленные на изучение и совершенствование техники, и упражнения на быстроту, затем упражнения для развития силы и в конце основной части занятия – для развития выносливости.

3. В заключительной части (5-10 мин.) выполняются медленный бег (3-8 мин.), переходящий в ходьбу (2-6 мин.), упражнения на расслабление в сочетании с глубоким дыханием, которые обеспечивают постепенное снижение тренировочной нагрузки и приведение организма в сравнительно спокойное состояние.

1.1.4. Методика самостоятельных тренировочных занятий

Методические принципы, которыми необходимо руководствоваться при проведении самостоятельных тренировочных занятий, следующие:

- принцип сознательности и активности предполагает углубленное изучение занимающимися теории и методики спортивной тренировки, осознанное отношение к тренировочному процессу, понимание целей и задач занятий, рациональное применение средств и методов тренировки в каждом занятии, учет объема и интенсивности выполняемых упражнений и физических нагрузок, умение анализировать и оценивать итоги тренировочных занятий;

- принцип систематичности требует непрерывности тренировочного процесса, рационального чередования физических нагрузок и отдыха, преемственности и последовательности тренировочных нагрузок от занятия к занятию. Эпизодические занятия или занятия с большими перерывами (более 4-5 дней) неэффективны и приводят к снижению достигнутого уровня тренированности;

- принцип доступности и индивидуализации обязывает планировать и включать в каждое тренировочное занятие физические упражнения, по своей сложности и интенсивности доступные для выполнения занимающимися. При определении содержания тренировочных занятий необходимо соблюдать правила: от простого – к сложному, от легкого – к трудному, от известного – к неизвестному, а также осуществлять учет индивидуальных особенностей занимающихся: пол, возраст, физическую подготовленность, уровень здоровья, волевые качества, трудолюбие, тип высшей нервной деятельности и т.п. Подбор упражнений, объем и интенсивность тренировочных нагрузок нужно осуществлять в соответствии с силами и возможностями организма занимающихся;

- принцип динамичности и постепенности определяет необходимость повышения требований к занимающимся, применение новых, более сложных физических упражнений, увеличение тренировочных нагрузок по объему и интенсивности. Переход к более высоким тренировочным нагрузкам должен проходить постепенно с учетом функциональных возможностей и индивидуальных особенностей занимающихся.

Если в тренировочных занятиях был перерыв по причине болезни, то начинать занятия следует после разрешения врача при строгом соблюдении принципа постепенности. Вначале тренировочные нагрузки значительно снижаются и постепенно доводятся до занимающегося в тренировочном плане уровня.

Все выше перечисленные принципы находятся в тесной взаимосвязи. Это различные стороны единого, целостного повышения функциональных возможностей занимающихся.

1.1.5. Особенности самостоятельных занятий для женщин

Организм женщины имеет анатомо-физиологические особенности, которые необходимо учитывать при проведении самостоятельных занятий физическими упражнениями или спортивной тренировки. В отличие от мужского, у женского организма менее прочное строение костей, ниже общее развитие мускулатуры тела, более широкий тазовый пояс и мощнее мускулатура тазового дна. Для здоровья женщины большое значение имеет развитие мышц брюшного пресса, спины и тазового дна. От их развития зависит нормальное положение внутренних органов. Особенно важно развитие мышц тазового дна.

Одной из причин недостаточного развития этих мышц у студенток и работниц умственного труда является малоподвижный образ жизни. При положении сидя мышцы тазового дна не противодействуют внутрибрюшному давлению и растягиваются от тяжести лежащих над ними органов. В связи с этим мышцы теряют свою эластичность и прочность, что может привести к нежелательным изменениям положения внутренних органов и к ухудшению их функциональной деятельности.

Ряд характерных для организма женщины особенностей имеется и в деятельности сердечно-сосудистой, дыхательной, нервной и других систем. Все это выражается более продолжительным периодом восстановления организма после физической нагрузки, а также более быстрой потерей состояния тренированности при прекращении тренировок.

Особенности женского организма должны строго учитываться в организации, содержании, методике проведения самостоятельных занятий. Подбор физических упражнений, их характер и интенсивность должны соответствовать физической подготовленности, возрасту, индивидуальным возможностям студенток. Необходимо исключать случаи форсирования тренировок для того, чтобы быстро достичь высоких результатов. Разминку следует проводить более тщательно и более продолжительно, чем при занятиях мужчин. Рекомендуется остерегаться резких сотрясений, мгновенных напряжений и усилий, например, при занятиях прыжками и в упражнениях с отягощением. Полезны упражнения, в положении сидя, и лежа на спине с подниманием, отведением, приведением и круговыми движениями ног, с подниманием ног и таза до положения «березка», различного рода приседания.

Даже для хорошо физически подготовленных студенток рекомендуется исключить упражнения, вызывающие повышение внутрибрюшного давления и затрудняющие деятельность органов брюшной полости и малого таза. К таким упражнениям относятся

прыжки в глубину, поднимание больших тяжестей и другие, сопровождающиеся задержкой дыхания и натуживанием.

При выполнении упражнений на силу и быстроту движений следует более постепенно увеличивать тренировочную нагрузку, более плавно доводить ее до оптимальных пределов, чем при занятиях мужчин.

Упражнения с отягощениями применяются с небольшими весами, сериями по 8-12 движений с вовлечением в работу различных мышечных групп. В интервалах между сериями выполняются упражнения на расслабление с глубоким дыханием и другие упражнения, обеспечивающие активный отдых.

Функциональные возможности аппарата кровообращения и дыхания у девушек и женщин значительно ниже, чем у юношей и мужчин, поэтому нагрузка на выносливость для девушек и женщин должна быть меньше по объему и повышаться на более продолжительном отрезке времени.

Женщинам при занятиях физическими упражнениями и спортом следует особенно внимательно осуществлять самоконтроль. Необходимо наблюдать за влиянием занятий на течение овариально-менструального цикла и характер его изменения. Во всех случаях неблагоприятных отклонений необходимо обращаться к врачу.

Женщинам противопоказаны физические нагрузки, спортивная тренировка и участие в спортивных соревнованиях в период беременности. После родов к занятиям физическими упражнениями и спортом рекомендуется приступать не ранее чем через 8-10 месяцев.

1.2. Самоконтроль занимающихся за состоянием своего организма

Данные самоконтроля записываются в дневник, они помогают контролировать и регулировать правильность подбора средств, методику проведения учебно-тренировочных занятий. У отдельных занимающихся количество показателей самоконтроля в дневнике и порядок записи могут быть различными, но одинаково важно для всех правильно оценивать отдельные показатели, лаконично фиксировать их в дневнике.

В дневнике самоконтроля рекомендуется регулярно регистрировать:

- субъективные данные (самочувствие, сон, аппетит, болевые ощущения);
- объективные данные (частота сердечных сокращений (ЧСС), масса тела, тренировочные нагрузки, нарушения режима, спортивные результаты).

Субъективные данные:

Самочувствие - отмечается как хорошее, удовлетворительное или плохое. При плохом самочувствии фиксируется характер необычных ощущений.

Сон - отмечается продолжительность и глубина сна, его нарушения (трудное засыпание, беспокойный сон, бессонница, недосыпание и др.).

Аппетит - Отмечается как хороший, удовлетворительный, пониженный и плохой. Различные отклонения состояния здоровья быстро отражаются, поэтому его ухудшение, как правило, является результатом переутомления или заболевания.

Болевые ощущения - фиксируются по месту их локализации, характеру (острые, тупые, режущие и т.п.) и силе проявления.

Объективные данные:

ЧСС – важный показатель состояния организма. Его рекомендуется подсчитывать регулярно, в одно и то же время суток, в покое. Лучше всего утром, лежа, после пробуждения, а также до тренировки (за 3-5 мин) и сразу после спортивной тренировки.

Нормальными считаются следующие показатели ЧСС в покое:

- мужчины (тренированные/не тренированные) 50-60/70-80;
- женщины (тренированные/не тренированные) 60-70/75-85.

С увеличением тренированности ЧСС понижается.

Интенсивность физической нагрузки также определяться по ЧСС, которая измеряется сразу после выполнения упражнений.

При занятиях физическими упражнениями рекомендуется придерживаться следующей градации интенсивности:

- малая интенсивность – ЧСС до 130 уд/мин. При этой интенсивности эффективного воспитания выносливости не происходит, однако создаются предпосылки для этого, расширяется сеть кровеносных сосудов в скелетных мышцах и в сердечной мышце (целесообразно применять при выполнении разминки);

- средняя интенсивность от 130 до 150 уд/мин.;

- большая интенсивность – ЧСС от 150 до 180 уд/мин. В этой тренировочной зоне интенсивности к аэробным механизмам подключаются анаэробные механизмы энергообеспечения, когда энергия образуется при распаде энергетических веществ в условиях недостатка кислорода;

- предельная интенсивность – ЧСС 180 уд/мин. и больше. В этой зоне интенсивности совершенствуются анаэробные механизмы энергообеспечения.

Существенным моментом при использовании ЧСС для дозирования нагрузки является ее зависимость от возраста.

Известно, что по мере старения уменьшается возможность усиления сердечной деятельности за счет учащения сокращения сердца во время мышечной работы. Оптимальную ЧСС с учетом возраста при продолжительных упражнениях можно определить по формулам:

- для начинающих: ЧСС (оптимальная) = 170 – возраст (в годах)

- для занимающихся регулярно в течении 1-2 лет:

- ЧСС (оптимальная) = 180 – возраст (в годах)

Зависимость максимальной величины ЧСС от возраста при тренировке на выносливость можно определить по формуле:

- ЧСС (максимальная) = 220 – возраст (в годах)

Например, для занимающихся в возрасте 18 лет максимальная ЧСС будет равна 220-18=202 уд/мин.

Важным показателем приспособленности организма к нагрузкам является скорость восстановления ЧСС сразу после окончания нагрузки. Для этого определяется ЧСС в первые 10 секунд после окончания нагрузки, пересчитывается на 1 мин. и принимается за 100%. Хорошей реакцией восстановления считается:

- снижение через 1 мин. на 20%;

- через 3 мин. – на 30%;

- через 5 мин. – на 50%,

- через 10 мин. – на 70 – 75%. (отдых в виде медленной ходьбы).

Масса тела должна определяться периодически (1-2 раза в месяц) утром натощак, на одних и тех же весах. В первом периоде тренировки масса обычно снижается, а затем стабилизируется и в дальнейшем за счет прироста мышечной массы несколько увеличивается. При резком снижении массы тела следует обратиться к врачу.

Тренировочные нагрузки в дневник самоконтроля записываются коротко, вместе с другими показателями самоконтроля они дают возможность объяснить различные отклонения в состоянии организма.

Спортивные результаты показывают, правильно ли применяются средства и методы тренировочных занятий. Их анализ может выявить дополнительные резервы для роста физической подготовленности и спортивного мастерства.

В процессе занятий физическими упражнениями рекомендуется периодически оценивать уровень своего физического развития и физической (функциональной) подготовленности.

1.2.1. Оценка физического развития

Проводится с помощью антропометрических измерений: рост стоя и сидя, масса тела, окружность грудной клетки, жизненная емкость легких (ЖЁЛ) и сила кисти сильнейшей руки, которые дают возможность определить:

- уровень и особенности физического развития;

- степень его соответствия полу и возрасту;

- имеющиеся отклонения;

- улучшение физического развития под воздействием занятий физическими упражнениями.

Применяются следующие антропометрические индексы:

- Весо-ростовой показатель
- ВРП= масса тела (грамм.)/длина тела (см.)

Хорошая оценка:

- для женщин 360-405 г/см.;
- для мужчин 380-415 г/см.

Индекс Брока

Оптимальная масса тела для людей ростом от 155 до 165 см. равна длине тела в сантиметрах минус 100. При росте 165-175 см. вычитают 105, при росте более 175 см. – 110.

Силовой показатель (СП)

Показывает соотношение между массой тела и мышечной силой. Обычно, чем больше мышечная масса, тем больше сила. Силовой показатель определяется по формуле и выражается в процентах:

$$\frac{\text{сила (кг)}}{\text{общая масса тела (кг)}} \times 100$$

Для сильнейшей руки:

- для мужчин - 65-80%
- для женщин - 48-50%.

1.2.2. Оценка функционального состояния (подготовленности)

Определение резервных возможностей организма

Осуществляется с помощью физиологических проб сердечно-сосудистой (ССС) и дыхательной (ДС) систем.

Общее требования:

1. Проводить в одно и то же время суток.
2. Не ранее чем через 2 часа после приема пищи.
3. При температуре 18-20 градусов, влажности менее 60%.

Функциональная проба с приседанием

Проверяемый отдыхает стоя 3 мин., на 4-й мин. подсчитывается ЧСС за 15 с. с пересчетом на 1 мин. (исходная частота). Далее выполняется 20 приседаний за 40 с., поднимая руки вперед. Сразу после приседаний подсчитывается ЧСС в течение первых 15 с. с пересчетом на 1 мин. Определяется увеличение ЧСС после приседаний сравнительно с исходной в процентах.

Оценка:

- отлично – до 20%;
- хорошо – 20-40%;
- удовлетворительно – 40-65%;
- плохо – 66-75%;
- более 75%.

Ортостатическая проба

Применяется для оценки сосудистого тонуса.

Отдых 5 минут в положении лежа, подсчитывают ЧСС в положении лежа за 1 мин. (исходная ЧСС), после чего занимающийся встает, и снова подсчитывает пульс за 1 мин.

Оценка:

- «хорошо» - не более 11 ударов (чем меньше разница, тем лучше);
- «удовлетворительно» - от 12 до 18 ударов (потливость);
- «неудовлетворительно» - более 19 ударов (потливость, шум в ушах).

Проба Штанге (задержка дыхания на вдохе),

проба Генча (задержка дыхания на вдохе)

Оценивается устойчивость организма к недостатку кислорода, а также общий уровень тренированности.

После 5 мин. отдыха сидя, сделать 2-3 глубоких вдоха и выдоха, затем сделать полный вдох (выдох) и задержать дыхание. Отмечается время от момента задержания дыхания до ее прекращения.

Оценка	Юноши	Девушки
Отлично	90 сек	80 сек
Хорошо	80-89 сек	70-79 сек
Удовлетворительно	50-79 сек	40-69 сек
Неудовлетворительно	50 и ниже	40 и ниже

Проба Генча

Оценка	Юноши	Девушки
Отлично	45 сек	35 сек
Хорошо	40-44 сек	30-34 сек
Удовлетворительно	30-39 сек	20-29 сек
Неудовлетворительно	30 и ниже	20 и ниже

С нарастанием тренированности время задержания дыхания возрастает, при снижении или отсутствии тренированности – снижается.

Самоконтроль прививает занимающимся грамотное и осмысленное отношение к своему здоровью и к знаниям физической культурой и спортом, имеет большое воспитательное значение.

2. Другие виды самостоятельной работы

2.1. Самостоятельная подготовка к сдаче обязательных тестов оценки общей физической подготовленности

2.1.1 Тест на скоростно-силовую подготовленность (бег на 100 метров)

Нормативы:

- у студенток нормативы в беге на 100 метров следующие: 15.7 сек - 5 очков; 16,0 - 4; 17,0 -3; 17,9 - 2; 18,7 - 1.

- студенты должны показать результаты в следующих пределах: 13,2 сек - 5 очков; 13,8 - 4; 14,0 - 3; 14,3 - 2; 14,6 - 1.

2.1.2. Техника выполнения упражнения

При анализе бега на 100 м. принято выделять следующие основные фазы:

- старт и стартовый разгон;
- бег по дистанции;
- финиширование.

Старт и стартовый разгон

Существует два вида старта: низкий и высокий. Экспериментальные данные показывают, что новичкам и спортсменам 2-го разряда лучше применять высокий старт. Такая закономерность наблюдается до результата 11,4-11,6 с. и объясняется технической сложностью низкого старта. Поэтому следует ограничиться только овладением техникой высокого старта.

По команде «На старт» занимающийся подходит к стартовой линии, ставит сильнейшую (толчковую ногу) вплотную к линии, маховая нога располагается на 1,5-2 стопы назад на носок, расстояние между ними 15-20 см. Туловище выпрямлено, руки опущены, вес тела распределяется равномерно на обе ноги.

По команде «Внимание» вес тела переносится на впереди согнутую стоящую ногу, разноименная рука вперед. Проекция плеч находится за стартовой линией на расстоянии 5-8 см. Взгляд направлен вперед - вниз.

По команде «Марш» бегун мощно разгибает толчковую ногу и стремится максимально быстро вынести маховую ногу вперед с постановкой ее сверху вниз на дорожку. Руки работают максимально активно, плечевой пояс не закрепощен, кисти расслаблены. Стартовый разгон

характеризуется постепенным увеличением длины шагов, уменьшением наклона туловища и приближением стоп к средней линии.

Бег по дистанции

Перед бегущим стоит задача удержать развитую горизонтальную скорость до финиша. Этому будет способствовать сохранение длины и частоты шагов.

Во время бега маховая нога ставится с носка спереди проекции общего центра тяжести тела (ОЦТТ) сверху вниз. Взаимодействие маховой ноги с грунтом называется передним толчком. Задний толчок выполняется мощным разгибанием бедра и сгибанием стопы. Голова держится прямо. Руки согнуты (угол сгибания в локтевых суставах примерно 90 град.).

При движении руки вперед кисть поднимается до уровня плеч. Назад рука отводится до «отказа» и угол сгибания в локтевом суставе увеличивается. Пальцы рук слегка согнуты.

Финиширование

Наклон туловища увеличивается. На последних метрах дистанции необходимо стремиться не потерять свободы движений и пробегать финиш без снижения скорости.

2.1.3. Методы самостоятельной тренировки

- Повторный метод - повторное выполнение упражнений с около-предельной и предельной скоростью. Отдых продолжается до восстановления. Упражнения повторяются до тех пор, пока скорость не начнет снижаться.

- Переменный метод - когда пробегаются дистанции, например, с варьированием скорости и ускорения. Цель - исключить стабилизацию скорости («скоростной барьер»).

- Соревновательный метод - предполагает выполнение упражнений на быстроту в условиях соревнований. Эмоциональный подъем на соревнованиях способствует мобилизации на максимальные проявления быстроты, позволяет выйти на новый рубеж скорости.

2.1.4. Средства тренировки быстроты

Частоту движений, а вместе с ней и быстроту циклических движений развивают с помощью упражнений, которые можно выполнять с максимальной скоростью, а также с помощью скоростно-силовых упражнений для ациклических движений. При этом упражнения должны отвечать следующим требованиям:

- техника упражнений должна обеспечивать выполнение движений на предельных скоростях;

- упражнения должны быть хорошо освоены, чтобы не требовалось волевого усилия для их выполнения;

- продолжительность упражнений должна быть такой, чтобы скорость не снижалась вследствие утомления - 20-22 с.

Основным средством отработки бега по дистанции является бег с максимальной скоростью. Такой бег выполняется 5-6 раз по 30-40 метров. В тренировке можно чередовать бег в обычных, облегченных (с горки, угол 4-5 град.) и затрудненных (в горку или с сопротивлением) условиях.

Для развития скоростной выносливости рекомендуется пробегать большую дистанцию (120-150 м), когда очередная пробежка начинается при пульсе 120 уд/мин.

Для тренировки в беге на 100 метров следует использовать кроссы (6 км, 30 мин), повторный бег на отрезках 200 м в 3/4 силы. Спортивные игры (баскетбол, футбол) также приносят пользу в развитии быстроты.

Можно рекомендовать и упрощенную методику, обеспечивающую минимально необходимый уровень подготовленности:

- повторный метод - в одном занятии 3-4 пробегания по 20-30 метров с максимальной скоростью и интервалами отдыха для восстановления пульса до 110-120 уд/мин;

- переменный метод - пробегание 2-х отрезков по 30 метров с максимальной скоростью и последующим переходом на спокойный бег 150--200 метров. Выполняется 3-4 подхода.

Для ощутимого сдвига в подготовленности такие тренировки рекомендуется проводить 3-4 раза в неделю.

2.1.5. Подготовка и сдача контрольного норматива

При подготовке к сдаче бега на 100 метров следует учитывать общие требования по питанию при занятиях физическими упражнениями:

1. По времени - прием пищи не менее чем за 2-3 часа.

2. По составу - не есть тяжелой пищи (мясо, яйца, масло, молочные продукты, жирную, долго перевариваемую пищу).

Не рекомендуется выходить на старт с переполненным желудком.

Непосредственно перед сдачей норматива необходимо провести разминку с использованием специальных упражнений:

1. Бег с высоким подниманием бедра.

2. Бег с «захлестыванием» голеней назад.

3. Семенящий бег.

4. Прыжки с ноги на ногу (шаги).

5. Бег в упоре стоя у гимнастической стенки.

6. Бег с ускорением с высокого старта с подачей стартовых команд (2-3 ускорения по 10-15 метров).

Разминка заканчивается за 10 минут до старта.

Непосредственно перед стартом нельзя отдыхать лежа, сидя, необходимо постоянно находиться в движении (прохаживаться, выполнять упражнения на растяжку). Частота сердечных сокращений непосредственно перед стартом должна быть 110 – 120 уд/мин.

Психологическая подготовка заключается в мысленном «прокручивании» в голове этапов преодоления дистанции: старта, стартового разбега, бега по дистанции, финиширования с концентрацией внимания на технике выполнения каждого этапа.

При выполнении теста не разрешается:

- наступать на линию старта (стартовая линия входит в дистанцию);

- перебегать на соседние дорожки.

2.2. Тест на силовую подготовленность для женщин

(поднимание (сед) и опускание туловища из положения лежа, ноги закреплены, руки за головой)

Нормативы: 60 раз - 5 очков, 50 - 4, 40 - 3, 30 - 2, 20 - 1.

Это упражнение используется для оценки развития мышц живота (брюшного пресса).

О мышцах брюшного пресса следует сказать особо. Эта группа мышц участвует в большинстве движений. Она создает хороший «мышечный корсет», охватывающий брюшную полость и способствующий нормальному функционированию внутренних органов, что положительно влияет на состояние здоровья.

2.2.1. Техника выполнения упражнения

И.п. (исходное положение) – лежа на спине, ноги согнуты в коленях, стопы прижаты к полу, руки в замок за головой, локти разведены.

Это силовое упражнение состоит из 4-х фаз:

- поднимание туловища;

- фиксация его в вертикальном положении;

- опускание;

- пауза в горизонтальном положении.

Голова держится прямо, локти в стороны, дыхание ритмично.

2.3. Тест на силовую подготовленность для мужчин (подтягивание на перекладине)

Учебной программой по физической культуре предусмотрено тестирование студентов для определения уровня их силового развития. Нормативы следующие: 15 раз - 5 очков, 12 - 4, 9 - 3, 7 - 2, 5 - 1;

2.3.1. Техника выполнения упражнения

Каждый цикл подтягивания в висе на перекладине включает:

- исходное положение - вис на вытянутых руках хватом сверху (большими пальцами внутрь);

- подъем до пересечения подбородком линии перекладины;

- опускание в исходное положение.

При выполнении теста разрешается сгибание, разведение ног, запрещаются рывковые движения туловищем и руками, хлестовые движения ногами. Выполнение засчитывается только при полном выпрямлении рук в локтевых суставах.

Наиболее экономично подтягивание при хвате рук на ширине плеч. Если кисти рук расположены ближе друг к другу, то положение тела становится менее устойчивым и отклонения придется компенсировать за счет дополнительных мышечных усилий, что будет увеличивать энерготраты и снижать результат. Возрастают энерготраты и при широком хвате (шире плеч). Это связано с тем, что для фиксации лопаток при широком хвате требуется большая, чем при хвате на ширине плеч, сила мышц, приближающих лопатки к позвоночному столбу.

Опускание в вис (в исходное положение) после подтягивания должно выполняться спокойно. Дыхание не задерживается.

2.3.2. Методы развития силы

На практике распространены следующие методы силовой подготовки:

- метод максимальных усилий;
- метод повторных усилий;
- метод динамических усилий.

Согласно методу максимальных усилий выполнение упражнений организуется таким образом, чтобы занимающийся смог подтянуться 1-3 раза в одном подходе (при условии, что он способен самостоятельно подтянуться как минимум 2-3 раза). Такое достигается за счет применения дополнительного внешнего отягощения. Делается 5-6 подходов с перерывами 2-4 минуты.

По методу повторных усилий подтягивания в одном подходе выполняются до «отказа». Если занимающийся имеет максимальный индивидуальный показатель 10-15 подтягиваний и более, то следует применять отягощение весом 30-70% от максимального. Например, занимающийся может подтянуться 1 раз с максимальным отягощением 10 кг. Значит, для тренировки по методу повторных усилий следует подобрать вес отягощения 3-7 кг. Выполняется 3-6 подходов с отдыхом между ними 2-4 мин.

Разнообразить упражнения можно, применяя метод динамических усилий. Если занимающийся легко выполняет 10-15 подтягиваний, то следует применять отягощения до 30% от максимального. В одном подходе 10-15 повторений. Темп - максимально быстрый. Всего 3-6 подходов. Во время отдыха следует добиваться наиболее полного восстановления, чтобы в следующем подходе выполнить упражнение без существенной потери скорости.

Сравнивая динамический и статический методы развития силы, необходимо отметить следующее:

- При динамическом режиме работы мышц происходит достаточное кровоснабжение. Мышца функционирует как насос - при расслаблении наполняется кровью и получает кислород и питательные вещества.

- Во время статического усилия мышца постоянно напряжена и непрерывно давит на кровеносные сосуды. В результате она не получает кислород и питательные вещества. Это ограничивает продолжительность работы мышц.

2.4. Тест на общую выносливость - бег 2000 и 3000 метров

Нормативы:

- студентки - бег 2000 метров - 10 мин.15 сек. - 5 очков; 10.50 - 4; 11.15 - 3; 11.50 - 2; 12.15 - 1;

- студенты - бег 3000 метров - 12.00 - 5; 12.35 - 4; 13.10 - 3; 13.50 - 2; 14.00 - 1.

2.4.1. Техника бега на длинные дистанции

Бег на средние и длинные дистанции начинается с высокого старта. По команде «На старт!» бегун ставит у линии более сильную ногу, а другую отставляет назад на носок (на 30 – 50 см), немного сгибает ноги, туловище наклоняет вперед и тяжесть тела переносит на впереди стоящую ногу. По команде «Марш!» бегун начинает бег, делая первые шаги в большом

наклоне, который постепенно уменьшается. Длина шагов увеличивается, бег ускоряется, бегун набирает скорость и в короткое время переходит к свободному бегу на дистанции. Бег на дистанции. Во время бега на дистанции туловище вертикально или слегка наклонено вперед (5-7°). Небольшой наклон туловища вперед позволяет лучше использовать силы отталкивания и быстрее продвигаться вперед. Слишком большой наклон приводит к «падающему» бегу, при котором труднее выносить вперед согнутую ногу, в связи с чем уменьшается длина шага, а следовательно, и скорость бега. Кроме того, при большом наклоне постоянно напряжены мышцы, удерживающие туловище от увеличивающегося наклона. Отсутствие наклона ухудшает условия отталкивания, однако улучшает возможность выноса вперед согнутой в коленном суставе свободной ноги. При правильном положении туловища создаются благоприятные условия для работы мышц и внутренних органов. Наклон туловища у бегунов изменяется в пределах 2-3°: увеличивается к моменту отталкивания и уменьшается в полетной фазе. Положение головы существенно влияет на положение туловища. Надо держать голову прямо и смотреть вперед. В фазе отталкивания таз подается вперед, что является важной особенностью техники бега на длинные дистанции и позволяет полнее использовать силу реакции опоры. В технике бега на длинные дистанции важнее всего движения ног. Нога, немного согнутая, ставится на грунт упруго и эластично с передней части стопы, а затем касается его всей стопой. Постановка ноги на переднюю часть стопы позволяет эффективнее использовать эластические свойства мышц голени, активно участвующие в отталкивании. Следы стоп на дорожке у бегунов находятся на одной линии, носки почти не разворачиваются в стороны. Эффективное отталкивание характеризуется выпрямлением ноги во всех суставах. Угол отталкивания в беге на средние дистанции примерно равен 50-55°. При правильном отталкивании таз подан вперед, голень маховой согнутой ноги параллельна бедру толчковой ноги. Быстрый вынос маховой ноги вперед облегчает отталкивание. Бегуны на длинные дистанции меньше поднимают бедро маховой ноги вверх, чем бегуны на средние и короткие дистанции. Длина шага на длинные дистанции не постоянна даже у одних и тех же бегунов. Колебания зависят от наступившего утомления, неравномерности пробегания отдельных участков дистанции, качества беговой дорожки, ветра и состояния бегуна. Обычно шаг с сильнейшей ноги на несколько сантиметров больше, чем шаг со слабейшей ноги. Длина шага равна 160 – 215 см. Повышение скорости бега за счет увеличения длины шага ограничено, так как слишком длинный шаг требует очень больших затрат сил. Кроме того, длина шага в основном зависит от индивидуальных данных бегуна. Поэтому скорость бега повышают за счет увеличения частоты шагов, которая зависит от тренированности бегуна. Движения плечевого пояса и рук связаны с движениями ног. Выполнять их надо легко, не напряженно. Это во многом зависит от умения расслаблять мышцы плечевого пояса. Движения рук помогают бегуну сохранять равновесие тела во время бега. Амплитуда движения рук зависит от скорости бега. Кисти при движении вперед не пересекают средней линии тела и поднимаются примерно до уровня ключицы. При движении рук назад кисти доходят до задней линии туловища (если смотреть на бегуна сбоку). Руки двигаются маятникообразно, пальцы рук свободно сложены, предплечья не напряжены, плечи не поднимаются вверх. При финишировании, длина которого зависит от дистанции и оставшихся сил бегуна, движения руками делаются быстрее, наклон тела увеличивается, а угол отталкивания уменьшается. Спортсмен переходит на скоростной бег, при котором скорость повышается главным образом за счет увеличения частоты шагов. К концу дистанции вследствие утомления некоторые бегуны наклоняют туловище назад. Такое положение туловища не способствует эффективности бега, так как усилия отталкивания направляются больше вверх. Техника бега на вираже имеет некоторые особенности: туловище немного наклонено влево, к бровке, правая рука движется несколько размашистей левой, причем правый локоть дальше отводится в сторону, а правая стопа ставится с некоторым поворотом внутрь. Ритм дыхания зависит от индивидуальных особенностей и скорости бега (с увеличением скорости бега увеличивается и частота дыхания). Бегун не должен задерживать дыхание. Дышать следует одновременно через нос и полуоткрытый рот, при этом важно следить за полным выдохом.

2.4.3. Возможные ошибки и осложнения в ходе проведения самостоятельных тренировок

В некоторых случаях тренировка может стать причиной различных осложнений, включая травмы опорно-двигательного аппарата.

Основная причина травматизма опорно-двигательного аппарата - перенапряжение. Слишком быстрое увеличение тренировочных нагрузок является чрезмерным для детренированных мышц, связок и суставов. К дополнительным факторам, способствующим повреждению опорно-двигательного аппарата, можно отнести:

- бег по твердому грунту;
- избыточную массу тела;
- обувь, не пригодную для бега;
-грубые ошибки в технике.

Следовательно, меры по профилактике травм должны быть направлены на устранение или ослабление воздействия этих факторов:

- Во время кроссового бега часто болит в правом боку (печень), либо в левом боку (селезенка). Печень важный орган в жизнедеятельности нашего организма (синтез жиров и углеводов, обмен белков и витаминов) является кровяным депо. Так вот в результате переполнения кровью печени возникают колики. Глубокое дыхание снижает приток крови к правому предсердию, уменьшает болевые ощущения. Бег не надо прекращать, необходимо снизить скорость передвижения и стараться дышать глубже.

- В процессе тренировок после значительного перерыва (отдыха) или при резком увеличении нагрузок могут появляться боли в мышцах, как правило, на другой день. Во время физической работы в организме образуются продукты распада, часть которых выводится из организма через мочевыделительную систему, а другая часть, в том числе, молочная кислота задерживается в мышечных тканях. Чтобы избавиться от нее, необходимо мышцу непосредственно после физической нагрузки заставить растянуться (с помощью упражнений на растяжение), а на следующий день выполнять какую-либо физическую работу, т.е. сокращаться. Эти меры помогут ускорить вывод молочной кислоты из мышц. Боли могут длиться несколько дней и если не предпринимать никаких мер, мышца теряет эластичность, становиться твердой. В этом случае могут помочь: массаж, банные процедуры, применение согревающих мазей и гелей.

- При выполнении напряженной физической работы длительное время, например, кроссовый бег, возникают такие состояния, которые получили название «мертвая точка» и «второе дыхание». Уже через некоторое время бега в организме начинаются изменения, которые заставляют нас прекратить мышечную деятельность. Такое временное снижение работоспособности получило название «мертвая точка». Механизм возникновения такого состояния недостаточно изучен. Предполагают, что он обусловлен временным нарушением деятельности скелетных мышц и органов, обеспечивающих доставку кислорода в организм. Эти нарушения приводят к изменениям в работе нервных центров, что, в свою очередь, приводит к нарушениям в работе отдельных физиологических систем. Время возникновения и продолжительность этого состояния зависит от многих факторов, в частности от длительности и интенсивности физической нагрузки (например, при беге на 5-10 км и более возникает через 5-6 мин бега), от тренированности. Чем лучше тренирован человек, тем позже возникает это состояние и протекает менее тяжело (почти незаметно). Преодоление этого состояния требует значительного волевого усилия. В процессе проведения учебных и тренировочных занятий необходимо приучать себя преодолевать это неприятное ощущение, возникающее при кислородной недостаточности и накоплении продуктов кислотно-щелочного распада при обмене веществ. Наступлению «второго дыхания» способствуют усиленные дыхательные упражнения, глубокие выдохи, освобождающие организм от накопившейся углекислоты, что способствует наступлению кислотно-щелочного баланса в организме. Преодолеть состояние «мертвой точки» можно, если снизить интенсивность физической нагрузки, но это нежелательно, т.к. не будет адаптации организма к такого рода деятельности.

- При занятиях физическими упражнениями могут возникнуть отклонения в деятельности сердца - учащенное сердцебиение. Оно может быть следствием стенокардии, ссоры, неурядицы в быту, семье, боязни, страха, дистрофий миокарда. Возникновение болей - сигнал опасности, в этих случаях необходимо прекратить занятия и обратиться к врачу.

- Существует состояние, называемое гравитационным шоком. Часто возникает при внезапной остановки после относительно интенсивного бега (чаще после финиша) в связи с прекращением действия «мышечного насоса». Большая масса крови застаивается в раскрытых капиллярах и венах мышц нижних конечностей, на периферии. Возникает анемия (обескровливание) мозга, недостаточное снабжение его кислородом. Появляется резкое побледнение, слабость, головокружение, тошнота, потеря сознания, исчезновение пульса. Пострадавшего необходимо уложить на спину, поднять вверх ноги (выше головы), обеспечив отток венозной крови к сердцу, улучшив снабжение головного мозга кислородом, поднести к носу ватку смоченную нашатырным спиртом. Основная профилактика гравитационного шока - исключение внезапной остановки, постепенное замедление бега.

- Гипогликемическое состояние - следствие недостаточного количества в организме сахара, нарушение углеводного обмена в результате длительной физической нагрузки. Ощущается сильный голод, головокружение, иногда потеря сознания. Профилактика – легко усваиваемые углеводы до начала длительной физической нагрузки (немного сахара, меда и т.п.) или специальные питательные смеси.

- Солнечный и тепловой удары - возникают при длительной работе под действием солнечных лучей на обнаженную голову или тело. Тепловой удар - остро развивающееся болезненное состояние, обусловленное перегреванием организма. Его признаками являются: усталость, головная боль, слабость, боли в ногах, спине, тошнота, шум в ушах, повышение температуры, потемнение в глазах, ухудшение дыхания (прерывистое), потеря сознания.

Первая помощь: пострадавшего поместить в прохладное место, снять одежду, приподнять голову, охладить область сердца (холодный компресс), напоить. Дать понюхать нашатырный спирт, сердечные средства. При нарушении дыхания сделать искусственное дыхание.

При обморожениях на охлажденном участке вначале чувствуется легкое пощипывание, затем чувствительность теряется. Особенно поддаются ему пальцы рук, ног, нос, уши. Если произошло обморожение нельзя растирать пораженные места снегом, это только повредит кожу. Необходимо поместить обмороженный участок в тепло не растирать, а согревать при комнатной температуре. Обмороженные места смазать жиром (вазелином).

3. Актуальность задачи повышения уровня готовности обучающихся к зачетным занятиям, на основе управляемой адаптации к смене видов учебно-познавательной деятельности

Выполнение контрольных нормативов требует от студента мобилизации всех своих сил и здесь следует принимать во внимание и учитывать все что может повлиять на конечный результат, в том числе характер учебно-познавательной деятельности предшествующий зачетному занятию.

В течение учебного дня, занимаясь то одним видом учебно-познавательной деятельности, то другим, обучающиеся должны переключаться с выполнения одного вида задач на другой, и каждый раз проходит какое-то время, пока будет достигнуто оптимальное соответствие состояния личности и организма обучающегося к условиям проведения определенного вида учебно-познавательной деятельности – период адаптации.

Можно говорить о том, что к каждому учебному занятию кроме практической и теоретической подготовленности, определенного уровня умений и навыков по предмету, от студентов требуется некоторая психофизиологическая и физическая готовность. В этом случае под ней подразумевается готовность психических, физиологических и обеспечивающих двигательные действия систем человека к выполнению определенного рода учебно-познавательной деятельности.

Многообразие видов учебно-познавательной деятельности определяет многообразие психофизиологических и физических состояний обучающихся. Под психофизиологическим и физическим состоянием предлагается понимать целостные психофизиологические и физические реакции обучаемого на внешние и внутренние факторы, направленные на достижение полезного результата.

Параметром психофизиологического и физического состояния является величина, характеризующая какую-либо из реакций организма обучаемого на внешние или внутренние факторы.

Уровень психофизиологической и физической готовности к предстоящему занятию, зависит от индивидуальных особенностей личности обучаемого и определенных внешних факторов, воздействующих на него на предыдущем занятии. Эти факторы можно разделить на три вида:

- санитарно-гигиенические условия;
- временные условия;
- организация предыдущего вида учебно-познавательной деятельности.

К санитарно-гигиеническим условиям относятся температура и влажность воздуха, освещенность, содержание кислорода в воздухе, эргономичность учебных мест, запыленность, загазованность места проведения занятия. К временным условиям относятся: время дня, день недели, месяц семестра, время года, а также время, прошедшее после последнего приема пищи.

Вышеперечисленные факторы оказывают существенное влияние на психофизиологическую и физическую готовность. Второй фактор заставляет учитывать объективные закономерности колебания уровня работоспособности студентов в течение учебного дня, учебной недели, семестра. Как известно, в течение учебного дня объективно наблюдается два периода подъема работоспособности: один в первой половине дня, второй – в послеобеденное время. Каждому периоду характерны три фазы: врабатывание, повышенная работоспособность, снижение работоспособности. В течение недели те же фазы распределяются следующим образом: понедельник, вторник – врабатывание; среда, четверг – повышенная работоспособность; пятница, суббота – снижение работоспособности. Исследования показали, что и семестровый цикл разделяется на те же фазы.

Влияние фактора «организация предыдущего вида учебно-познавательной деятельности» в данном случае рассматривается, как влияние особенностей психофизиологической и физической деятельности обучаемых на предыдущем занятии на их психофизиологическую и физическую готовность к последующему виду учебно-познавательной деятельности, в нашем случае к зачету. Психофизиологическая деятельность характеризуется напряженностью и характером мыслительной деятельности, а также нервно-эмоциональной напряженностью учебной деятельности.

Физическая деятельность характеризуется интенсивностью, видом мышечных действий и работой обеспечивающих эту деятельность физиологических систем. Мышечные действия могут носить статический и динамический характер: поддержание рабочей позы «сидя», «стоя», выполнение чертежной, письменной работы, настройка и обслуживание аппаратуры, выполнение гимнастических упражнений и т.п. При этом используются, в той или иной степени, основные физические качества: сила, быстрота, выносливость, ловкость.

Влияние всех вышеперечисленных факторов преломляется через индивидуальные особенности личности, такие как типологические свойства нервной системы и темперамента, возрастные, морфологические, биохимические особенности организма, уровень физической подготовленности, состояние здоровья и другие, выливаясь, в итоге, в психофизиологическую и физическую готовность студента к предстоящему виду учебно-познавательной деятельности.

Следует отметить, что особенно явно эти проблемы проявляются при чередовании занятий по общенаучным, общеинженерным и специальным дисциплинам с практическими занятиями по физической культуре. В этом случае происходит смена видов деятельности, в одном из которых доминирующую роль играет умственная работа с пониженной двигательной

активностью и сохранением определенной рабочей позы, в другом – разнообразная активная двигательная деятельность с сопровождающей ее мыслительной работой.

Методика проведения занятий предусматривает проведение вводной (подготовительной) части для организации обучающихся, приведения их в состояние готовности к решению задач основной части, в нашем случае к сдаче контрольного норматива, и заключительной – для подведения итогов, приведения организма в относительно спокойное состояние (для занятий по физической культуре), но при проведении этих частей занятий, как правило, не учитывается характер предыдущей и последующей деятельности студентов. Неучтение этого факта отрицательно влияет на скорость адаптации к виду учебно-познавательной деятельности, что особенно наглядно проявляется при чередовании практических занятий по физической культуре с занятиями по общеинженерным и специальным дисциплинам.

Складывается противоречие между имеющим место в практике обучения несоответствием уровня психофизиологической и физической готовности обучающихся, объективно складывающейся в ходе проведения предшествующего занятия, видом учебно-познавательной деятельности последующего занятия и неучтением этого факта в общепринятых методиках проведения вводных (подготовительных) и заключительных частей занятий, в том числе, по дисциплине «физическая культура»

Это противоречие можно устранить, обеспечив управление процессом адаптации студентов к смене видов учебно-познавательной деятельности в ходе проведения вводных (подготовительных) и заключительных частей занятий.

Для каждой темы занятия по физической культуре в зависимости от педагогической ситуации, складывающейся из контекстной пары - вид предшествующего и вид последующего занятия, можно установить наиболее предпочтительные адаптирующие, предметно-ориентированные варианты проведения подготовительной и заключительной частей, оперативно поддерживающие достаточно высокий уровень психофизиологической и физической готовности при чередовании этих занятий с занятиями по другим дисциплинам.

Видится актуальной задача управления процессом адаптации обучаемых к смене видов учебно-познавательной деятельности с целью сокращения времени врабатывания и повышения эффективности как занятий, так и сдачи контрольных нормативов. Для решения этой задачи представляется наиболее целесообразным использовать проведение подготовительной (разминки) и заключительной частей занятий с адаптирующим, предметно-ориентированным содержанием.

В этом случае под управлением адаптацией следует понимать процесс педагогического воздействия с целью установления оптимального соответствия личности обучаемого и условий осуществления учебной деятельности в ходе осуществления им познавательной деятельности, которое позволяет индивидууму более эффективно удовлетворять актуальные познавательные потребности, и реализовывать связанные с ними значимые цели.

Выполнение работы над ошибками

При получении проверенного теста необходимо проанализировать отмеченные ошибки. Все задания, в которых были сделаны ошибки или допущены неточности, следует еще раз выполнить в конце данной контрольной работы, теста. Контрольные работы, тесты являются учебными документами, которые хранятся на кафедре до конца учебного года.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по
учебно-методическому комплексу
_____ С. А. Упоров

Зотеева Н.В.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

По дисциплине

ПСИХОЛОГИЯ ОБЩЕНИЯ

Специальность
15.02.16 Технология машиностроения

программа подготовки специалистов среднего звена

на базе среднего общего образования

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ 5

ОСНОВНЫЕ КАТЕГОРИИ ДИСЦИПЛИНЫ 6

САМООРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ЛИТЕРАТУРОЙ 7

ПОДГОТОВКА К ПРАКТИЧЕСКИМ РАБОТАМ 8

ПОДГОТОВКА К ТЕСТИРОВАНИЮ 12

ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ 15

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа - это часть учебного процесса, метод обучения, прием учебно-познавательной деятельности, комплексная целевая стандартизованная учебная деятельность с запланированными видом, типом, формами контроля.

Самостоятельная работа представляет собой плановую деятельность обучающихся по поручению и под методическим руководством преподавателя.

Целью самостоятельной работы студентов является закрепление тех знаний, которые они получили на аудиторных занятиях, а также способствование развитию у студентов творческих навыков, инициативы, умению организовать свое время.

Самостоятельная работа реализует следующие задачи:

- предполагает освоение курса дисциплины;
- помогает освоению навыков учебной и научной работы;
- способствует осознанию ответственности процесса познания;
- способствует углублению и пополнению знаний студентов, освоению ими навыков и умений;
- формирует интерес к познавательным действиям, освоению методов и приемов познавательного процесса,
- создает условия для творческой и научной деятельности обучающихся;
- способствует развитию у студентов таких личных качеств, как целеустремленность, заинтересованность, исследование нового.

Самостоятельная работа обучающегося выполняет следующие функции:

- развивающую (повышение культуры умственного труда, приобщение к творческим видам деятельности, обогащение интеллектуальных способностей студентов);
- информационно-обучающую (учебная деятельность студентов на аудиторных занятиях, неподкрепленная самостоятельной работой, становится мало результативной);
- ориентирующую и стимулирующую (процессу обучения придается ускорение и мотивация);
- воспитательную (формируются и развиваются профессиональные качества бакалавра и гражданина);
- исследовательскую (новый уровень профессионально-творческого мышления).

Организация самостоятельной работы студентов должна опираться на определенные требования, а, именно:

- сложность осваиваемых знаний должна соответствовать уровню развития студентов;
- стандартизация заданий в соответствии с логической системой курса дисциплины;
- объем задания должен соответствовать уровню студента;
- задания должны быть адаптированными к уровню студентов.

Содержание самостоятельной работы студентов представляет собой, с одной стороны, совокупность теоретических и практических учебных заданий, которые должен выполнить студент в процессе обучения, объект его деятельности; с другой стороны – это способ деятельности студента по выполнению соответствующего теоретического или практического учебного задания.

Свое внешнее выражение содержание самостоятельной работы студентов находит во всех организационных формах аудиторной и внеаудиторной деятельности, в ходе самостоятельного выполнения различных заданий.

Функциональное предназначение самостоятельной работы студентов в процессе лекций, практических занятий по овладению специальными знаниями заключается в самостоятельном прочтении, просмотре, прослушивании, наблюдении, конспектировании, осмыслении, запоминании и воспроизведении определенной информации. Цель и планирование самостоятельной работы студента определяет преподаватель. Вся информация осуществляется на основе ее воспроизведения.

Так как самостоятельная работа тесно связана с учебным процессом, ее необходимо рассматривать в двух аспектах:

1. аудиторная самостоятельная работа – лекционные, практические занятия;

2. внеаудиторная самостоятельная работа – дополнение лекционных материалов, подготовка к практическим занятиям, подготовка к участию в деловых играх и дискуссиях, выполнение письменных домашних заданий, Контрольных работ (рефератов и т.п.) и курсовых работ (проектов), докладов и др.

Основные формы организации самостоятельной работы студентов определяются следующими параметрами:

- содержание учебной дисциплины;
- уровень образования и степень подготовленности студентов;
- необходимость упорядочения нагрузки студентов при самостоятельной работе.

Таким образом, самостоятельная работа студентов является важнейшей составной частью процесса обучения.

Методические указания по организации самостоятельной работы и задания для обучающихся по дисциплине «*Психология общения*» обращают внимание студента на главное, существенное в изучаемой дисциплине, помогают выработать умение анализировать формы документов, правила их оформления, связывать теоретические положения с практикой, а также облегчают подготовку к сдаче *зачета*.

Настоящие методические указания позволят студентам самостоятельно овладеть знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю подготовки, опытом творческой и исследовательской деятельности, и направлены на формирование компетенций, предусмотренных учебным планом по данному профилю.

Видами самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «*Психология общения*» являются:

- повторение материала лекций;
- самостоятельное изучение тем курса (в т.ч. рассмотрение основных категорий дисциплины, работа с литературой);
- ответы на вопросы для самопроверки (самоконтроля);
- подготовка к практическим (семинарским) занятиям (в т.ч. подготовка к выполнению практической работы);
- подготовка к тестированию;
- подготовка к зачету.

В методических указаниях представлены материалы для самостоятельной работы и рекомендации по организации отдельных её видов.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

дисциплина «Психология общения»

Тема 1. Психологическая характеристика деятельности и общения

Общение как обмен информацией.
Речь и ее функции.
Виды речевой деятельности.
Общение как взаимодействие.
Стили поведения во взаимодействии

Тема 2. Общение как обмен информацией

Общение как восприятие людьми друг друга.
Механизмы и феномены восприятия человека человеком.
Визуальные средства общения.
Акустические средства общения.
Тактильные средства общения.

Тема 3. Межличностное восприятие и взаимодействие

Техника активного слушания.
Барьеры общения.
Формирование первого впечатления.
Технология эффективного установления контакта.
Трансактный анализ общения.

Тема 4. Психология делового общения

1. Что называется ролью?
2. В чем состоит успешность общения?
3. Что мы называем беседой?
4. Какие бывают беседы?
5. Что такое интерес?
6. Сколько тем обычно бывает излюбленными?
7. Перечислите структуру беседы
8. Перечислите принципы ведения деловой беседы.
9. Каковы основные функции деловой беседы?
10. Что значит «отработать ход» беседы?
11. На какие вопросы нужно подготовить ответы перед деловой беседой?
12. Что влияет на успех деловой беседы?
13. Каковы особенности делового телефонного разговора?

ОСНОВНЫЕ КАТЕГОРИИ ДИСЦИПЛИНЫ

АВТОРИТАРНОСТЬ (от лат. — влияние, власть) —социально-психологическая характеристика личности, отражающая ее стремление максимально подчинить своему влиянию партнеров по взаимодействию и общению.

АВТОРИТЕТ (от лат. влияние, власть) - 1) влияние индивида, основанное на занимаемом им положении, должности, статусе и т д.; 2) признание за индивидом права на принятие ответственного решения в условиях совместной деятельности.

АГРЕССИЯ (от лат. — нападать) — индивидуальное или коллективное поведение, действие, направленное на нанесение физического или психологического вреда, ущерба либо на уничтожение другого человека или группы людей.

АКТИВНОСТЬ ЛИЧНОСТИ — способность человека производить общественно значимые преобразования в мире на основе присвоения богатств материальной и духовной культуры, проявляющаяся в творчестве, волевых актах, общении; интегральная характеристика А. л. — активная жизненная позиция человека, выражающаяся в его идейной принципиальности, последовательности в отстаивании своих взглядов, единстве слова и дела.

АЛЬТРУИЗМ (от лат. — другой) — система ценностных ориентации личности, при которой центральным мотивом и критерием нравственной оценки являются интересы другого человека или социальной общности.

АФФИЛИАЦИЯ (от англ. — присоединять, присоединяться) — стремление человека быть в обществе других людей.

БАРЬЕР СМЫСЛОВОЙ (от франц. — преграда, препятствие) — взаимонепонимание между людьми, являющееся следствием того, что одно и то же явление имеет для них разный смысл.

БАРЬЕР СМЫСЛОВОЙ (от франц. — преграда, препятствие) — взаимонепонимание между людьми, являющееся следствием того, что одно и то же явление имеет для них разный смысл.

БАРЬЕРЫ ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ — психическое состояние, проявляющееся в неадекватной пассивности субъекта, что препятствует выполнению им тех или иных действий.

ВЕРБАЛЬНЫЙ (от лат. — словесный) — термин, применяемый в психологии для обозначения форм знакового материала, а также процессов оперирования с этим материалом.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ (в психологии) — процесс непосредственного или опосредованного воздействия объектов (субъектов) друг на друга, порождающих взаимную обусловленность и связь.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МЕЖЛИЧНОСТНОЕ — 1) в широком смысле — случайный или преднамеренный, частный или публичный, длительный или кратковременный, вербальный или невербальный личностный контакт двух или более человек, имеющий (следствием взаимные изменения их поведения, деятельности, отношений, установок; 2) в узком смысле — система взаимно обусловленных индивидуальных действий, связанных циклической причинной зависимостью, при которой поведение каждого из участников выступает одновременно и стимулом, и реакцией на поведение остальных.

ВЛИЯНИЕ (в психологии) — процесс и результат изменения индивидом поведения другого человека, его установок, намерений, представлений, оценок и т. п. в ходе взаимодействия с ним.

ВНУШАЕМОСТЬ — степень восприимчивости к внушению, определяемая субъективной готовностью подвергнуться и подчиниться внушающему воздействию.

ВЫТЕСНЕНИЕ — один из видов «психологической защиты», представляющий собой процесс, в результате которого неприемлемые для индивида мысли, воспоминания, переживания «изгоняются» из сознания и переводятся в сферу бессознательного, тем не

менее они продолжают оказывать влияние на поведение индивида и переживаются им в форме тревоги, страха и т. п.

ДИСТАНЦИЯ СОЦИАЛЬНАЯ — степень близости или отчуждения классов, социальных групп и лиц по их положению в обществе.

ДРУЖБА — вид устойчивых, индивидуально-избирательных межличностных отношений, характеризующийся взаимной привязанностью их участников, усилением процессов аффилиации, взаимными ожиданиями ответных чувств и предпочтительности.

ЗАМЕЩЕНИЕ — защитный механизм, имеющий две различные формы проявления. В психоанализе выделены защита путем замещения объекта и защита путем замещения потребности.

ЗАРАЖЕНИЕ (в социальной психологии) — процесс передачи эмоционального состояния от одного индивида другому на психофизиологическом уровне контакта помимо собственно смыслового воздействия или дополнительно к нему.

ЗНАЧЕНИЕ — обобщенная форма отражения субъектом общественно-исторического опыта, приобретенного в процессе совместной деятельности и общения и существующего в виде понятий, опредмеченных в схемах действия, социальных ролях, нормах и ценностях.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ - психологический процесс отождествления индивидом себя с другим человеком, группой, коллективом, помогающий ему успешно овладевать различными видами социальной деятельности, усваивать и преобразовывать социальные нормы и ценности, принимать социальные роли.

ИМИДЖ — сложившийся в массовом сознании и имеющий характер стереотипа, эмоционально окрашенный образ кого-либо или чего-либо.

КАНАЛ КОММУНИКАЦИИ — способ, которым передается сообщение лицом к лицу, письменно, на кинопленке или каким-либо другим образом.

КОММУНИКАЦИЯ — смысловой аспект социального взаимодействия.

КОНТРОЛЬ СОЦИАЛЬНЫЙ — механизм саморегуляции в социальных системах {группах, коллективах, организациях, обществе в целом), осуществляющий ее посредством нормативного (морального, правового, административного и т. д.) регулирования поведения людей.

КОНФЛИКТ (от лат. — столкновение) — столкновение противоположно направленных целей, интересов, позиций, мнений, взглядов оппонентов или субъектов взаимодействия.

КОНФЛИКТНАЯ СИТУАЦИЯ — предельный случай обострения противоречия в коллективе.

КОНФОРМНОСТЬ — психологическая характеристика поведения человека, выражающаяся в его податливости «давлению» группы, т. е. в ситуации конфликта между своим мнением и мнением группы он формирует мнение, совпадающее с мнением большинства.

КУЛЬТУРА — освоение, гуманизация, облагораживание человеком природы, совершенствование всего того, что человек находит естественно данным, стихийно возникшим в природе, обществе и себе самом; все созданное руками и разумом человека.

ЛИЧНОСТНЫЙ СМЫСЛ — индивидуализированное отражение действительного отношения личности к тем объектам, ради которых развертывается ее деятельность, осознаваемое как «значение-для-меня» усваиваемых субъектом безличных знаний о мире, включающих понятия, умения, действия и поступки, совершаемые людьми, социальные нормы, роли, ценности и идеалы.

НОРМЫ ГРУППОВЫЕ (от лат. — руководящее начало, точное предписание, образец) — совокупность правил и требований, вырабатываемых каждой реально функционирующей общностью и играющих роль важнейшего средства регуляции поведения членов данной группы, характера их взаимоотношений, взаимодействия и общения.

ОТКЛОНЯЮЩЕЕСЯ ПОВЕДЕНИЕ — форма дезорганизации поведения индивида в группе или категории лиц (нарушителей и правонарушителей) в обществе, обнаруживающая несоответствие сложившимся ожиданиям, моральным и правовым требованиям общества.

ПРОСТРАНСТВО СОЦИАЛЬНОЕ — социально освоенная часть природного пространства как среды обитания людей, пространственно-территориальный аспект жизнедеятельности общества и предметного мира человека, характеристика социальной структуры общества с точки зрения «расположения» социальных групп и слоев, «пространства» (условий, возможностей) их развития.

РЕФЛЕКСИЯ — процесс самопознания субъектом внутренних психических актов и состояний.

РЕЧЬ — исторически сложившаяся в процессе материальной преобразующей деятельности людей форма общения посредством языка.

РЕЧЬ ВНУТРЕННЯЯ — различные виды использования языка (точнее языковых значений) вне процесса реальной коммуникации.

РЕЧЬ ЖЕСТОВАЯ — способ межличностного общения людей, лишенных слуха, при помощи системы жестов, характеризующейся своеобразными лексическими и грамматическими закономерностями.

РЕЧЬ ПИСЬМЕННАЯ — вербальное (словесное) общение при помощи письменных текстов.

РЕЧЬ УСТНАЯ — вербальное (словесное) общение при помощи языковых средств, воспринимаемых на слух.

РЕЧЬ ЭГОЦЕНТРИЧЕСКАЯ — речь, обращенная к самому себе, регулирующая и контролирующая практическую деятельность ребенка.

РОЛЬ (в социальной психологии) — социальная функция личности; соответствующий принятым нормам способ поведения людей в зависимости от их статуса или позиции в обществе, в системе межличностных отношений.

САНКЦИИ СОЦИАЛЬНЫЕ — оперативные средства социального контроля, выполняющие функции интеграции общества, социальной группы, социализации их членов и применяемые к последним за конкретные социальные действия.

СИМВОЛ (от греч. — условный знак) — образ, являющийся представителем других (как правило, весьма своеобразных) образов, содержаний, отношений.

СИМВОЛ СОЦИАЛЬНЫЙ — знаковообразная структура, представленная в виде знака, предмета, слова, действия или образа.

СМЫСЛОВОЙ БАРЬЕР — несовпадение смыслов высказанного требования, просьбы, приказа для партнеров в общении, создающее препятствие для их взаимопонимания и взаимодействия.

УСТАНОВКА — готовность, предрасположенность субъекта к действию, возникающая при предвосхищении им появления определенного объекта и обеспечивающая устойчивый, целенаправленный характер протекания деятельности по отношению к данному объекту.

ЦЕННОСТНЫЕ ОРИЕНТАЦИИ ЛИЧНОСТИ — разделяемые личностью социальные ценности, выступающие в качестве целей жизни и основных средств достижения этих целей и в силу этого приобретающие функцию важнейших регуляторов социального поведения индивидов.

ЭМПАТИЯ — постижение эмоционального состояния, проникновение-вчувствование в переживания другого человека.

ЯЗЫК — система знаков, служащая средством человеческого общения, мыслительной деятельности, способом выражения самосознания личности, передачи и хранения информации.

САМООРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ЛИТЕРАТУРОЙ

Самостоятельное изучение тем курса осуществляется на основе списка рекомендуемой литературы к дисциплине. При работе с книгой необходимо научиться правильно ее читать, вести записи. Самостоятельная работа с учебными и научными изданиями профессиональной и общекультурной тематики – это важнейшее условие формирования научного способа познания.

Основные приемы работы с литературой можно свести к следующим:

• составить перечень книг, с которыми следует познакомиться;

• перечень должен быть систематизированным (что необходимо для семинаров, что для экзаменов, что пригодится для написания курсовых и выпускных квалификационных работ (ВКР), а что выходит за рамками официальной учебной деятельности, и расширяет общую культуру);

• обязательно выписывать все выходные данные по каждой книге (при написании курсовых и выпускных квалификационных работ это позволит экономить время);

• определить, какие книги (или какие главы книг) следует прочитать более внимательно, а какие – просто просмотреть;

• при составлении перечней литературы следует посоветоваться с преподавателями и руководителями ВКР, которые помогут сориентироваться, на что стоит обратить большее внимание, а на что вообще не стоит тратить время;

• все прочитанные монографии, учебники и научные статьи следует конспектировать, но это не означает, что надо конспектировать «все подряд»: можно выписывать кратко основные идеи автора и иногда приводить наиболее яркие и показательные цитаты (с указанием страниц);

• если книга – собственная, то допускается делать на полях книги краткие пометки или же в конце книги, на пустых страницах просто сделать свой «предметный указатель», где отмечаются наиболее интересные мысли и обязательно указываются страницы в тексте автора;

• следует выработать способность «воспринимать» сложные тексты; для этого лучший прием – научиться «читать медленно», когда понятно каждое прочитанное слово (а если слово незнакомое, то либо с помощью словаря, либо с помощью преподавателя обязательно его узнать). Таким образом, чтение текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации.

От того, насколько осознанна читающим собственная внутренняя установка при обращении к печатному слову (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия. Грамотная работа с книгой, особенно если речь идет о научной литературе, предполагает соблюдение ряда правил, для овладения которыми необходимо настойчиво учиться. Это серьёзный, кропотливый труд. Прежде всего, при такой работе невозможен формальный, поверхностный подход. Не механическое заучивание, не простое накопление цитат, выдержек, а сознательное усвоение прочитанного, осмысление его, стремление дойти до сути – вот главное правило. Другое правило – соблюдение при работе над книгой определенной последовательности. Вначале следует ознакомиться с оглавлением, содержанием предисловия или введения. Это дает общую ориентировку, представление о структуре и вопросах, которые рассматриваются в книге.

Следующий этап – чтение. Первый раз целесообразно прочитать книгу с начала до конца, чтобы получить о ней цельное представление. При повторном чтении происходит постепенное глубокое осмысление каждой главы, критического материала и позитивного изложения; выделение основных идей, системы аргументов, наиболее ярких примеров и т.д. Непременным правилом чтения должно быть выяснение незнакомых слов, терминов, выражений, неизвестных имен, названий. Студентам с этой целью рекомендуется заводить

специальные тетради или блокноты. Важная роль в связи с этим принадлежит библиографической подготовке студентов. Она включает в себя умение активно, быстро пользоваться научным аппаратом книги, справочными изданиями, каталогами, умение вести поиск необходимой информации, обрабатывать и систематизировать ее.

Выделяют четыре основные установки в чтении текста:

- информационно-поисковая (задача – найти, выделить искомую информацию);
- усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить, как сами сведения, излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений);
- аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему);
- творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

С наличием различных установок обращения к тексту связано существование и нескольких видов чтения:

- библиографическое – просматривание карточек каталога, рекомендательных списков, сводных списков журналов и статей за год и т.п.;
- просмотровое – используется для поиска материалов, содержащих нужную информацию, обычно к нему прибегают сразу после работы со списками литературы и каталогами, в результате такого просмотра читатель устанавливает, какие из источников будут использованы в дальнейшей работе;
- ознакомительное – подразумевает сплошное, достаточно подробное прочтение отобранных статей, глав, отдельных страниц; цель – познакомиться с характером информации, узнать, какие вопросы вынесены автором на рассмотрение, провести сортировку материала;
- изучающее – предполагает доскональное освоение материала; в ходе такого чтения проявляется доверие читателя к автору, готовность принять изложенную информацию, реализуется установка на предельно полное понимание материала;
- аналитико-критическое и творческое чтение – два вида чтения близкие между собой тем, что участвуют в решении исследовательских задач.

Первый из них предполагает направленный критический анализ, как самой информации, так и способов ее получения и подачи автором; второе – поиск тех суждений, фактов, по которым, или, в связи с которыми, читатель считает нужным высказать собственные мысли.

Из всех рассмотренных видов чтения основным для студентов является изучающее – именно оно позволяет в работе с учебной и научной литературой накапливать знания в различных областях. Вот почему именно этот вид чтения в рамках образовательной деятельности должен быть освоен в первую очередь. Кроме того, при овладении данным видом чтения формируются основные приемы, повышающие эффективность работы с текстом. Научная методика работы с литературой предусматривает также ведение записи прочитанного. Это позволяет привести в систему знания, полученные при чтении, сосредоточить внимание на главных положениях, зафиксировать, закрепить их в памяти, а при необходимости вновь обратиться к ним.

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения.

Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала.

Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала.

Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора.

Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного. Конспект – сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание книги, статьи. Поэтому умение составлять план, тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

Как правильно составлять конспект? Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта. Выделите главное, составьте план, представляющий собой перечень заголовков, подзаголовков, вопросов, последовательно раскрываемых затем в конспекте. Это первый элемент конспекта. Вторым элементом конспекта являются тезисы. Тезис - это кратко сформулированное положение. Для лучшего усвоения и запоминания материала следует записывать тезисы своими словами. Тезисы, выдвигаемые в конспекте, нужно доказывать. Поэтому третий элемент конспекта - основные доводы, доказывающие истинность рассматриваемого тезиса. В конспекте могут быть положения и примеры. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

Конспектирование - наиболее сложный этап работы. Овладение навыками конспектирования требует от студента целеустремленности, повседневной самостоятельной работы. Конспект ускоряет повторение материала, экономит время при повторном, после определенного перерыва, обращении к уже знакомой работе. Учитывая индивидуальные особенности каждого студента, можно дать лишь некоторые, наиболее оправдавшие себя общие правила, с которыми преподаватель и обязан познакомить студентов:

1. Главное в конспекте не объем, а содержание. В нем должны быть отражены основные принципиальные положения источника, то новое, что внес его автор, основные методологические положения работы. Умение излагать мысли автора сжато, кратко и собственными словами приходит с опытом и знаниями. Но их накоплению помогает соблюдение одного важного правила – не торопиться записывать при первом же чтении, вносить в конспект лишь то, что стало ясным.

2. Форма ведения конспекта может быть самой разнообразной, она может изменяться, совершенствоваться. Но начинаться конспект всегда должен с указания полного наименования работы, фамилии автора, года и места издания; цитаты берутся в кавычки с обязательной ссылкой на страницу книги.

3. Конспект не должен быть «слепым», безликим, состоящим из сплошного текста. Особо важные места, яркие примеры выделяются цветным подчеркиванием, взятием в рамочку, оттенением, пометками на полях специальными знаками, чтобы можно было быстро найти нужное положение. Дополнительные материалы из других источников можно давать на полях, где записываются свои суждения, мысли, появившиеся уже после составления конспекта.

ПОДГОТОВКА К ПРАКТИЧЕСКИМ РАБОТАМ

Практические работы выступают средством формирования у студентов системы интегрированных умений и навыков, необходимых для освоения профессиональных компетенций. Это могут быть ситуации, требующие применения умений и навыков, специфичных для соответствующего профиля обучения (знания содержания предмета), ситуации, требующие организации деятельности, выбора её оптимальной структуры личностно-ориентированных ситуаций (нахождение нестандартного способа решения).

Кроме этого, они выступают средством формирования у студентов умений определять, разрабатывать и применять оптимальные методы решения профессиональных задач. Они строятся на основе ситуаций, возникающих на различных уровнях осуществления практики и формулируются в виде производственных поручений (заданий).

Под практическими работами понимают задачи из окружающей действительности, связанные с формированием практических навыков, необходимых в повседневной жизни, в том числе с использованием элементов производственных процессов.

Цель практических работ – приобретение умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Задачи практических работ:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний студентов при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- обучение приемам решения практических задач;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Важными отличительными особенностями практических работ от стандартных задач (предметных, межпредметных, прикладных) являются:

- значимость (познавательная, профессиональная, общекультурная, социальная) получаемого результата, что обеспечивает познавательную мотивацию обучающегося;
- условие задания сформулировано как сюжет, ситуация или проблема, для разрешения которой необходимо использовать знания из разных разделов основного предмета, из другого предмета или из жизни, на которые нет явного указания в тексте задания;
- информация и данные в задании могут быть представлены в различной форме (рисунок, таблица, схема, диаграмма, график и т.д.), что потребует распознавания объектов;
- указание (явное или неявное) области применения результата, полученного при решении задания.

Кроме выделенных четырех характеристик, практические работы имеют следующие:

1. по структуре эти задания – нестандартные, т.е. в структуре задания не все его компоненты полностью определены;
2. наличие избыточных, недостающих или противоречивых данных в условии задания, что приводит к объемной формулировке условия;
3. наличие нескольких способов решения (различная степень рациональности), причем данные способы могут быть неизвестны учащимся, и их потребуется сконструировать.

При выполнении практических работ следует руководствоваться следующими общими рекомендациями:

- для выполнения практической работы необходимо внимательно прочитать задание, повторить лекционный материал по соответствующей теме, изучить рекомендуемую литературу, в т.ч. дополнительную;

- выполнение практической работы включает постановку задачи, выбор способа решения задания, разработку алгоритма практических действий, программы, рекомендаций, сценария и т. п.;

- если практическая работа выдается по вариантам, то получить номер варианта исходных данных у преподавателя; если нет вариантов, то нужно подобрать исходные данные самостоятельно, используя различные источники информации;

- для выполнения практической работы может использоваться метод малых групп. Работа в малых группах предполагает решение определенных образовательных задач в рамках небольших групп с последующим обсуждением полученных результатов. Этот метод развивает навыки сотрудничества, достижения компромиссного решения, аналитические способности.

ПОДГОТОВКА К ТЕСТИРОВАНИЮ

Тесты – это вопросы или задания, предусматривающие конкретный, краткий, четкий ответна имеющиеся эталоны ответов. При самостоятельной подготовке к тестированию студенту необходимо:

1. готовясь к тестированию, проработать информационный материал по дисциплине; проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора учебной литературы;

2. четко выяснить все условия тестирования заранее. Студент должен знать, сколько тестов ему будет предложено, сколько времени отводится на тестирование, какова система оценки результатов и т. д.;

3. приступая к работе с тестами, внимательно и до конца нужно прочитать вопрос и предлагаемые варианты ответов; выбрать правильные (их может быть несколько); на отдельном листке ответов вписать цифру вопроса и буквы, соответствующие правильным ответам;

- в процессе решения желательно применять несколько подходов в решении задания. Это позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант;

- не нужно тратить слишком много времени на трудный вопрос, нужно переходить к другим тестовым заданиям; к трудному вопросу можно обратиться в конце;

- обязательно необходимо оставить время для проверки ответов, чтобы избежать механических ошибок.

ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

При подготовке к *зачету* по дисциплине «*Психология общения*» обучающемуся рекомендуется:

1. повторить пройденный материал и ответить на вопросы, используя конспект и материалы лекций. Если по каким-либо вопросам у студента недостаточно информации в лекционных материалах, то необходимо получить информацию из раздаточных материалов и/или учебников (литературы), рекомендованных для изучения дисциплины «*Психология общения*». Целесообразно также дополнить конспект лекций наиболее существенными и важными тезисами для рассматриваемого вопроса;

2. при изучении основных и дополнительных источников информации в рамках выполнения заданий на *зачете* особое внимание необходимо уделять схемам, рисункам, графикам и другим иллюстрациям, так как подобные графические материалы, как правило, в наглядной форме отражают главное содержание изучаемого вопроса;

3. при изучении основных и дополнительных источников информации в рамках выполнения заданий на *зачете* (в случаях, когда отсутствует иллюстративный материал) особое внимание необходимо обращать на наличие в тексте словосочетаний вида «во-первых», «во-вторых» и т.д., а также дефисов и перечислений (цифровых или буквенных), так как эти признаки, как правило, позволяют структурировать ответ на предложенное задание. Подобную текстовую структуризацию материала слушатель может трансформировать в рисунки, схемы и т. п. для более краткого, наглядного и удобного восприятия (иллюстрации целесообразно отразить в конспекте лекций – это позволит оперативно и быстро найти, в случае необходимости, соответствующую информацию);

4. следует также обращать внимание при изучении материала для подготовки к *зачету* на словосочетания вида «таким образом», «подводя итог сказанному» и т.п., так как это признаки выражения главных мыслей и выводов по изучаемому вопросу (пункту, разделу). В отдельных случаях выводы по теме (разделу, главе) позволяют полностью построить (восстановить, воссоздать) ответ на поставленный вопрос (задание), так как содержат в себе основные мысли и тезисы для ответа.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора
по учебно-методической работе
_____ В.В. Зубов

ММ. ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНОВ

СГ.10 ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Специальность
15.02.16 ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ
Программа подготовки специалистов среднего звена
Форма обучения: очная

Автор: Самигуллина В.А. – преподаватель СПО

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией факультета
Природообустройства и водопользования	ГМФ
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой	Председатель
(подпись)	*(подпись)*
Гревцев Н.В.	Осипов П.А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 7.09.2023	Протокол № 2 от 20.10.2023
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение 3
1. Пояснительная записка 4
2. УРОВНИ, ФОРМЫ И ВИДЫ СРС 7
3. Методы и приемы самостоятельной работы студентов 10
3.1. Работа с научной литературой 10
3.2. Методические рекомендации по составлению конспекта 13
3.3. Подготовка реферата (доклада) 16
3.4. Создание материалов-презентаций 21
3.5. Практико-ориентированные задания для самостоятельного выполнения 25

ВВЕДЕНИЕ

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов (далее – **СРС**) являются **обязательной частью** учебно-методических комплексов учебных дисциплин, реализуемых на Инженерно-экономическом факультете «Уральского государственного горного университета» по всем направлениям подготовки.

Методические рекомендации по самостоятельной работе студентов наряду с методическими рекомендациями по подготовке к семинарским / практическим занятиям и работе с лекционным материалом; по формам текущего, промежуточного и итогового контроля; по подготовке курсовых работ; по подготовке и защите выпускных квалификационных работ составляют единый комплекс методического обеспечения УМК каждой учебной дисциплины.

Цель методических рекомендаций СРС:

определить роль и место самостоятельной работы студентов в учебном процессе;

конкретизировать ее уровни, формы и виды;

обобщить методы и приемы выполнения определенных типов учебных заданий, традиционных для математического и естественнонаучного образования;

объяснить критерии оценивания.

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

СРС – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (возможно частичное непосредственное участие преподавателя при сохранении ведущей роли студентов).

Целью СРС является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками по профилю будущей специальности, опытом творческой, исследовательской деятельности, развитие самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровней.

Задачи СРС:

систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;

углубление и расширение теоретической подготовки

формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;

развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;

формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;

развитие исследовательских умений;

использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий на практических занятиях, и в дальнейшей

реализации при написании курсовых и выпускной квалификационной работ, для эффективной подготовки к текущей и промежуточной аттестации.

Функции СРС:

развивающая (повышение культуры умственного труда, приобщение к творческим видам деятельности, обогащение интеллектуальных способностей студентов);

информационно-обучающая (учебная деятельность студентов на аудиторных занятиях, неподкрепленная самостоятельной работой, становится мало результативной);

ориентирующая и стимулирующая (процессу обучения придается ускорение и мотивация);

воспитательная (формируются и развиваются профессиональные качества специалиста и гражданина);

исследовательская (новый уровень профессионально-творческого мышления).

В основе СРС лежат следующие принципы:

развития творческой деятельности;

целевого планирования;

личностно-деятельностного подхода.

СРС – важнейшая составная часть учебного процесса, обязательная для каждого студента, объем которой определяется учебным планом.

Методологическую основу СРС составляет деятельностный подход, при котором цели обучения ориентированы на формирование умений решать типовые и нетиповые задачи, т. е. на реальные ситуации, в которых студентам надо проявить знание конкретной дисциплины.

Предметно и содержательно СРС определяется государственным образовательным стандартом, действующими учебными планами по образовательным программам различных форм обучения, рабочими программами учебных дисциплин, средствами обеспечения СРС: учебниками, учебными пособиями и методическими руководствами, учебно-программными комплексами и т.д.

Планируемые результаты грамотно организованной СРС предполагают:

усвоение знаний, формирование профессиональных умений, навыков и компетенций будущего специалиста;

закрепление знания теоретического материала практическим путем;

воспитание потребности в самообразовании;

максимальное развитие познавательных и творческих способностей личности;

побуждение к научно-исследовательской работе;

повышение качества и интенсификации образовательного процесса; формирование интереса к избранной профессии и овладению ее особенностями;

осуществление дифференцированного подхода в обучении.

применение полученных знаний и практических навыков для анализа ситуации и выработки правильного решения, для формирования собственной позиции, теории, модели.

Достижение планируемых результатов позволит придать инновационный характер современному естественнонаучному образованию, а, следовательно, решить задачи его модернизации.

Реализация СРС осуществляется в соответствии с графиком СРС по каждой учебной дисциплине. Выбор учебных заданий определяется учебным

планом по всем направлениям подготовки. При этом учитывается количество часов, отведенных на контролируемую СРС и СРС, не предполагающую выделение дополнительных часов на осуществление контроля преподавателем.

Обоснование затрат времени на самостоятельную работу обучающихся (СРО)

Суммарный объем часов на СРО *очной формы обучения* составляет 30 часов.

п/п	***Виды самостоятельной работы***	***Единица измерения***	***Норма времени, час***	***Расчетная трудоемкость СРО по нормам, час.***	***Принятая трудоемкость СРО, час.***
1.	Повторение материала уроков	1 час	0,1-4,0	0,1 х 10 = 1	1
2.	Подготовка к практическим занятиям	1 занятие	0,3-2,0	0,3 х 6 = 1,8	1,8
3.	Подготовка к семинарским занятиям	1 тема	1,0-8,0	1,0 х 1 = 1	1
4.	Подготовка к защите доклада	1 тема	1,0-8,0	1,0 х 1 = 1	1
5.	Подготовка к зачету	1 тема	0,1-0,75	0,12 х 10 =1,2	1,2
	Итого:				6

Руководство самостоятельной работой студента осуществляется в форме индивидуальных консультаций, контроль – на практических и лекционных занятиях, индивидуальных консультациях, зачёте.

2. УРОВНИ, ФОРМЫ И ВИДЫ СРС

Для индивидуализации образовательного процесса СРС можно разделить на базовую и дополнительную.

Базовая СРС обеспечивает подготовку студента к текущим аудиторным занятиям и контрольным мероприятиям для дисциплины. Результаты этой подготовки проявляются в активности студента на занятиях и в качестве

выполненных практических работ, тестовых заданий, сделанных докладов и других форм текущего контроля. Базовая СРС может включать следующие ***формы*** работ:

изучение лекционного материала, предусматривающие проработку конспекта лекций и учебной литературы;

выполнение домашнего задания, выдаваемых на практических занятиях;

подготовка к практическим занятиям;

написание реферата по заданной проблеме.

Дополнительная СРС направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие аналитических навыков по проблематике учебной дисциплины. К ней относятся:

подготовка к промежуточной аттестации;

поиск (подбор) и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;

изучение материала, вынесенного на самостоятельное изучение;

исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах;

анализ научной публикации по заранее определенной преподавателем теме;

анализ статистических и фактических материалов по заданной теме, проведение расчетов, составление схем и моделей на основе статистических материалов и др.

В рамках освоения дисциплины **«Экологические основы природопользования»** выделяется два ***вида*** самостоятельной работы: аудиторная и внеаудиторная.

1. **Аудиторная** самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданиям. Основными ***формами*** самостоятельной работы студентов с участием преподавателя являются:

- текущие консультации;
- прием и разбор домашних заданий;
- выполнение тестовых заданий в рамках дисциплины;
- подготовка к деловой игре;
- выполнение практических работ;

2. **Внеаудиторная** самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия. Основными ***формами*** самостоятельной работы студентов без участия преподавателей являются:

- формирование и усвоение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной лектором учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.);
- подбор материала, который может быть использован для написания реферата, написание рефератов;
- подготовка к практическим занятиям (дополнительное изучение теоретического материала, оформление домашних практических работ);
- овладение студентами конкретных тем, вынесенных на самостоятельное изучение;
- подготовка презентации.

Границы между этими видами работ относительны, а сами виды самостоятельной работы пересекаются.

3. МЕТОДЫ И ПРИЕМЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

3.1. Работа с научной литературой

При работе с учебной литературой необходим иметь навык подбора литературных источников, научиться правильно ее читать, вести записи. Для подбора литературы в библиотеке используются алфавитный и систематический каталоги. Важно помнить, что рациональные навыки работы с книгой позволяют экономить время и повышают продуктивность.

Самостоятельная работа с учебниками и книгами (а также самостоятельное теоретическое исследование проблем, обозначенных преподавателем на лекциях) – это важнейшее условие формирования научного способа познания. Чтение научного текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации. От того на сколько осознанна читающим собственная внутренняя установка при обращении к печатному слову (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т. п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия.

Грамотная работа с книгой, особенно если речь идет о научной литературе, предполагает соблюдение ряда правил, для овладения которыми необходимо настойчиво учиться. Организуя самостоятельную работу студентов с книгой, преподаватель обязан настроить их на серьёзный, кропотливый труд. Прежде всего, при такой работе невозможен формальный, поверхностный подход. Не механическое заучивание, не простое накопление цитат, выдержек, а сознательное усвоение прочитанного, осмысление его, стремление дойти до сути – вот главное правило. Другое правило – соблюдение при работе над книгой определенной последовательности.

Вначале следует ознакомиться с оглавлением, содержанием предисловия или введения. Это дает общую ориентировку, представление о структуре и вопросах, которые рассматриваются в книге. Следующий этап – чтение. Первый раз целесообразно прочитать книгу с начала до конца, чтобы получить о ней цельное представление. При повторном чтении происходит постепенное глубокое осмысление каждой главы, критического материала и позитивного изложения; выделение основных идей, системы аргументов, наиболее ярких примеров и т. д. Непременным правилом чтения должно быть выяснение незнакомых слов, терминов, выражений, неизвестных имен, названий. Студенты с этой целью заводят специальные тетради или блокноты. Важная роль, в связи с этим принадлежит библиографической подготовке студентов. Она включает в себя умение активно, быстро пользоваться научным аппаратом книги, справочными изданиями, каталогами, умение вести поиск необходимой информации, обрабатывать и систематизировать ее.

Выделяют четыре основные установки в чтении научного текста:

- информационно-поисковая (задача – найти, выделить искомую информацию);
- усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить, как сами сведения, излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений);
- аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему);
- творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т. п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат

наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

С наличием различных установок обращения к научному тексту связано существование и нескольких *видов чтения*:

библиографическое – просматривание карточек каталога, рекомендательных списков, сводных списков журналов и статей за год и т.п.;

просмотровое – используется для поиска материалов, содержащих нужную информацию, обычно к нему прибегают сразу после работы со списками литературы и каталогами, в результате такого просмотра читатель устанавливает, какие из источников будут использованы в дальнейшей работе;

ознакомительное – подразумевает сплошное, достаточно подробное прочтение отобранных статей, глав, отдельных страниц, цель – познакомиться с характером информации, узнать, какие вопросы вынесены автором на рассмотрение, провести сортировку материала;

изучающее – предполагает доскональное освоение материала; в ходе такого чтения проявляется доверие читателя к автору, готовность принять изложенную информацию, реализуется установка на предельно полное понимание материала;

аналитико-критическое и творческое чтение – два вида чтения близкие между собой тем, что участвуют в решении исследовательских задач. Первый из них предполагает направленный критический анализ, как самой информации, так и способов ее получения и подачи автором; второе – поиск тех суждений, фактов, по которым или в связи, с которыми, читатель считает нужным высказать собственные мысли.

Из всех рассмотренных видов чтения основным для студентов является изучающее – именно оно позволяет в работе с учебной литературой накапливать знания в различных областях. Вот почему именно этот вид чтения

в рамках учебной деятельности должен быть освоен в первую очередь. Кроме того, при овладении данным видом чтения формируются основные приемы, повышающие эффективность работы с научным текстом.

Научная методика работы с литературой предусматривает также ведение записи прочитанного. Это позволяет привести в систему знания, полученные при чтении, сосредоточить внимание на главных положениях, зафиксировать, закрепить их в памяти, а при необходимости вновь обратиться к ним.

В ходе проведения лекционных занятий, повторения материалов лекций и самостоятельного изучения материалов лекций (тем), нацеленных на усвоение студентом материала необходимо использовать не только основные источники литературы, а также дополнительную литературу, предлагаемую преподавателем, в том числе, литературу, подобранную студентом самостоятельно.

3.2. Методические рекомендации по составлению конспекта

Основные виды систематизированной записи прочитанного

Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения.

Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала.

Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала.

Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора.

Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного.

Конспект – сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание книги, статьи. Поэтому умение составлять план, тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта:

Внимательно прочитайте текст.

Уточните в справочной литературе непонятные слова.

При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта.

Выделите главное, составьте план, представляющий собой перечень заголовков, подзаголовков, вопросов, последовательно раскрываемых затем в конспекте. Это первый элемент конспекта.

Вторым элементом конспекта являются тезисы. Тезис — это кратко сформулированное положение. Для лучшего усвоения и запоминания материала следует записывать тезисы своими словами. Тезисы, выдвигаемые в конспекте, нужно доказывать. Поэтому третий элемент конспекта - основные доводы, доказывающие истинность рассматриваемого тезиса. В конспекте могут быть положения и примеры.

Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно.

Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли.

При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в

определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

Овладение навыками конспектирования требует от студента целеустремленности, повседневной самостоятельной работы.

Конспект ускоряет повторение материала, экономит время при повторном, после определенного перерыва, обращении к уже знакомой работе. Конспект оформляется в соответствии с общими правилами, но, учитываются и особенности конспектирования материала, так как каждый студент способен воспринимать тот или иной материал по-разному:

Главное в конспекте не объем, а содержание. В нем должны быть отражены основные принципиальные положения источника, то новое, что внес его автор, основные методологические положения работы. Умение излагать мысли автора сжато, кратко и собственными словами приходит с опытом и знаниями. Но их накоплению помогает соблюдение одного важного правила – не торопиться записывать при первом же чтении, вносить в конспект лишь то, что стало ясным.

Форма ведения конспекта может быть самой разнообразной, она может изменяться, совершенствоваться. Но начинаться конспект всегда должен с указания полного наименования работы, фамилии автора, года и места издания; цитаты берутся в кавычки с обязательной ссылкой на страницу книги.

Конспект не должен быть «слепым», безликим, состоящим из сплошного текста. Особо важные места, яркие примеры выделяются цветным подчеркиванием, взятием в рамочку, оттенением, пометками на полях специальными знаками, чтобы можно было быстро найти нужное положение. Дополнительные материалы из других источников можно давать на полях, где записываются свои суждения, мысли, появившиеся уже после составления конспекта.

При самостоятельной подготовке конспекта необходимо помечать непонятные положения, фиксировать возникшие вопросы. Важно помнить, ответ на возникший вопрос Вы сможете получить, используя дополнительные источниками литературы, в том числе и интернет-источниками. Поэтому при поиске ответов на поставленные вопросы, зафиксируйте в конспекте возможные решения проблем, а затем, уточните у преподавателя.

Самостоятельные поиски ответов развивают не только навык работы с информационными ресурсами, но и расширяет кругозор студента. Поиск необходимой информации и решение самостоятельно поставленных задач позволяет лучше усвоить материал.

3.3. Подготовка реферата (доклада)

Это объемный вид самостоятельной работы студента, содержащий информацию, дополняющую и развивающую основную тему, изучаемую на аудиторных занятиях. Ведущее место занимают темы, представляющие профессиональный интерес, несущие элемент новизны. Реферативные материалы должны представлять письменную модель первичного документа – научной работы, монографии, статьи. Реферат может включать обзор нескольких источников и служить основой для доклада на определенную тему на семинарах, конференциях.

Регламент озвучивания реферата – 5–7 мин.

Слово "реферат" (от латинского – referre – докладывать, сообщать) означает сжатое изложение в устной или письменной форме содержания какого–либо вопроса или темы на основе критического обзора информации.

При подготовке реферата необходимо соблюдать следующие правила.

Определить идею и задачу реферата. Следует помнить, что реферат будут читать другие. Поэтому постоянно задавайте себе вопрос, будет ли понятно написанное остальным, что интересного и нового найдут они в работе.

Ясно и четко сформулировать тему или проблему. Она не должна быть слишком общей.

Найти нужную литературу по выбранной теме. Составить перечень литературы, которая обязательно должна быть прочитана.

Только после предварительной подготовки следует приступать к написанию реферата. Прежде всего, составить план, выделить в нем части.

Введение, в котором раскрывается цель и задачи сообщения; здесь необходимо сформулировать социальную или политическую проблему, которая будет проанализирована в реферате, изложить своё отношение к ней, то есть мотивацию выбора; определить особенность постановки данной проблемы авторами изученной литературы; объяснить актуальность и социальную значимость выбранной темы.

Основная часть. Разделы, главы, параграфы основной части должны быть направлены на рассмотрение узловых моментов в теме реферата. Изложение содержания изученной литературы предполагает его критическое осмысление, глубокий логический анализ.

Каждый раздел основной части реферата предполагает детальное изучение отдельного вопроса темы и последовательное изложение структуры текстового материала с обязательными ссылками на первоисточник. В целом, содержание основной части должно отражать позиции отдельных авторов, сравнительную характеристику этих позиций, выделение узловых вопросов дискурса по выбранной для исследования теме.

Студент должен показать свободное владение основными понятиями и категориями авторского текста. Для лучшего изложения сущности анализируемого материала можно проиллюстрировать его таблицами, графиками, сравнением цифр, цитатами.

Заключение. В заключении автор реферата должен сформулировать личную позицию в отношении изученной проблемы и предложить, может быть, свои способы её решения. Целесообразно сделать общие выводы по теме реферата и ещё раз отметить её актуальность и социальную значимость.

Список использованных источников и литературы.

Начать реферат можно с изложения яркого, впечатляющего факта, который требует пояснения. Далее изложение должно идти от простого – к сложному. Не останавливайтесь на подробностях. Главное требование к реферату – максимум пользы для читателя при минимуме информации.

Написание рефератов является одной из форм обучения студентов, направленных на организацию и повышение уровня самостоятельной работы студентов, а также на усиление контроля за этой работой.

Целью написания рефератов является привитие студентам навыков самостоятельной работы с литературой с тем, чтобы на основе их анализа и обобщения студенты могли делать собственные выводы теоретического и практического характера, обосновывая их соответствующим образом.

В отличие от теоретических семинаров, при проведении которых студент приобретает, в частности, навыки высказывания своих суждений и изложения мнений других авторов в устной форме, написание рефератов даст ему навыки лучше делать то же самое, но уже в письменной форме, грамотным языком и в хорошем стиле.

Представляется, что в зависимости от содержания и назначения в учебном процессе рефераты можно подразделить на две основные группы (типы): научно-проблемные и обзорно-информационные.

Научно-проблемный реферат. При написании такого реферата студент должен изучить и кратко изложить имеющиеся в литературе суждения по определенному, спорному в теории, вопросу (проблеме) по данной изучаемой теме, высказать по этому вопросу (проблеме) собственную точку зрения с соответствующим ее обоснованием.

На основе написанных рефератов возможна организация «круглого стола» студентов данной учебной группы. В таких случаях может быть поставлен доклад студента, реферат которого преподавателем признан лучшим, с последующим обсуждением проблемы всей группой студентов.

Обзорно-информационный реферат. Разновидностями такого реферата могут быть:

краткое изложение основных положений той или иной книги, монографии, другого издания (или их частей: разделов, глав и т.д.) как правило, только что опубликованных, содержащих материалы, относящиеся к изучаемой теме по курсу дисциплины. По рефератам, содержание которых может представлять познавательный интерес для других студентов, целесообразно заслушивать в учебных группах сообщения их авторов;

подбор и краткое изложение содержания статей по определенной проблеме (теме, вопросу), опубликованных в различных журналах за тот или иной период, либо в сборниках («научных трудах», «ученых записках» и т.д.).

Основные требования к оформлению рефератов

Доклад с презентацией - продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление с презентацией по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской и научной темы. Ниже представлена примерная тематика докладов, важно помнить, что в ходе подготовки и написания реферата тема может уточняться и изменяться. Сам перечень тем служит лишь направление для подготовки реферата.

Подготовка реферата:

- Объем реферата: 18-20 страниц машинописного текста;
- Гарнитура шрифта: Times New Roman / Arial / Calibri
- Размер текста не менее 12 кеглей;
- Размер междустрочного интервала 1,15 / 1,5;
- Красная строка (отступ абзаца): 1,25см;
- Размеры полей: Верхний и нижний колонтитулы по 2см, левый край абзаца – 3 см, правый край текста - не менее 1см.
- Реферат должен содержать:
- Титульный лист. (в том числе, с указанием темы, ФИО студента, группы, кафедры)
- Содержание.
- Введение. (должно содержать актуальность выбранной темы)
- Основная часть работы. (которая должна включать основные аспекты выбранной темы)
- Заключение. (выводы, которые можно сделать из актуальности темы и по ходу работы)
- Список используемой литературы. (в том числе, используемых интернет ресурсов, иных источников.

Защита реферата: 5-7 минут, включая конспектирование основных моментов, 2-3 минуты представляется для ответов на вопросы

3.4. Создание материалов-презентаций

Это вид самостоятельной работы студентов по созданию наглядных информационных пособий, выполненных с помощью мультимедийной компьютерной программы PowerPoint. Этот вид работы требует координации навыков студента по сбору, систематизации, переработке информации, оформления ее в виде подборки материалов, кратко отражающих основные вопросы изучаемой темы, в электронном виде. То есть создание материалов-презентаций расширяет методы и средства обработки и представления учебной информации, формирует у студентов навыки работы на компьютере.

Материалы-презентации готовятся студентом в виде слайдов с использованием программы Microsoft PowerPoint. В качестве материалов-презентаций могут быть представлены результаты любого вида внеаудиторной самостоятельной работы, по формату соответствующие режиму презентаций.

Форма доклад с презентацией заключается в выполнении самостоятельной работы отличается от написания реферата и доклада тем, что студент результаты своего исследования представляет в виде презентации. Серией слайдов он передаёт содержание темы своего исследования, её главную проблему и социальную значимость.

Слайды позволяют значительно структурировать содержание материала и, одновременно, заостряют внимание на логике его изложения. Происходит постановка проблемы, определяются цели и задачи, формулируются вероятные подходы её разрешения.

Слайды презентации должны содержать логические схемы реферируемого материала. Студент при выполнении работы может использовать картографический материал, диаграммы, графики, звуковое сопровождение, фотографии, рисунки и другое.

Каждый слайд должен быть аннотирован, то есть он должен сопровождаться краткими пояснениями того, что он иллюстрирует. Во время презентации студент имеет возможность делать комментарии, устно дополнять материал слайдов.

После проведения демонстрации слайдов реферата студент должен дать личную оценку социальной значимости изученной проблемной ситуации и ответить на заданные вопросы.

Основные требования к оформлению презентации

К выбранной теме реферата необходимо подготовить презентацию, излагающую и демонстрирующую суть Вашего реферата.

Подготовка презентации:

- Объем презентации: 8-10 слайдов;
- Гарнитура шрифта: Times New Roman / Arial / Calibri
- Размер текста не менее 18 кеглей;
- Размер междустрочного интервала 1,15 / 1,5;
- Размеры полей: не менее 1см с каждого края страницы.
- Доклад должен содержать:
- Титульный лист. (в том числе, с указанием темы, ФИО студента, группы, кафедры)
- Введение. (должно содержать актуальность выбранной темы)

- Основная часть работы. (которая должна включать основные аспекты выбранной темы)
- Заключение. (выводы, которые можно сделать из актуальности темы и по ходу работы)

Некоторые рекомендации по оформлению слайдов:

Фон слайда: следите за тем, чтобы текст не сливался с фоном (лучше подобрать контрастное сочетание цветов фона и машинописного текста), учитывайте, что на проекторе контрастность будет меньше, чем у вас на мониторе. Для оформления фона рекомендуют спокойные светлые тона (белый, серый, зеленый, голубой, синий),

Текст слайда: выбирайте цвет текста контрастный фоновому цвету, чтобы текст был читаемым (помните, что экран, на котором Вы будете показывать презентацию, скорее всего, будет достаточно далеко от зрителей. Презентация будет выглядеть меньше, чем на вашем экране во время создания. Отойдите от экрана компьютера на 2-3 метра и попытайтесь прочесть текст в презентации. Если слайды читаются с трудом, увеличивайте шрифт. Если текст не вмещается на один слайд, разбейте его на 2, 3 и более слайдов (главное, чтобы презентация была удобной для просмотра).

Размер шрифта для заголовка слайда должен быть не менее 24, а лучше от 32 и выше. Всегда указывайте заголовок слайда (каждого слайда презентации). Отвлёкшийся слушатель в любой момент должен понимать, о чём сейчас речь в вашем докладе!

Размер шрифта для основного текста лучше выбрать от 24 до 28 (зависит от выбранного типа шрифта).

Менее важный материал (дополнения и примечания) можно оформить шрифтом от 20 до 24.

Для выделения наиболее важной информации используйте **жирный**, *курсивный* шрифты или шрифт с подчеркиванием.

При выборе гарнитуры шрифта, также принимайте во внимание читаемость данного шрифта, старайтесь не использовать прописные гарнитуры, так как, они хуже воспринимаются при чтении.

Допускается использовать иные цвета, для выделения наиболее важной информации, заголовков, терминов, но старайтесь не увлекаться с выбором цветов, презентация будет смотреться гармоничней при использовании единой гарнитуры шрифта на всех слайдах, и старайтесь не использовать более трех цветов на одном слайде)

Обязательно нумеруйте страницы слайдов, таким образом зрителю будет проще ориентироваться в вашей презентации, или задавать интересующие вопросы.

Изображения: для лучшего усвоения материала, также необходимо в презентацию добавить таблицы, графики, схемы, изображения и (или) формулы:

Вставляя такой материал в презентацию убедитесь, чтобы данные изображения, схемы, таблицы, и т.д. легко просматривались и читались. Представление такого рода информации рекомендуется использовать белый фон слайдов.

Обязательно делать подпись к изображениям, схемам, таблица, формулам, и т.д.

Обратите внимание на шапку таблицы, она должна выделяться от основных значений в ячейках таблиц.

Допускается использовать динамические изображения, формата GIF, не загружайте слайд изобилием изображений, это отвлекает внимание зрителя. Старайтесь на слайде использовать не более 4 изображений одновременно. Лучше сделать больше слайдов.

При использовании на сладе схем, диаграмм и графиков, также обращайте внимание на нормальную читаемость такой информации. Используйте (по возможности) не более 5 цветов.

Анимация: для представления презентации используют различные анимационные эффекты для текста и перехода между слайдами. Следите, чтобы анимационные эффекты не были резкими. Желательно использовать один тип анимационного эффекта для текста, и для перехода между слайдами.

3.5. Практико-ориентированные задания для самостоятельного выполнения

Представляет собой вид аудиторной и внеаудиторной самостоятельной работы студента. *Практико-ориентированное задание* - задание, в котором обучающемуся предлагают выполнить реальную профессионально-ориентированную задачу. Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

Практико-ориентированные задания включают комплексную практическую работу, состоящую из четырех задач, и которую необходимо решить на заранее подготовленных исходных данных.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора
по учебно-методической работе
_____ В.В. Зубов

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ПОДГОТОВКЕ ПРЕЗЕНТАЦИЙ

СГ.11 ПРАВОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Направление подготовки
15.02.16 Технология машиностроения
программа подготовки специалистов среднего звена

Автор: Крюков К.Г.

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией
Антикризисного управления и оценочной деятельности	Инженерно-экономического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Мальцев Н.В.	Мочалова Л.А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол №1 от 4.09.2023	Протокол № 2 от 20.10.2023
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

ВВЕДЕНИЕ

Данные методические рекомендации необходимы для обучения специалистов среднего звена при организации самостоятельной работы по дисциплине «Правовое обеспечение профессиональной деятельности» в рамках подготовки и защиты презентации.

В методических рекомендациях содержатся особенности организации подготовки презентации, требования к её оформлению, а также порядок защиты и критерии оценки.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ПОДГОТОВКИ ПРЕЗЕНТАЦИИ

Подготовка презентации по дисциплине «Правовое обеспечение профессиональной деятельности» является важным этапом образовательного процесса.

Целью работы над презентацией является приобретение навыков работы с компьютерной информацией, литературой, обобщения цифровых и литературных источников и практического материала по теме, способности грамотно излагать вопросы темы, делать выводы.

Задачами подготовки презентации по дисциплине «Правовое обеспечение профессиональной деятельности» являются:

- ознакомить обучаемых с основными понятиями и теориями научного знания в области права;
- ознакомить обучаемых с основополагающими источниками, регулирующими отношения;
- заложить основы профессионального уровня правового сознания и правовой культуры у обучаемых;
- подготовить обучаемых к практической деятельности, в той или иной степени затрагивающей сферу правовых отношений.

Презентация является важным видом самостоятельной работы, одной из форм изучения дисциплины, способствующей углублённому усвоению проблем курса, формированию навыков исследовательской работы учащихся.

Она требует от учащихся теоретического осмысления первоисточников, умения применять усвоенные знания в анализе исторических событий прошлого и современной общественно-политической жизни, получения навыков работы с информацией, грамотного изложения изученной темы.

ПРАВИЛА СОЗДАНИЯ УЧЕБНЫХ МУЛЬТИМЕДИЙНЫХ ПРЕЗЕНТАЦИЙ

Умение хорошо презентовать свою деятельность – одно из самых продуктивных средств привлечения внимания к своей работе. Удачная и качественная презентация будет влиять на ваш положительный имидж. Презентация сегодня выступает как ваша визитная карточка. Эта технология позволяет визуально воспринимать вашу работу. К сожалению, не каждую представленную работу можно назвать настоящей презентацией. Любая технология, в том

числе и создание презентаций, компьютерной или другой, имеет свои правила, принципы, приемы.

Надо понимать, что презентация – это не отчет о проделанной работе, к которой мы давно привыкли и которые научились составлять. Независимо от носителей, на которых она выполнена, презентация включает в себя и некоторые элементы отчетности (статистические данные), и элементы анализа, экспертной оценки, а также – прогнозирования, перспективного планирования и многое другое, что зависит от конкретных целей и задач.

Что такое компьютерная презентация?

Презентация (от английского слова – представление) – это набор цветных картинок-слайдов на определенную тему, который хранится в файле специального формата с расширением ppt или pptx. Термин «презентация» (иногда говорят «слайд-фильм») связывают, прежде всего, с информационными и рекламными функциями картинок, которые рассчитаны на определенную категорию зрителей (пользователей).

Мультимедийная компьютерная презентация – это:

– динамический синтез текста, изображения, звука;
– яркие и доходчивые образы;
– самые современные программные технологии интерфейса;
– интерактивный контакт докладчика с демонстрационным материалом;
– мобильность и компактность информационных носителей и оборудования;
– способность к обновлению, дополнению и адаптации информации;
– невысокая стоимость.

Подготовленную презентацию можно выпустить и отдельным печатным изданием, оформив его соответствующим образом, а можно представить в виде авторского электронного издания. Если есть возможность, можно опубликовать презентацию на страницах журналов и газет или выставить на сайт в Интернетпространстве.

Виды презентаций

С точки зрения организации презентации можно разделить на три класса:

•интерактивные презентации;
•презентации со сценарием;
•непрерывно выполняющиеся презентации.

Интерактивная презентация – диалог между пользователем и компьютером. В этом случае презентацией управляет пользователь, т.е. он сам осуществляет поиск информации, определяет время ее восприятия, а также объем необходимого материала. В таком режиме работает ученик с обучающей программой, реализованной в форме мультимедийной презентации. При
индивидуальной работе мультимедийный проектор не требуется.

Все интерактивные презентации имеют общее свойство: они управляются событиями. Это означает, что, когда происходит некоторое событие (нажатие кнопки мыши или позиционирование указателя мыши на экранном объекте), в ответ выполняется соответствующее действие. Например, после щелчка мышью на фотографии картины начинается звуковой рассказ об истории ее создания.

Презентация со сценарием – показ слайдов под управлением ведущего (докладчика). Такие презентации могут содержать «плывущие» по экрану титры, анимированный текст, диаграммы, графики и другие иллюстрации. При этом, автор должен понимать, что объекты, особенно меняющие положение, должны быть обоснованы целью презентации. Сами по себе эти объекты отвлекают внимание и могут мешать воспринимать информацию. Порядок смены слайдов, а также время демонстрации каждого слайда определяет докладчик. Он же произносит текст, комментирующий видеоряд презентации.

В ***непрерывно выполняющихся презентациях*** не предусмотрен диалог с пользователем и нет ведущего. Такие самовыполняющиеся презентации обычно демонстрируют на различных выставках.

Достоинства и недостатки презентаций

В чем достоинство презентаций?

1. Последовательность изложения. При помощи слайдов, сменяющих друг друга на экране, удержать внимание аудитории гораздо легче, чем бегая с указкой меж развешанных по всему залу плакатов. В отличие же от обычных слайдов, пропускаемых через диапроектор, компьютерные позволяют быстро вернуться к любому из уже рассмотренных вопросов или вовсе изменить последовательность изложения.

2. Конспект. Презентация – это не только то, что видит и слышит аудитория, но и заметки для выступающего: о чем не забыть, как расставить акценты. Эти заметки видны только докладчику: они выводятся на экран управляющего компьютера. При этом текст презентации не должен дублировать выступление докладчика, а лишь дополнять, структурировать, акцентировать внимание на важном.

3. Мультимедийные эффекты. Слайды презентации – не просто изображение. В нём, как и в любом компьютерном документе, могут быть элементы анимации, аудио- и видеофрагменты.

4. Копируемость. Копии электронной презентации создаются мгновенно и ничем не отличаются от оригинала. При желании слушатели могут получить все показанные материалы.

5. Транспортабельность. Носители информации (флэш карты, диски и дисковые накопители) с презентацией гораздо компактнее свертка плакатов и гораздо меньше пострадает от частых путешествий то на одно, то на другое «мероприятие». Более того, файл презентации можно переслать по электронной почте, а если есть необходимость и оборудование – и вовсе перенести выступление в Интернет и не тратить время на разъезды. Именно поэтому создание и применение электронных презентаций на сегодняшний день весьма актуально, как и разработка общих методических принципов для них.

Типичные недочеты и ошибки при создании презентаций

а) Недостатки структуры и формы представления информации:

– отсутствие Титульного слайда, содержащего: название проекта или темы урока (занятия); сведения об авторе; дата разработки; информация о местоположении ресурса в сети и др.;

– отсутствие Введения, в котором представлены: цели и задачи изучения темы, краткая характеристика содержания;

– отсутствие Оглавления (для развернутых разработок, при наличии в презентации разделов, подтем) с гиперссылками на разделы / подтемы презентации;

– отсутствие логического завершения презентации, содержащего: заключение, обобщения, выводы;

– перегрузка слайдов подробной текстовой информацией (не более трех мелких фактов на слайде и не более одного важного);

– неравномерное и нерациональное использование пространства на слайде;

– отсутствие связи фона презентации с содержанием.

б) Ошибки стиля и оформления:

– орфографические и стилистические ошибки, недопустимые в учебном процессе;

– отсутствие единства стиля страниц;

– одинаковая гарнитура и размер шрифта для всех заголовков (не менее 24 пунктов);

– одинаковая гарнитура и размер шрифта для текстовых фрагментов (не менее 18 пунктов);

– заголовки, номера страниц, кнопки перелистывания должны появляться в одном и том же месте экрана;

– одинаковая цветовая гамма на всех станицах и т.п.;

– неудачный выбор цветовой гаммы: использование слишком ярких и утомительных цветов, использование в дизайне более 3 цветов (цвет текста, цвет фона, цвет заголовка и/или выделения); использование темного фона со светлым текстом;
– использование разных фонов на слайдах в рамках одной презентации;
– отсутствие полей на слайдах;
– использование рисунков, фотографий плохого качества и с искажениями пропорций;
– использование шрифтов с засечками (типа Times), затрудняющих восприятие информации;
– отсутствие должного выравнивания текста, использование буквиц разного размера;
– низкая контрастность фон / текст;
– низкая контрастность гиперссылок (нужно помнить, что у гиперссылки три состояния: выбрана, по гиперссылке еще не переходили, по гиперссылке уже переходили – нужно обращать на цвет гиперссылки во всех состояниях);
– отсутствие или неясность связей в схемах или между компонентами материала на слайде;
– наличие различных эффектов переходов между слайдами и других раздражающих эффектов анимации, мешающих восприятию информации;
– слишком быстрая смена слайдов и анимационных эффектов (при автоматической настройке презентации), отсутствие учета скорости и законов восприятия зрительной информации.

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ РАЗРАБОТКИ МУЛЬТИМЕДИЙНЫХ ПРЕЗЕНТАЦИЙ

Оптимальный объем

Выбор оптимального объема презентации очень важен и зависит от цели, для которой она создается, от предполагаемого способа ее использования (изучение нового материала, практическое занятие, аттестация, лекция и т.д.), а также от контингента учащихся (их возраста, подготовки и т.п.).

В общем случае объем презентации не должен быть менее 8–10 слайдов.

Опыт показывает, что для учебной презентации наиболее эффективен 12–15 зрительный ряд объемом не более 20 слайдов (оптимально зрительный ряд из большего числа слайдов вызывает утомление, отвлекает от сути изучаемой темы).

Рекомендуемый объем презентации

Презентация должна составлять не менее 10-ти слайдов. Исключения составляют презентации, предназначенные для длительной лекции ознакомительного характера с большим количеством визуального материала.

Однако и в этом случае объем презентации не должен превышать 50–60 слайдов, из расчета не менее чем 1 мин. на один слайд, а на некоторые слайды, содержащие ключевые моменты и основополагающие понятия, по 2 мин.

В связи с этим необходимо строго отбирать видеоматериал для презентации, исходя из принципа разумной достаточности. Не следует использовать изображения, относящиеся к понятиям, на обстоятельное раскрытие которых лектор не рассчитывает. Не должно быть «лишних» слайдов, которые не сопровождаются пояснением. Необходимо исключать дублирующие, похожие слайды.

Доступность

Обязателен учет возрастных особенностей и уровня подготовки зрителей. Нужно обеспечивать понимание смысла каждого слова, предложения, понятия, раскрывать их, опираясь на знания и опыт слушателей, использовать образные сравнения. Значение всех новых терминов должно быть разъяснено. Если для взрослой аудитории можно включать в презентацию схемы, графики, черно-белые фотографии, то для младших школьников нужно этих элементов избегать. Если в первом случае допустимо включать числовые значения величин, то во втором это

должны быть преимущественно величины сравнительные.

Научность

Необходимо построение всех положений, определений и выводов на строго научной основе. Яркие картинки не должны противоречить реальным фактам. Недопустимо добиваться красочности, изменения масштабов изображений и т.п. в ущерб научной достоверности.

Учет особенности восприятия информации с экрана

Известно, что глаз и мозг способны работать в двух режимах: в режиме быстрого панорамного обзора с помощью периферийного зрения и в режиме медленного восприятия детальной информации с помощью центрального зрения.

При работе в режиме периферийного зрения система глаз-мозг почти мгновенно воспринимает большое количество информации, при работе в режиме центрального зрения – производится тщательный последовательный анализ. Следовательно, когда человек читает текст, да ещё с экрана компьютера, мозг работает в замедленном режиме. Если же информация представлена в графическом виде, то глаз переключается во второй режим, и мозг работает быстрее. Именно поэтому в презентациях желательно свести текстовую информацию к минимуму, заменив ее схемами, диаграммами, рисунками, фотографиями, анимациями, фрагментами фильмов. Кроме того, понятия и абстрактные положения до сознания зрителя доходят легче, когда они подкрепляются конкретными фактами, примерами и образами; и потому для раскрытия их необходимо использовать различные виды наглядности.

Текст на слайде зрители практически не воспринимают. Поэтому в презентациях (в особенности гуманитарного профиля) лучше оставить текст только в виде имен, названий, числовых значений, коротких цитат. Лучше избегать обилия цифр. Числовые величины имеет смысл заменить сравнениями. Однако на этом пути тоже необходимо знать меру. Опыт работы показывает, что поток одних только ярких изображений воспринимается тоже не очень хорошо. Внимание, вначале непроизвольное, быстро падает, переходя в произвольное, поддержание которого требует уже больших усилий как со стороны лектора, так и со стороны зрителей. Хороший результат по переключению внимания даёт применение видеофрагментов, особенно озвученных. Они почти всегда вызывают оживление в аудитории. Зрители устают от голоса одного лектора, а здесь внимание переключается, и тем самым поддерживается острота восприятия.

Очень важным является соотношение количества различных элементов презентации и их последовательность. Понятно, что необходимо чередовать статичные изображения, анимацию и видеофрагменты. Однако практика показывает, что простое последовательное чередование элементов не совсем оправданно – зрители привыкают к нему, и внимание рассеивается. Правильнее будет использовать эффект неожиданности и разнообразить анимационные приемы.

Разнообразие форм

Это требование предполагает учет индивидуальных возможностей восприятия предложенного учебного материала. Индивидуальный подход может обеспечиваться различными средствами наглядности, несколькими уровнями дифференциации при предъявлении учебного материала по сложности, объему, содержанию. Разные люди в силу своих индивидуальных особенностей полнее воспринимают информацию, представленную разными способами. Кто-то из аудитории лучше воспринимает фотографии, кто-то схемы или таблицы и т.д. Использование в презентации разных форм представления одной и той же информации повышает полноту её восприятия практически каждым зрителем.

Занимательность

Включение (без ущерба научному содержанию) в презентацию смешных сюжетов, мультипликационных героев, оживляет занятие, создает положительный эмоциональный настрой, что способствует усвоению материала и более прочному запоминанию. В особенности это эффективно при создании учебных презентаций для младших классов.

Эстетичность

Немаловажную роль в положительном восприятии презентации играют гармоничные цветовые сочетания, выдержанность стиля и эстетичность в оформлении слайдов, музыкальное сопровождение. Эстетические качества учебной презентации особенно важны для младших школьников. Они мыслят формами, красками, звуками, именно отсюда вытекает необходимость наглядного обучения вообще, которое строится не на отвлеченных понятиях и словах, а на конкретных образах, непосредственно воспринимаемых зрителями.

Динамичность

Необходимо подобрать оптимальный для восприятия темп смены слайдов, анимационных эффектов. Оптимальное время, необходимое для восприятия образной, звуковой и вербальной информации, представленной на каждом слайде, а также время, необходимое на усвоение ключевых понятий, определяется опытным путем с учетом особенностей восприятия информации с экрана аудиторией соответствующего возраста и подготовки. При этом необходимо избежать как неоправданной торопливости в смене слайдов, затрудняющей полноценное восприятие конкретной аудиторией, так и потери темпа урока (лекции), что может привести к отвлечению учащихся от занятия и потере интереса к содержанию учебного материала.

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРЕЗЕНТАЦИИ. СТРУКТУРА ПРЕЗЕНТАЦИИ

Каждая электронная презентация, с одной стороны, должна быть в значительной степени автономным программным продуктом, а с другой – отвечать некоторым общим стандартам по своей внутренней структуре и форматам, содержащихся в ней исходных данных (формат рисунков, дизайн таблиц и т.п.).

Это обеспечит возможность, при необходимости, связать презентации в единую обучающую систему, ориентированную, например, на изучение целого раздела (в идеале – предмета).

Информационное обеспечение презентации удобно организовать в виде гипертекстовой системы. Например, для удобства навигации по большой учебной презентации, состоящей из нескольких разделов, каждый из которых в свою очередь разбит на несколько структурных единиц, предусмотреть в ее начале подробное оглавление с гиперссылками на каждую структурную единицу, а на каждой странице презентации предусмотреть ссылку-возвращение на оглавление. С помощью гиперссылок можно получить на экране дополнительную или поясняющую информацию, организовать многократное обращение к одним и тем же информационным объектам из разных мест презентации.

Однако при этом следует учитывать, что содержание и организация электронных презентаций, выполняющих функции базовых конспектов, должны провести обучающегося по некоторому заранее определенному маршруту усвоения знаний. Поэтому не следует использовать гиперссылки для переходов на другие слайды, которые, в свою очередь, содержат гиперссылки с переходом на следующие страницы и т.д. Подобная навигация нарушает последовательность изложения материала и подходит только для энциклопедий или справочников.

Структура презентации

Презентация состоит из слайдов. Лучше всего придерживаться одного правила: один слайд – одна мысль. Убедительными бывают презентации, когда на одном слайде дается тезис и несколько его доказательств.

Профессионалы по разработке презентаций советуют использовать на слайде не более тридцати слов и пяти пунктов списка. Если на слайде идет список, его необходимо делать параллельным, имеется в виду, что первые слова в начале каждой строки должны стоять в

одной и той же форме (падеже, роде, спряжении и т.д.). Обязательно необходимо осмысление целевых заголовков, размер шрифта – не менее 18 пт.

Обычно план содержания презентации выглядит так.

Лист 1. Титульный лист. Первый слайд содержит название презентации, ее автора, контактную информацию автора.

Лист 2. Содержание. Тут расписывается план презентации, основные разделы или вопросы, которые будут рассмотрены.

Лист 3. Заголовок раздела.

Лист 4. Краткая информация. Пункты 3 и 4 повторяются только, сколько это необходимо. Главное тут придерживаться концепции: тезис – аргументы – вывод.

Лист 5. Резюме, выводы. Выводы должны быть выражены ясно и лаконично на отдельном слайде.

Лист 6 (последний). Спасибо за внимание. Здесь также обязательна Ваша контактная информация.

Важно учесть то, что нельзя написать на слайдах абсолютно все, что Вы будете говорить. Разместите на них только важные тезисы, термины, картинки, схемы, диаграммы, то есть все, что хорошо воспримется аудиторией.

Основными элементами управления являются:

– кнопки перехода из оглавления на начало тем;
– кнопки перехода со слайда на слайд вперед и назад;
– кнопка возврата в оглавление;
– кнопка вызова подсказки;
– кнопка перехода в словарь терминов;
– гиперссылки для вывода на экран иллюстраций, таблиц, графиков и пр.

Элементы управления презентацией, имеющие не очевидное представление, должны обеспечиваться всплывающими подсказками. Справочная система по работе с управляющими элементами презентации должна вызываться практически с любого слайда, и поэтому ее желательно представить на всех кадрах управляющей кнопкой на экране.

ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА СОЗДАНИЯ ПРЕЗЕНТАЦИИ

Прежде чем приступить к созданию презентации, следует четко представлять (понимать), что вы собираетесь донести до аудитории, что Вы собираетесь ей (аудитории) рассказать. Поэтому необходимо просмотреть как можно больше литературы по данной теме, составить список материалов и иллюстраций, которые Вам необходимы. Определить, какие материалы и иллюстрации необходимо отсканировать, найти в Интернете или, наконец, нарисовать самим.

Вам необходимо знать, кто будет вашими слушателями. Тогда вы сможете настроиться на аудиторию и тем самым задать нужный лад. Это является важным шагом к успеху.

В презентации не должно быть ничего лишнего. Каждый слайд должен представлять собой звено, логически связанное с темой повествования, и работать на общую идею презентации.

Не перегружайте слайды лишними деталями (не увлекайтесь анимацией).

Анимацию следует использовать только с целью привлечения внимания учеников к основным, ключевым моментам слайда. Не забывайте, что звуковые и визуальные эффекты не должны отвлекать внимание учащихся от основной (важной) информации.

Остановимся более подробно на ***основных этапах создания презентации***.

Этап 1. Начало работы

Выбор темы, постановка цели и задач презентации.

Этап 2. Определение содержания и дизайна презентации

1. Составление плана будущей презентации. Желательно, чтобы план был подробным. Необходимо на бумаге нарисовать структуру презентации, схематическое изображение слайдов и прикинуть, какой текст, рисунки, фотографии или другие материалы будут включены в тот или другой слайд. Составление списка рисунков, фотографий, звуковых файлов, видеороликов
(если они необходимы), которые будут размещены в презентации. Определение текстовой части презентации.

2. Определение условий демонстрации.

От этого будет зависеть объем текстовой информации, располагаемой на слайдах, и, как мы говорили выше, размер шрифта и вид навигации.

3. Определение количества слайдов в вашей презентации (оно может потом изменяться).

4.Определение примерного дизайна ваших слайдов.

Цветовая гамма фонов слайдов, формат заголовков (желательно, чтобы во всех слайдах был выдержан один формат и соблюден единый стиль).

Этап 3. Порядок создания презентации

1. Ввод и редактирование текста.

Создаются текстовые слайды, на каждом слайде вводится только текстовая информация. После ввода текста необходимо определиться с его расположением на каждом слайде, продумать его форматирование, т.е. определить размер, цвет шрифта, заголовков и основного текста. При подборе цвета текста помните, что текст должен быть «читаем», т.е. фон слайдов не должен «глушить» текст. Не «берите» редкие виды шрифтов, их может не быть на других компьютерах, с помощью которых презентация будет демонстрироваться в других аудиториях. Определите, не перегружены ли слайды текстом, возможно, придется часть текста включить в устный доклад, а если презентация демонстрируется без сопровождения докладчика, то необходимо продумать содержание текста так, чтобы он не потерял смысл и был доступен для понимания. И не забывайте об орфографии, ничто не портит так представление о вас и вашей работе, как орфографические ошибки в тексте презентации.

2. Графики, диаграммы, таблицы.

Если вы планируете разместить в вашей презентации графики и диаграммы, то продумайте их расположение, определите, читаются ли надписи, и не перегружайте один слайд несколькими графиками или диаграммами – информация будет хуже восприниматься учениками. То же самое относится и к таблицам, текст в таблицах должен быть хорошо виден, для наглядности в таблицах можно применять слабую (по цвету) заливку ячеек.

3. Изображения, рисунки, фон.

Очень важным является фон слайдов, он создает определенное настроение у аудитории и должен соответствовать теме презентации. Серьезные презентации не должны быть пестрыми, содержать яркие, «ядовитые» цвета и менять цветовую гамму от слайда к слайду. Если презентация состоит из нескольких больших тем, то каждая тема может иметь свою цветовую гамму, но не сильно отличаться от общей цветовой гаммы презентации. Не делайте фон слишком пестрым, это отвлекает аудиторию и затрудняет чтение текста. Теперь поговорим об иллюстрациях. Размещенные в презентации графические объекты должны быть, в первую очередь, оптимизированными, четкими и с хорошим разрешением. Графические объекты не располагаются в средине текста, это плохо смотрится.

4. Вставка анимации.

С помощью анимационных эффектов можно существенно улучшить восприятие презентации и обратить внимание аудитории на наиболее важные моменты, отраженные на слайдах или в самой презентации. Прежде чем применять эффекты анимации, необходимо внимательно изучить возможности внутрислайдовой и межслайдовой анимации и продумать, как и где ее применять. Необходимость и тип анимации должен быть логически увязан со структурой

доклада, зритель должен быть готов увидеть объекты, расположенные на слайде в определенном месте, а не бегать глазами по слайду. Можно использовать указку или указатель мышки для подсказки зрителям в поиске того, о чем вы уже начали говорить.
Делайте небольшие паузы между сладами, чтобы аудитория успела усвоить то, что вы им рассказали, не тараторьте, но и не мямлите. Выступление должно быть энергичным, но не оглушать слушателей. Впрочем, мы забегаем немного вперед, говоря об искусстве выступления, об ораторском искусстве; об этом мы поговорим подробно немного позже.
5. Звуковое сопровождение.
Если вы решили вставить в свою презентацию звуковое сопровождение, то будьте очень аккуратны. Музыка не должна в первую очередь заглушать докладчика, раздражать слух, иметь резкие переходы, а также усыплять слушателей. Звуковое сопровождение должно органично вписываться в тему вашей презентации. Если вы не уверены в необходимости или выборе
звукового сопровождения презентации, то лучше вообще от него отказаться.
6. Доводка презентации.
Доводка презентации заключается в неоднократном просмотре всей презентации, определении временных интервалов, необходимых аудитории для просмотра каждого слайда, и времени их смены. Помните, что слайд должен быть на экране столько времени, чтобы аудитория могла рассмотреть, запомнить, осознать его содержимое. Между тем большой интервал между
сменами слайдов снижает интерес. Возможно, при окончательном просмотре вам придется поменять местами некоторые слайды для создания логической структуры презентации или внести в неё другие коррективы. Презентация должна заканчиваться итоговым слайдом, на котором следует поместить основные выводы доклада в концентрированном виде.
7. Требования к оформлению презентаций.
Для создания качественной презентации необходимо соблюдать ряд требований, предъявляемых к организации и оформлению данных блоков.
Презентация предполагает сочетание информации различных типов: текста, графических изображений, музыкальных и звуковых эффектов, анимации и видеофрагментов. Поэтому необходимо учитывать специфику комбинирования фрагментов информации различных типов. Кроме того, оформление и демонстрация каждого из перечисленных типов информации также подчиняется определенным правилам. Так, например, для текстовой информации важен выбор шрифта, для графической – яркость и насыщенность цвета, для наилучшего их совместного восприятия необходимо оптимальное взаиморасположение на слайде.
Следует выделить наиболее общие требования к средствам, формам и способам представления содержания учебного материала в электронной презентации. Рассмотрим рекомендации по оформлению и представлению на экране материалов различного вида.

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ

Объем и форма представления информации
• Рекомендуется сжатый, информационный способ изложения материала.
• Не стоит заполнять один слайд слишком большим объемом информации: человек в среднем может единовременно запомнить не более трех фактов, выводов, определений.
• Один слайд учебной презентации в среднем рассчитывается на 1,5–2 минуты.
• Для достижения наибольшей эффективности ключевые пункты отображаются по одному на каждом отдельном слайде.
• Желательно присутствие на слайде блоков с разнотипной информацией (текст, графики, диаграммы, таблицы, рисунки), дополняющей друг друга.
• Заголовки должны быть краткими и привлекать внимание аудитории.

• В текстовых блоках необходимо использовать короткие слова и предложения.
• Рекомендуется минимизировать количество предлогов, наречий, прилагательных.
• В таблицах рекомендуется использовать минимум строк и столбцов.
• Вся вербальная информация должна тщательно проверяться на отсутствие орфографических, грамматических и стилистических ошибок.
• При проектировании характера и последовательности предъявления учебного материала должен соблюдаться принцип стадийности: информация может разделяться в пространстве (одновременное отображение в разных зонах одного слайда) или во времени (размещение информации на последовательно демонстрируемых слайдах).
• Презентация должна дополнять, иллюстрировать то, о чем идет речь в докладе. С одной стороны, не должна становиться главной частью выступления, а с другой, не должна полностью дублировать материал.

Расположение информационных блоков на слайде

• Структура слайда должна быть одинаковой на всей презентации.
• Логика предъявления информации на слайдах и в презентации должна соответствовать логике ее изложения.
• Наиболее важная информация должна располагаться в центре экрана.
• Информационных блоков на слайде не должно быть слишком много (оптимально 3, максимум 5).
• Рекомендуется объединение семантически связанных информационных элементов в целостно воспринимающиеся группы.
• Рекомендуемый размер одного информационного блока – не более 1/2 размера слайда.
• Информационные блоки рекомендуется располагать горизонтально, связанные по смыслу блоки – слева направо.
• Поясняющая надпись должна располагаться под рисунком (фотографией, диаграммой, схемой).

Способы и правила выделения информации

• Все информационные элементы (текст, изображения, диаграммы, элементы схем, таблицы) должны ясно и рельефно выделяться на фоне слайда, для этого используются:
– рамки, прорисовка границ (для оформления изображений, таблиц);
– тени (для отделения контура текста и объектов от фона);
– заливка, штриховка (для дизайна основ информационных блоков);
– стрелки (для оформления схем и логических блоков).
• Ключевые слова в информационном блоке необходимо выделить (цветом, подчеркиванием, полужирным и курсивным начертанием размером шрифта).
• Однако при выделении следует соблюдать меру – выделенные элементы не должны превышать 1/3–1/2 общего объема текста слайда.
• Для иллюстрации наиболее важных фактов используются рисунки, диаграммы, схемы.

ПРИМЕРНЫЕ ТЕМЫ ПРЕЗЕНТАЦИЙ:

1. Право в повседневной жизни.
2. Понятие государства и права, их признаки.
3. Система юридических наук.
4. Общество и государство, политическая власть.
5. Роль и значение власти в обществе.
6. Типы и формы государства.
7. Формы правления, государственного устройства, политического режима.
8. Государство и гражданское общество.

9. Правовое государство: понятие и признаки.
10. Проблемы и пути формирования правового государства в России.
11. Понятие системы права. отрасли права.
12. Соотношение права и государства.
13. Функции права и сферы его применения.
14. Норма права, ее структура.
15. Формы (источники) права.
16. Закон и подзаконные акты. Конституция - основной закон государства и общества.
17. Понятие норм морали. Общие черты и отличие норм права и норм морали.
18. Правовое сознание. Правовая и политическая культура.
19. Понятие и состав правоотношения.
20. Участники (субъекты) правоотношений.
21. Физические и юридические лица, их правоспособность и дееспособность.
22.Деликтоспособность.
23. Субъекты публичного права. Государственные органы и должностные лица.
24. Понятия компетенции и правомочий.
25. Субъективное право и юридическая обязанность: понятие и виды.
26. Юридические факты как основания возникновения, изменения и прекращения правовых отношений.
27. Понятие, признаки и состав правонарушения.
28. Виды правонарушений.
29. Понятие, основные признаки и виды юридической ответственности.
30. Основание возникновения юридической ответственности.
31. Общая характеристика основ российского конституционного строя.
32. Понятие основ правового статуса человека и гражданина и его принципы.
33. Гражданство.
34. Система основных прав, свобод и обязанностей человека и гражданина.
35. Международные стандарты прав и свобод человека. Гарантии реализации правового статуса человека и гражданина.
36. Понятие и принципы федеративного устройства России.
37. Принцип разделения властей.
38. Основы конституционного статуса Президента РФ, его положение в системе органов государства.
39. Порядок выборов и прекращения полномочий Президента РФ.
40. Основы конституционного статуса Федерального Собрания, его место в системе органов государства и структура.
41. Законодательный процесс.
42. Правительство Российской Федерации, его структура и полномочия.
43. Министерство образования РФ и его органы. Органы исполнительной власти в субъектах федерации.
44. Понятие и основные признаки судебной власти.
45. Судебная система, её структура: Конституционный Суд РФ; Верховный Суд РФ и общие суды. военные суды; Высший Арбитражный Суд РФ и иные арбитражные суды.
46. Правоохранительные органы: понятие и система.
47. Понятие, законодательство и система гражданского права.
48. Понятие и формы права собственности.
49. Наследственное право.
50. Понятие трудового права.
51. Коллективный договор и соглашения.
52. Трудовой договор: понятие, стороны и содержание.
53. Понятие и виды рабочего времени, времени отдыха.

54. Дисциплина труда. Материальная ответственность.
55. Особенности регулирования труда женщин и молодежи.
56. Трудовые споры. Механизмы реализации и защиты трудовых прав граждан.
57. Понятие и принципы семейного права.
58. Понятие брака и семьи. Регистрация брака и условия его заключения.
59. Понятие и система административного права.
60. Понятие административного проступка.
61. Основания и порядок привлечения к административной ответственности.
62. Виды административной ответственности.
63. Понятие, функции и принципы местного самоуправления в РФ.
64. Органы местного самоуправления. Гарантии правомочий местного самоуправления.
65. Понятие и задачи уголовного права. Уголовный закон и преступление как основные понятия уголовного права.
66. Понятие уголовной ответственности, ее основание.
67. Ответственность несовершеннолетних.
68. Обстоятельства, исключающие общественную опасность и противоправность деяния.
69. Понятие и цели наказания. Система и виды уголовных наказаний.
70. Экология. Экологические системы как объект правового регулирования.
71. Источники и содержание экологического права.
72. Ответственность за экологические правонарушения.
73. Общая характеристика земельного законодательства.
74. Право в сфере образовательной деятельности и культуры.
75. Правовые основы организации и деятельности студента, механизмы реализации и защиты его прав, исполнения обязанностей.
76. Принципы международного права.
77. Основные институты международного права.
78. Лицензирование природопользования.
79. Правовой режим водопользования.
80. Правовой режим недропользования.

Перечень тем не является исчерпывающим и может быть расширен по согласованию с научным руководителем (преподавателем)

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____ С. А. Уторов

И. Б. Белоносова

РЕЗЬБА

Методическое пособие
по теме «Условности машиностроительного черчения» для самостоятельной работы студентов» по дисциплине Инженерная графика

Издание УГГУ Екатеринбург

Содержание

ВВЕДЕНИЕ 4

1.ТРУБНАЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКАЯ РЕЗЬБА 5

2. КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ЧАСТЕЙ 9

3. ЗАДАНИЯ ПО ТЕМЕ «ИЗОБРАЖЕНИЕ ТРУБНЫХ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ» 10

4. ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ 12

4.1. Соединение труб муфтами 12

4.1.1. Соединение труб прямой муфтой 12

4.1.2. Соединение труб переходной муфтой 17

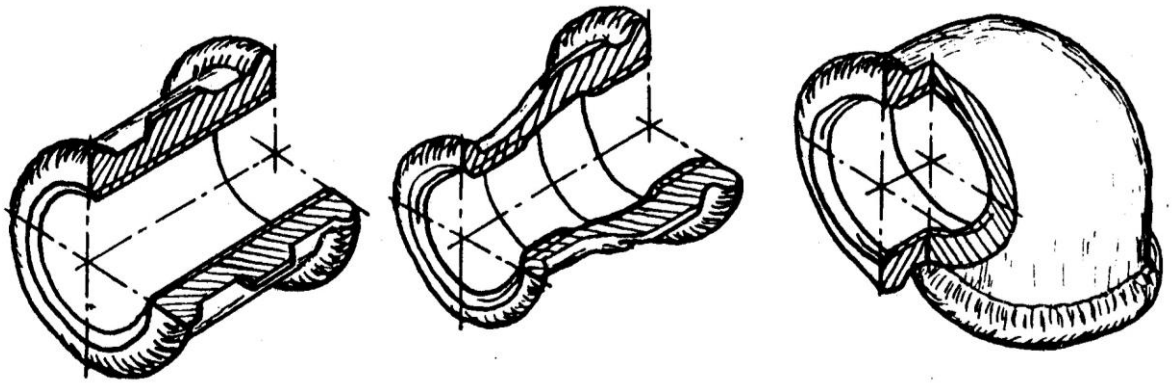
4.2. Соединение труб угольниками, прямыми тройниками и прямыми крестами 19

4.3. Перекрытие труб колпаком 23

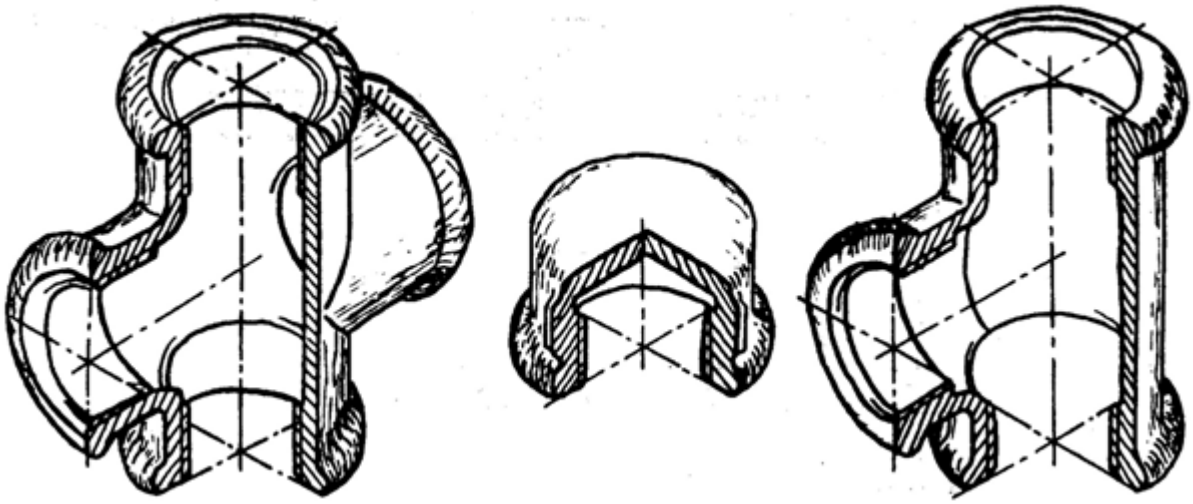
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ 26

ВВЕДЕНИЕ

В промышленности трубы, имеющие на концах наружную резьбу, соединяются соединительными частями (фитингами), которые имеют резьбу в отверстиях. Виды резьбовых трубных соединений определяются условиями их работы. В обычных трубопроводах с нормальным давлением (в системах отопления, вентиляции, газификации, водоснабжения) чаще всего имеют место соединения труб деталями с трубной цилиндрической резьбой.



Муфта прямая Муфта переходная Угольник прямой



Крест прямой Колпак Тройник прямой

Рис. 1. Соединительные части (фитинги)

Соединительные части - фитинги (рис. 1) – позволяют соединить сразу несколько труб, устраивать ответвления под разными углами, переходы с одного диаметра на другой и т. д. Фитинги изготавливают из ковкого чугуна для условных проходов от 8 до 150 мм. Для придания фитингам из ковкого чугуна необходимой жесткости их снабжают по краям буртиками, а муфты для обеспечения лучшего захвата газовым ключом – несколькими ребрами, расположенными на боковой поверхности по направлению образующих.

1. ТРУБНАЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКАЯ РЕЗЬБА

Профиль трубной цилиндрической резьбы – равнобедренный треугольник с углом α=55°, вершины и впадины профиля закруглены, а в соединении между вершинами и впадинами наружной и внутренней резьбы отсутствуют зазоры. Трубная резьба разработана в дюймовой системе (1 дюйм = 1″=25,4 мм).

Шаг трубной резьбы задают косвенным способом: указывают число ниток резьбы, укладывающихся на 1″. Это число ниток стандартизовано в пределах от 28 до 11.

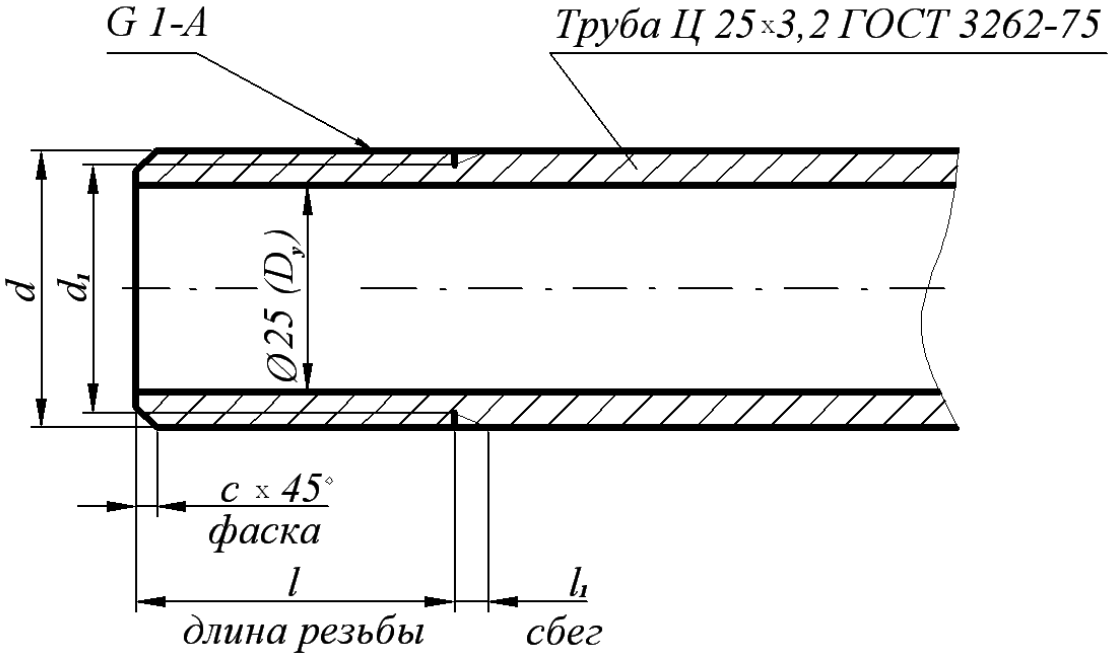


Рис. 2. Изображение трубы

Обозначение размера трубной резьбы имеет особенность, которая заключается в том, что размер задается не наружным диаметром трубы, на которой нарезается резьба, а величиной внутреннего диаметра трубы. Объяснение этой условности состоит в том, что конструктивный расчет трубопроводов ведется по условным проходам трубопроводов, арматуры и соединительных частей.

Например, трубная резьба в 1″ нарезается на трубе, которая имеет внутренний диаметр, равный 25 мм; размер же наружного диаметра всегда больше диаметра в свету на две толщины стенки трубы (рис. 2). По этой причине обозначение резьбы располагают на полке-выноске, которая заканчивается стрелкой, опирающейся на контур трубной резьбы.

Условное обозначение резьбы состоит из буквы *G*, обозначения размера резьбы и класса точности среднего диаметра. Условное обозначение для левой резьбы дополняется буквами *LH*, например,

G 1½ - *B* – трубная цилиндрическая резьба 1½″ класса точности *B*,

G 1½ - *LH* - *B* – то же для левой резьбы.

Длину свинчивания указывают в миллиметрах после обозначения класса точности: *G* 1½ - В –40.

В обозначении трубы указывают условный проход, толщину стенки, другие данные (точность изготовления, покрытие, длину, наличие резьбы и муфты) и номер стандарта, например:

Труба 20×2,8–2000 ГОСТ 3262-75 – труба обыкновенная неоцинкованная без муфты, без резьбы с D_y =20 мм.

Для вычерчивания трубы и соединительных частей используют размеры, предусмотренные ГОСТ 3262-75 и ГОСТ 6357-81 (табл. 1), а также ГОСТ 10549-63 (табл. 2).

Для труб бесшовных горяче- и холоднодеформированных, для толстостенных труб (ГОСТ 8734-75, 8732-78, 9940-81) выполняют рабочие чертежи, на которых указывают длину трубы, условный проход, длину резьбы и величину сбега резьбы.

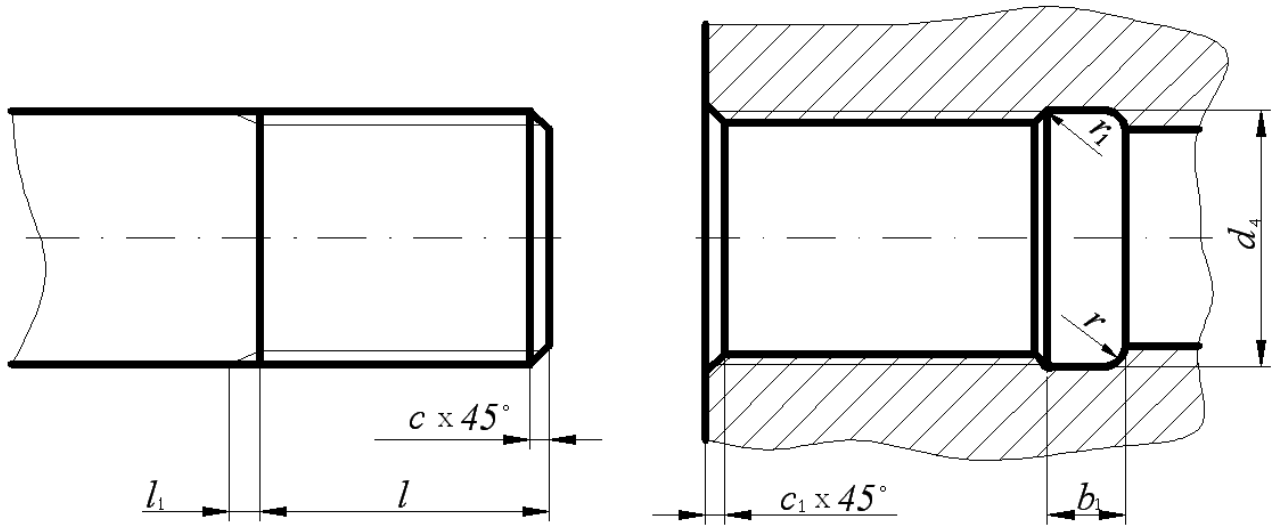
Таблица 1

Резьба трубная цилиндрическая ГОСТ 6357-81

Обозначение размера резьбы		Шаг, мм P	Диаметр резьбы, мм		Толщина стенки труб, мм
D_y, мм	в дюймах		наружный $d=D$	внутренний $d_1=D_1$	
6	1/8	0,907	9,728	8,566	2,0
8	¼	1,337	13,157	11,445	2,2
10	3/8		16,662	14,950	2,2
15	½	1,814	20,955	18,631	2,8
20	¾		26,441	24,117	2,8
25	1	2,304	33,249	30,291	3,2
32	1 ¼		41,910	38,952	3,2
40	1 ½		47,803	44,845	3,5
50	2		59,614	56,656	3,5
65	2 ½		75,184	72,226	4,0
80	3		87,884	84,926	4,0
90	3 ½		100,330	97,372	4,0
100	4		113,030	110,072	4,5

Таблица 2

Размеры сбегов, проточек и фасок для трубной цилиндрической резьбы



D_y, мм	l_1, мм	l, мм		c, мм	b_1, мм	r, мм	r_1, мм	d_4, мм	c_1, мм
		длинной	короткой						
1/8	1,6	-	-	1,0	4	1,0	0,5	10,5	1,0
¼	2,4	-	-	1,6	5	1,6		13,5	
⅜		-	-					17,0	
½	3,2	14	9,0	2,0	8	2,0	1,0	21,5	1,6
¾		16	10,5					27,0	
1	4,1	18	11,0	2,5	10	3,0		34,0	
1 ¼		20	13,0					43,0	
1 ½		22	15,0					48,5	
2		24	17,0					60,5	
2 ½		27	19,5					76,0	
3		30	22,0					89,0	
3 ½		33	26,0					101,0	
4		36	30,0					114,0	

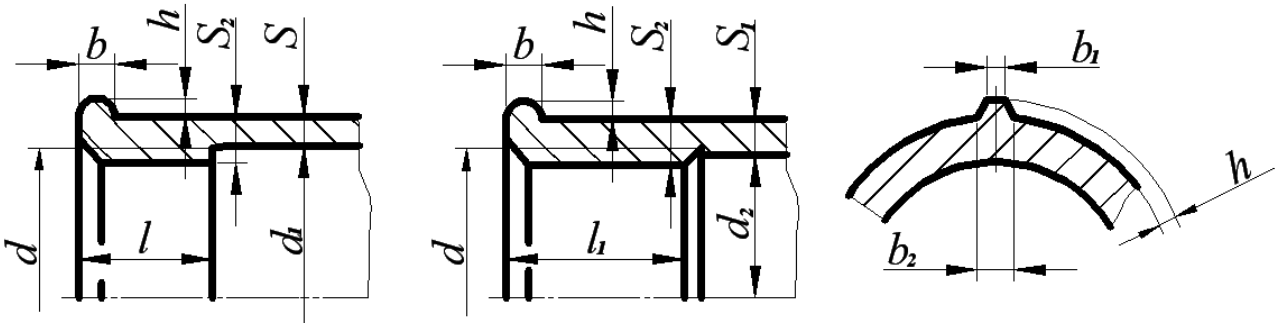
2. КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ЧАСТЕЙ

На чертежах трубных соединений, выполняемых как конструктивные чертежи, вычерчиваются все элементы соединительных частей и контргаек (если их ставят) – буртики, фаски, ребра, размеры которых для изделий из ковкого чугуна устанавливает ГОСТ 8945-75.

Таблица 3

Конструктивные размеры соединительных частей, мм

Вариант 1 Вариант 2



Резьба				d_1	d_2	S	S_1	S_2	S_3	b	b_1	b_2	h
Обозначение	d	l	l_1										
		не менее											
$G1/4$	13,16	9,0	9,0	13,5	12,5	2,5	3,0	3,5	3,5	3,0	2,0	3,5	2,0
$G3/8$	16,66	10,0	11,0	17,0	16,0	2,5	3,0	3,5	3,5	3,0	2,0	3,5	2,0
$G1/2$	20,96	12,0	14,0	21,5	20,0	2,8	3,5	4,2	4,2	3,5	2,0	4,0	2,0
$G3/4$	26,44	13,5	16,0	27,0	25,5	3,0	3,5	4,4	4,2	4,0	2,0	4,0	2,5
$G1$	33,25	15,0	19,0	34,0	32,0	3,3	4,0	5,2	4,8	4,0	2,5	4,5	2,5
$G1\frac{1}{4}$	41,91	17,0	21,0	42,5	40,5	3,6	4,0	5,4	4,8	4,0	2,5	5,0	3,0
$G1\frac{1}{2}$	47,81	19,0	21,0	48,5	46,5	4,0	4,0	5,8	4,8	4,0	3,0	5,0	3,0
$G2$	59,62	21,0	24,0	68,5	58,5	4,5	4,5	6,4	5,4	5,0	3,0	6,0	3,5
$G2\frac{1}{2}$	75,19	23,5	27,0	76,0	74,0	4,5	4,5	6,4	5,4	5,0	3,5	6,5	3,5
$G3$	87,89	26,0	30,0	89,0	87,0	4,5	4,5	6,5	6,0	6,0	4,0	7,0	4,0
$G4$	113,0	39,0	39,5	115	112	5,5	5,5	8,0	7,0	7,0	5,0	8,5	4,5

ЗАДАНИЯ ПО ТЕМЕ «ИЗОБРАЖЕНИЕ ТРУБНЫХ СОЕДИНЕНИЙ»

3.1. Цель задания

Целью задания является изучение правил выполнения трубных резьбовых соединений, условное изображение и обозначение трубной цилиндрической резьбы, конструктивных элементов соединительных частей. При выполнении задания студент должен приобрести навыки общения с Государственными стандартами по данной теме.

3.2. Содержание задания

Задание выполняется карандашом на формате А4 в масштабе, выбранном в соответствии с ГОСТ 2.302-68.

Вычертить соединение труб в двух видах с необходимыми разрезами и нанести размеры согласно стандартам.

Выполнить изображение конца трубы и указать ее конструктивные размеры.

Составить спецификацию.

Таблица 4

Варианты задания

Номер варианта	Соединительная часть	Диаметр условного прохода, мм
1	Угольник	8
2	Крест	80
3	Муфта	40×20
4	Колпак, исполнение 2	80
5	Муфта	50
6	Крест	50
7	Тройник	40
8	Тройник	50
9	Угольник	40
10	Колпак, исполнение 2	65
11	Угольник	20
12	Тройник	25
13	Крест	32
14	Колпак, исполнение 1	20
15	Муфта прямая короткая	15

Продолжение табл. 4

Номер варианта	Соединительная часть	Диаметр условного прохода, мм
16	Муфта прямая длинная	25
17	Муфта переходная	65×32
18	Тройник	50
19	Крест	65
20	Колпак, исполнение 1	15
21	Муфта прямая короткая	32
22	Муфта прямая длинная	20
23	Угольник	10
24	Муфта переходная	80×40
25	Крест	50
26	Колпак, исполнение 2	10
27	Муфта прямая короткая	80
28	Муфта прямая длинная	15
29	Угольник	15
30	Тройник	80
31	Муфта переходная	40×20
32	Колпак, исполнение 1	8
33	Муфта прямая короткая	25
34	Муфта прямая длинная	10
35	Муфта переходная	50×30
36	Тройник	15
37	Крест	20
38	Угольник	32
39	Угольник	20
40	Угольник	80
41	Угольник	15
42	Колпак, исполнение 1	50
43	Крест	25
44	Муфта переходная	32×20
45	Муфта	15
46	Угольник	32
47	Тройник	65
48	Крест	65
49	Колпак, исполнение 1	32
50	Муфта прямая длинная	32

4. ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

Изображение трубных резьбовых соединений – это выполнение сборочного чертежа первой сложности. Правила выполнения сборочного чертежа регламентирует ГОСТГОСТ 2.109-73, составление спецификации - ГОСТ 2.302-68, а основную надпись - ГОСТ 2.104-68.

4.1. Соединение труб муфтами

При соединении муфтой ось труб располагают параллельно основной надписи чертежа. Конструкцию соединения показывают в разрезе плоскостью, проходящей через оси труб и фитинга, допускается соединять части вида и разреза. В разрезе показывают только ту часть резьбы фитинга, которая не закрыта резьбой трубы. Второе изображение обычно представляет собой сечение плоскостью, перпендикулярной одной из труб.

Необходимо иметь в виду, что для полностью завинченной трубы за торец соединительной части выходит только сбег резьбы.

Для демонтажа трубного соединения, например, при ремонтных работах, на конце одной из труб нарезают более длинную резьбу – сгон.

Длину сгона рассчитывают так, чтобы можно было свинтить контргайку, муфту и иметь еще запас резьбы 5…7 мм.

Размеры всех деталей трубного соединения зависят от диаметра условного прохода свинчиваемых труб.

Если диаметр отверстия трубы неизвестен, то его можно определить из таблицы размеров трубной цилиндрической резьбы (ГОСТ 6357-81, табл. 1), измерив внутренний диаметр резьбы муфты.

4.1.1. Соединение труб прямой муфтой

Например, необходимо по индивидуальному варианту вычертить прямую муфту, имея деталь, но, не зная диаметра условного прохода.

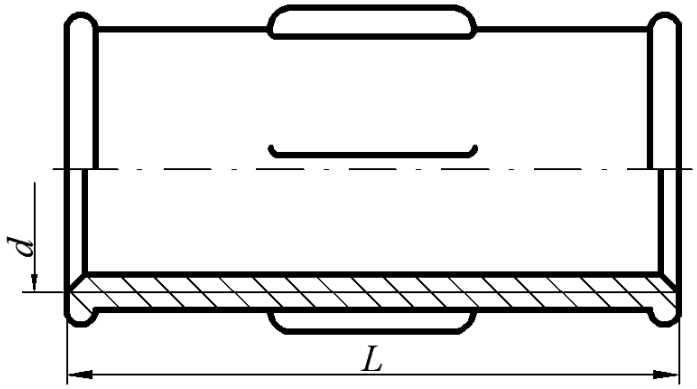
Штангенциркулем измеряется внутренний диаметр резьбы и по табл. 1 определяется диаметр условного прохода соединяемых труб и обозначение резьбы: $D_1 \approx 45$ мм. $D_{1\text{табл.}} = 4{,}845$ мм $\rightarrow D_y = 40$ мм – G 1½.

2. Измеряется длина муфты, L=43 мм.

Для определения названия муфты (короткая или длинная) обращаются к Государственным стандартам (табл. 5).

Таблица 5

Муфты прямые



Резьба	Муфты короткие ГОСТ 8954-75		Муфты длинные ГОСТ 8955-75	
	L, мм	Число ребер	*L*, мм	Число ребер
*G*¼-*B*	22	2	27	2
G$^{3}/_{8}$-*B*	24	2	30	2
*G*½-*B*	28	2	36	2
*G*¾-*B*	31	2	39	2
*G*1-*B*	35	4	45	4
*G*1¼-*B*	39	4	50	4
*G*1½-*B*	43	4	55	4
*G*2-*B*	47	6	65	4
*G*2½-*B*	53	6	74	6
*G*3-*B*	59	6	80	6
*G*4-*B*	84	6	94	6

Примеры условных обозначений:

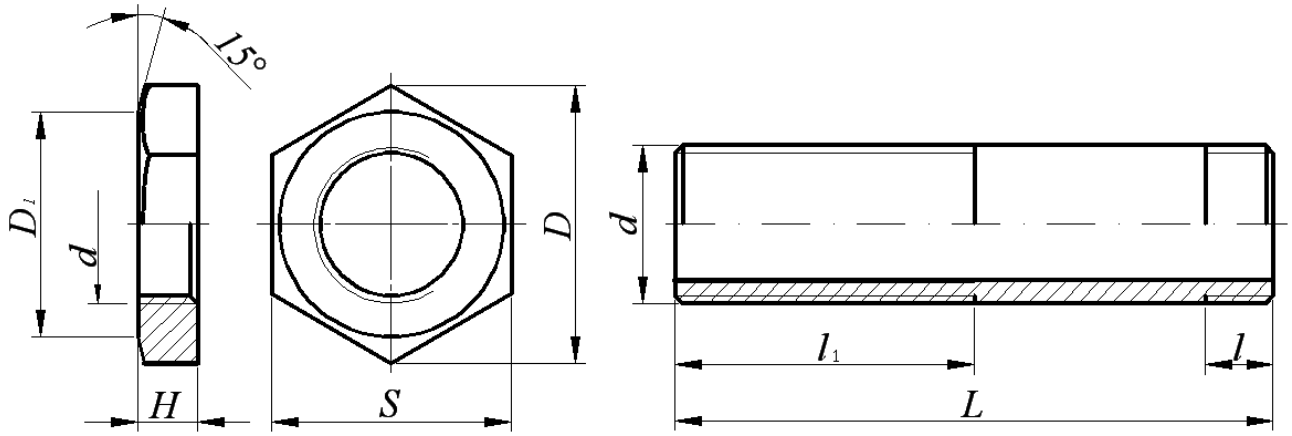
1. Прямая короткая муфта с D_y =40 мм:
   Муфта короткая 40 ГОСТ 8954 - 75.
2. Прямая длинная муфта с D_y =40 мм и цинковым покрытием исполнения 1: Муфта длинная 1-Ц-40 ГОСТ 8955 – 75.

Муфта с резьбой *G* 1½, имеющая длину 43 мм, является короткой, считаем, что она выполнена с цинковым покрытием, следовательно, ее обозначение: Муфта короткая Ц-40 ГОСТ 8954 - 75.

3. Для вычерчивания муфты используют данные из табл. 1, 2, 3.
   1) Наружный диаметр резьбы d=47,803 мм
   2) Фаска с=1,6 мм
   3) Толщина стенки муфты S_2=5,8 мм
   4) Высота буртика b=4,0 мм
   5) Количество ребер жесткости равно 4
   6) Размеры ребер жесткости и буртика: h=3,0 мм; b_1=3,0 мм; b_2=5,0 мм.
4. Для вычерчивания ввинчиваемой трубы используют данные табл. 1 и табл. 2: «Труба Ц-40×3,5 ГОСТ 3262-75» имеет размеры:
   1) Наружный диаметр трубы d=47,803 мм
   2) Внутренний диаметр резьбы d_1=44,845 мм
   3) Длина резьбы l=15 мм
   4) Длина сбега резьбы l_1=4,1 мм
   5) Фаска с=2,5 мм
5. С другой стороны муфты ввинчивается сгон, размеры которого предусмотрены ГОСТ 8969-75, на которой навинчена контргайка (ГОСТ 8961-75, табл. 6).
6. По размерам, указанным в таблицах, для резьбы *G* 1½ вычерчиваются детали в сборе. При выполнении сборочного чертежа соединения фаски, сбеги на деталях не изображаются, каждой детали присваивают номер позиции, который размещают на полке-выноске, заканчивающейся точкой. На сборочном чертеже обязательно указывают установочные размеры: размер резьбы, диаметр условного прохода. Допускается указывать в качестве справочных размеры деталей, определяющих характер сопряжения: длину муфты и др.

Таблица 6

Контргайки и сгоны



Резьба	Контргайки ГОСТ 8961-75				Сгоны ГОСТ 8969-75		
	H, мм	S, мм	D, мм	D_1, мм	l, мм	l_1, мм	L, мм
*G*¼-*B*	6	22	25,4	20	7,0	38	80
*G*⅜-*B*	7	27	31,2	25	8,0	42	90
*G*½-*B*	8	32	36,9	30	9,0	40	110
*G*¾-*B*	9	36	41,6	33	10,5	45	110
*G*1-*B*	10	46	53,1	43	11,0	50	130
*G*1¼-*B*	11	55	63,5	52	13,0	53	130
*G*1½-*B*	12	60	69,3	56	15,0	60	150
*G*2-*B*	13	75	86,5	70	17,0	65	150
*G*2½-*B*	16	95	110,0	90	19,5	75	170
*G*3-*B*	19	105	121,0	100	22,0	85	180
*G*4-*B*	21	135	156,0	128	-	-	-

Примеры условных обозначений:

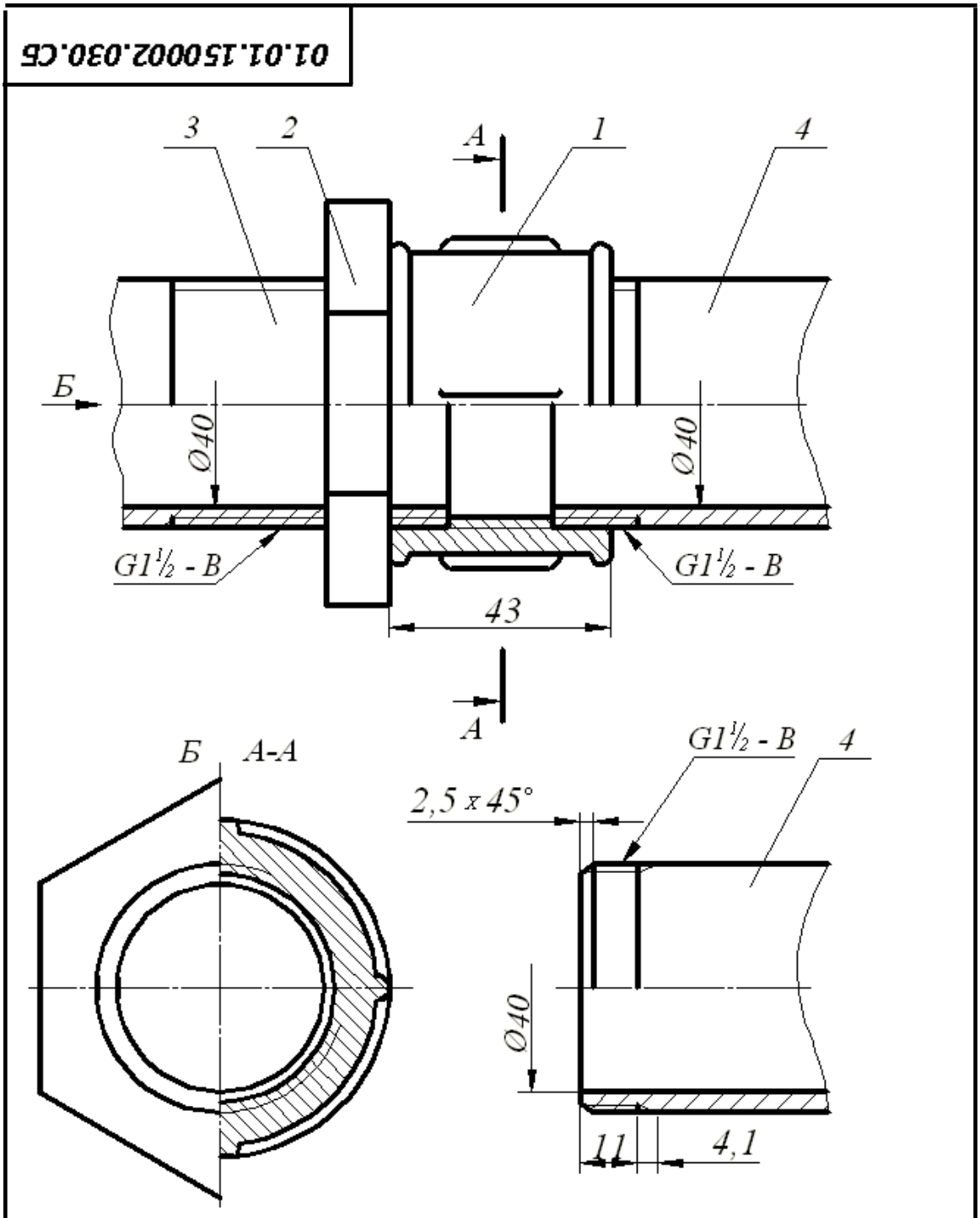
1. Контргайка без покрытия с D_y=40 мм:

   Контргайка 40 ГОСТ 8961-75

2. Сгон с цинковым покрытием с D_y=40 мм

   Сгон Ц-40 ГОСТ 8969-75

Пример выполнения сборочного чертежа соединения труб муфтой показан на рис. 3.



Пример выполнения спецификации
по ГОСТ 2.108-68 на рис. 9

Основная надпись форма 1 ГОСТ 2.104-68

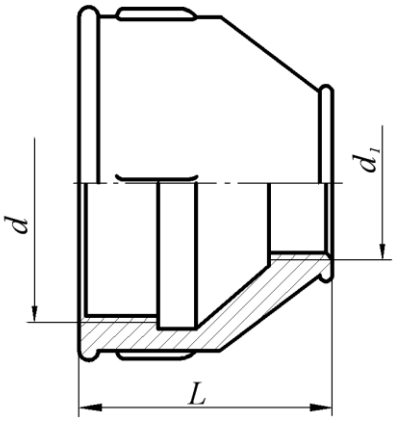
Рис. 3. Соединение труб муфтой

4.1.2. Соединение труб переходной муфтой

Муфты переходные соединяют трубы с различными диаметрами условного прохода (ГОСТ 8957-75, табл. 7).

Таблица 7

Переходные муфты по ГОСТ 8957-75, мм



Условный проход $D_y \times D_{1y}$	L	Число ребер	Условный проход $D_y \times D_{1y}$	L	Число ребер
10×8	30	2	40×25	55	4
15×8	36	2	40×32	55	4
15×10	36	2	50×15	65	6
20×8	39	2	50×20	65	6
20×10	39	2	50×25	65	6
20×15	39	2	50×32	65	6
25×10	45	4	50×40	65	6
25×15	45	4	65×32	74	6
25×20	45	4	65×40	74	6
32×10	50	4	65×50	74	6
32×15	50	4	80×40	80	6
32×20	50	4	80×50	80	6
32×25	50	4	80×65	80	6
40×15	55	4	100×50	94	6
40×20	55	4	100×65	94	6

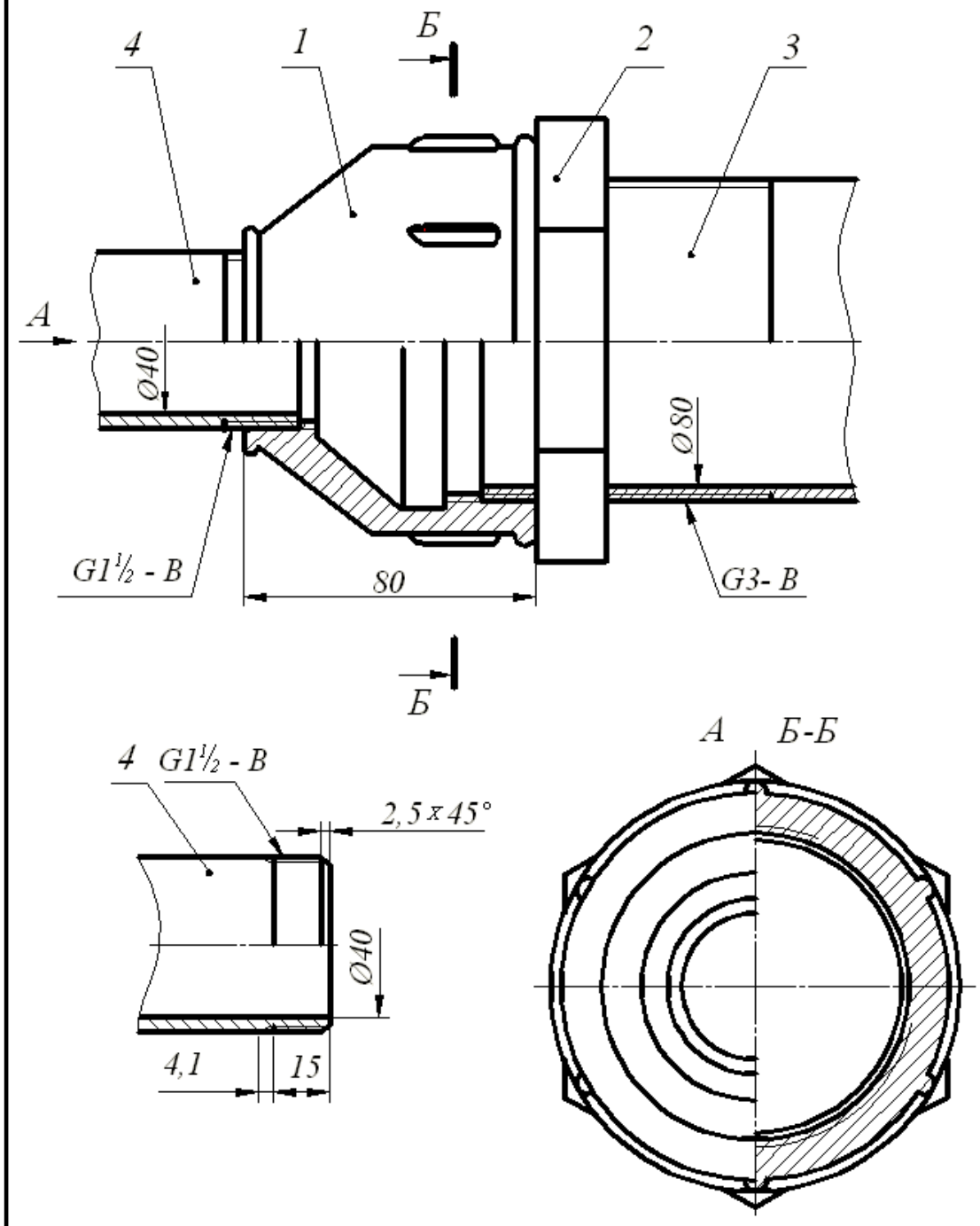
Примеры условных обозначений:

3. Муфта переходная без покрытия с D_y=15 мм на D_y=40 мм:

   Муфта 40×15 ГОСТ 8957-75

4. Муфта переходная с цинковым покрытием:

   Муфта Ц 40×15 ГОСТ 8957-75



Спецификация выполняется по ГОСТ 2.108-68

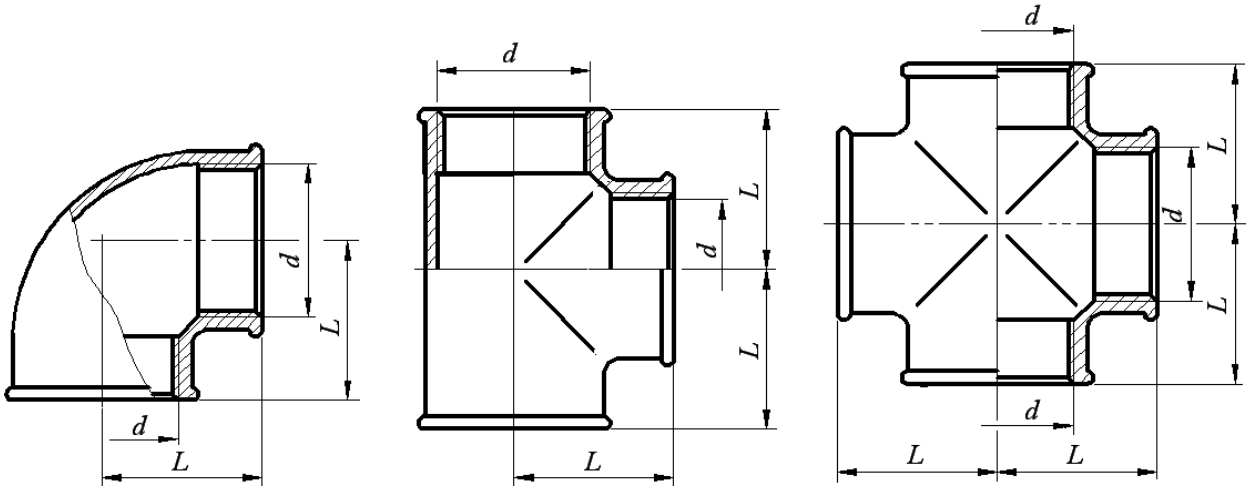
Основная надпись форма 1 ГОСТ 2.104-68

Рис. 4. Соединение труб переходной муфтой

4.2. Соединения труб угольниками, прямыми тройниками и прямыми крестами

Прямые тройники, кресты и угольники в системах отопления, водо- и газопроводах служат для изменения направления потока жидкости или газа.

Проходные угольники (ГОСТ 8947-75) Прямые тройники (ГОСТ 8948-75) Прямые кресты (ГОСТ 8951-75)

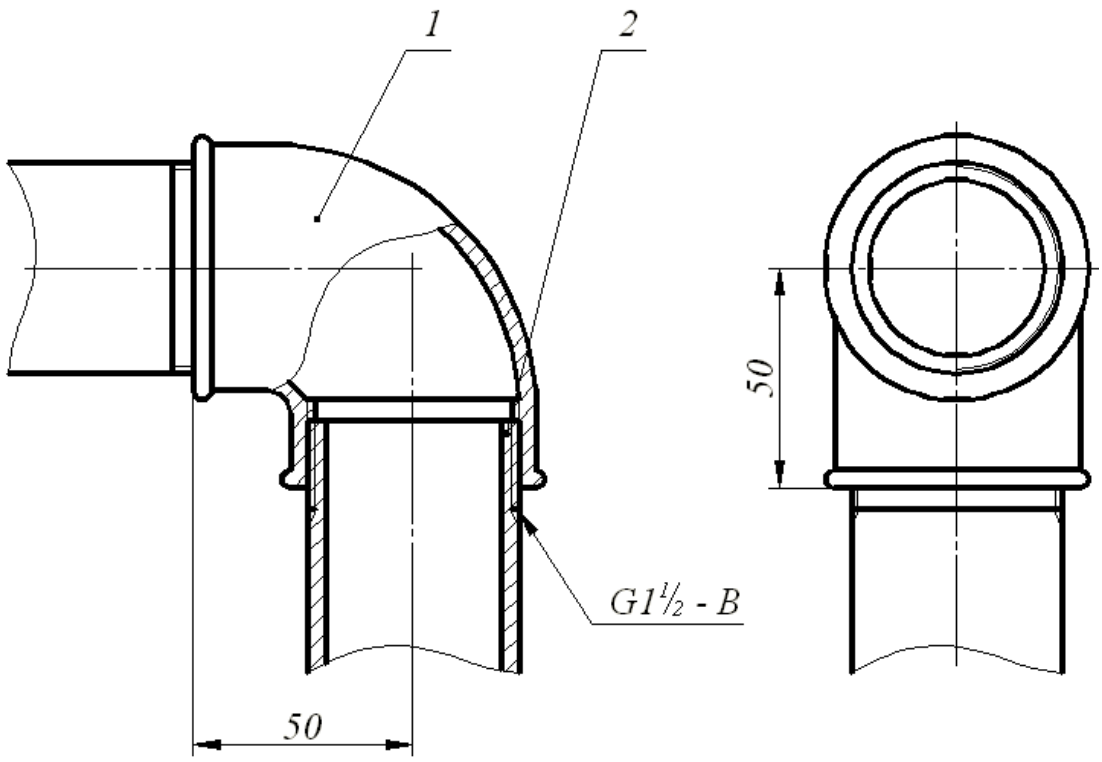


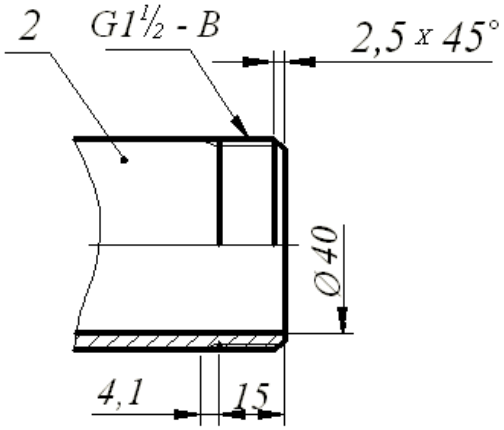
Условный проход $D_y \times D_{1y}$	Резьба	L, мм
8	$G^1/_4$-B	21
10	$G^3/_8$-B	25
15	$G^1/_2$-B	28
20	$G^3/_4$-B	33
25	$G1$-B	38
32	$G1^1/_4$-B	45
40	$G1^1/_2$-B	50
50	$G2$-B	58
65	$G2^1/_2$-B	69
80	$G3$-B	78
100	$G4$-B	96

Примеры условных обозначений:

1. Проходной угольник с углом 90° исполнения 1 с цинковым покрытием с D_y=20 мм:

   Угольник 90°-1-Ц-200 ГОСТ 8946-75;
2. Тройник 40 ГОСТ 8948-75;
3. Крест Ц-32 ГОСТ 8951-75.

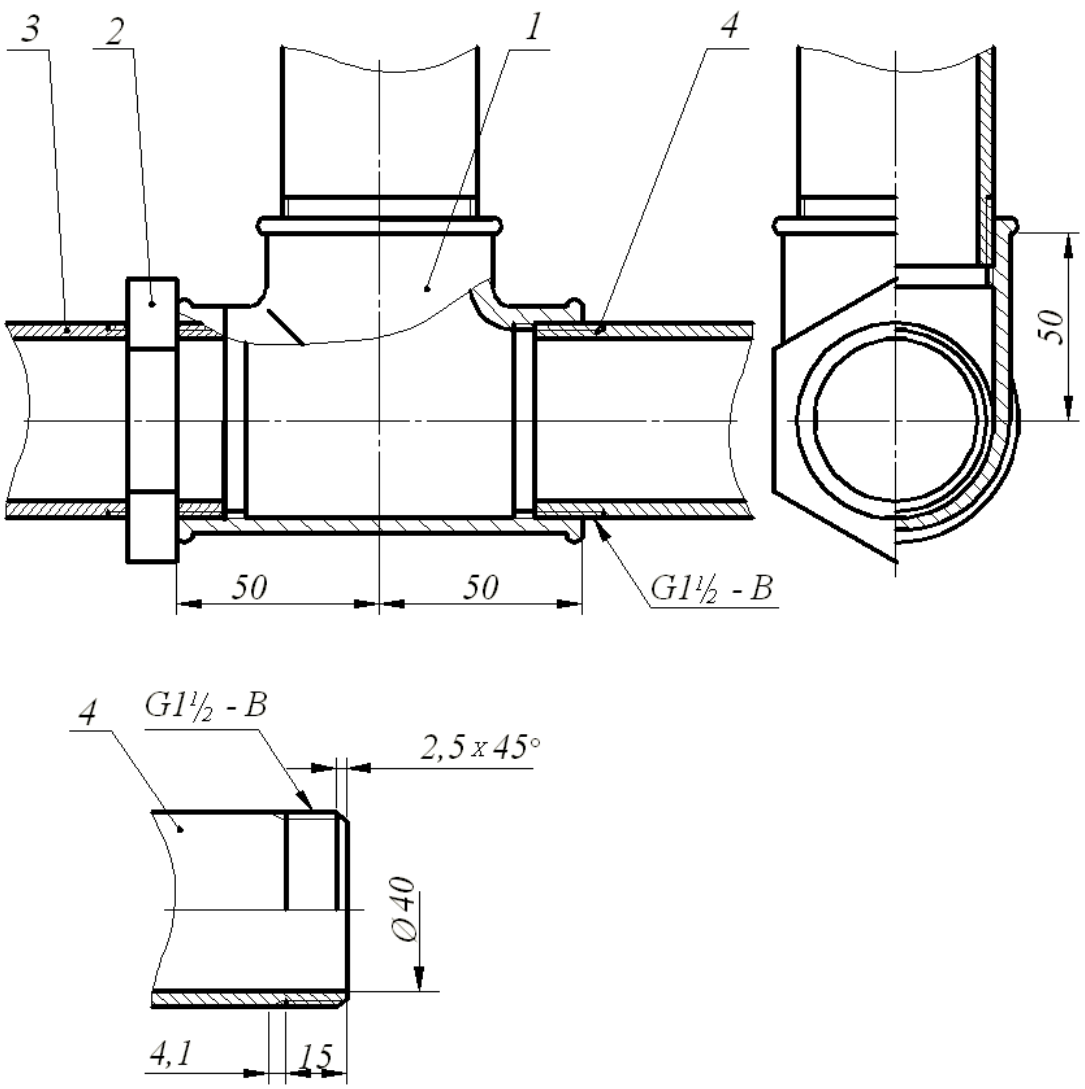




Спецификация выполняется по ГОСТ 2.108-68

Основная надпись форма 1 ГОСТ 2.104-68

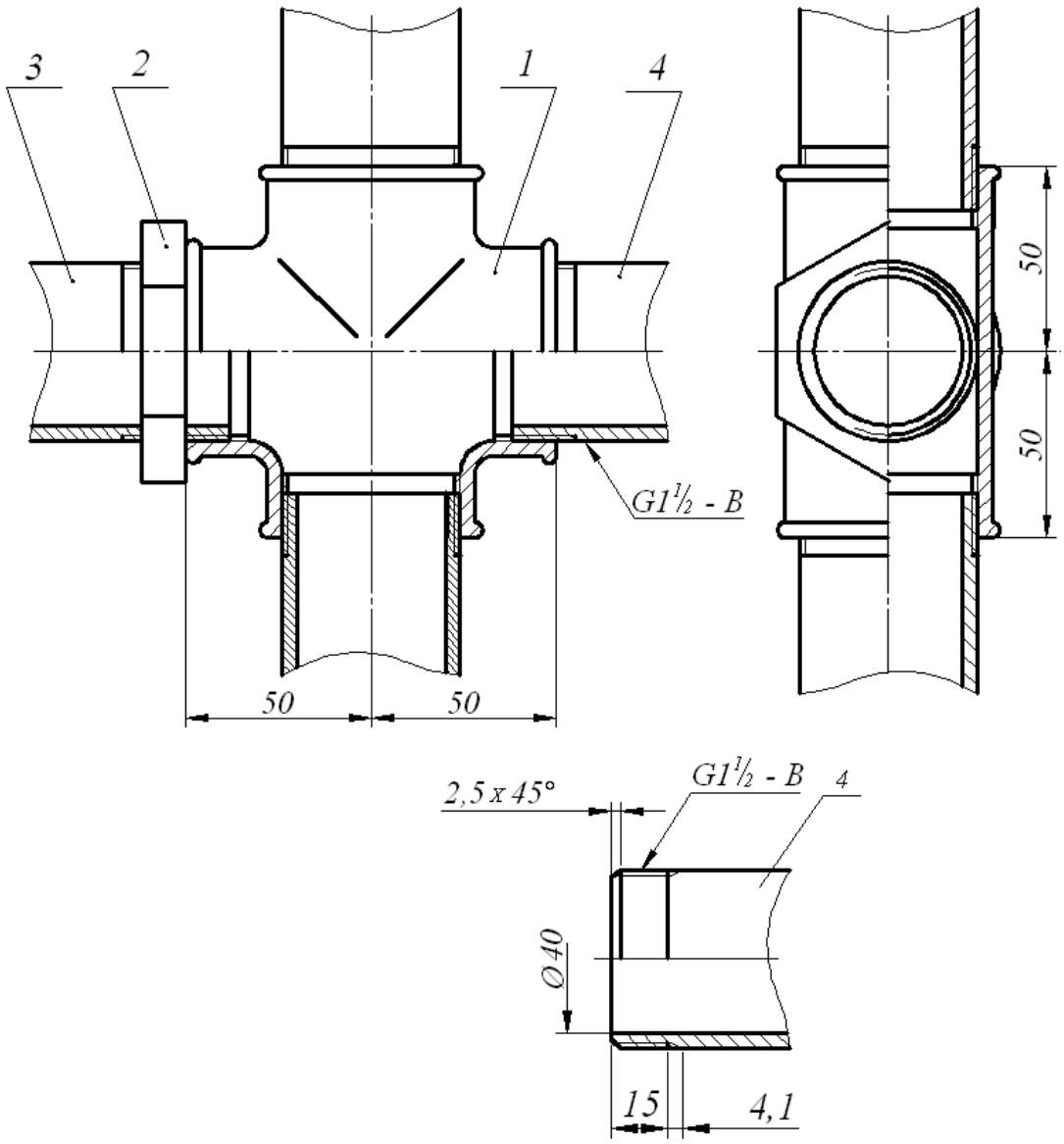
Рис. 5. Соединение труб проходным угольником



Спецификация выполняется по ГОСТ 2.108-68

Основная надпись форма 1 ГОСТ 2.104-68

Рис. 6. Соединение труб прямым тройником



Спецификация выполняется по ГОСТ 2.108-68

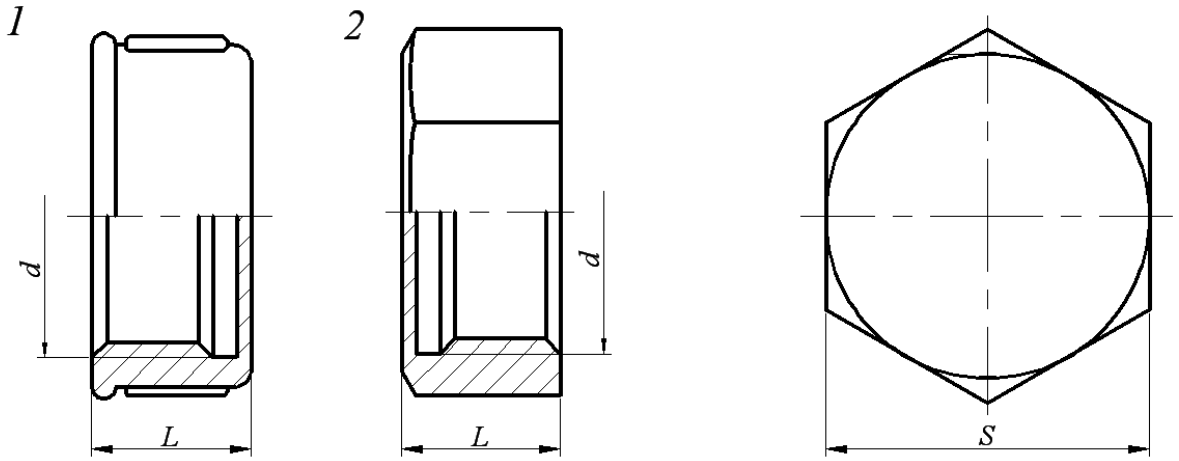
Основная надпись форма 1 ГОСТ 2.104-68

Рис. 7. Соединение труб прямым крестом

4.3. Перекрытие трубы колпаком

Для перекрытия трубы используют колпаки двух исполнений: с ребрами жесткости и с корпусом, имеющим форму шестигранной призмы под гаечный ключ. размеры проточек трубной цилиндрической резьбы определены ГОСТ 10549-80 (табл. 2).

Таблица 9



Условный проход	*L*		Число ребер	*S*
	Исполнение			
	1	2		
8	15	15	2	10
10	17	17	2	22
15	19	19	2	27
20	22	22	2	32
25	24	24	4	41
32	27	27	4	50
40	27	27	4	55
50	32	32	6	70
65	-	35	-	85
80	-	38	-	100

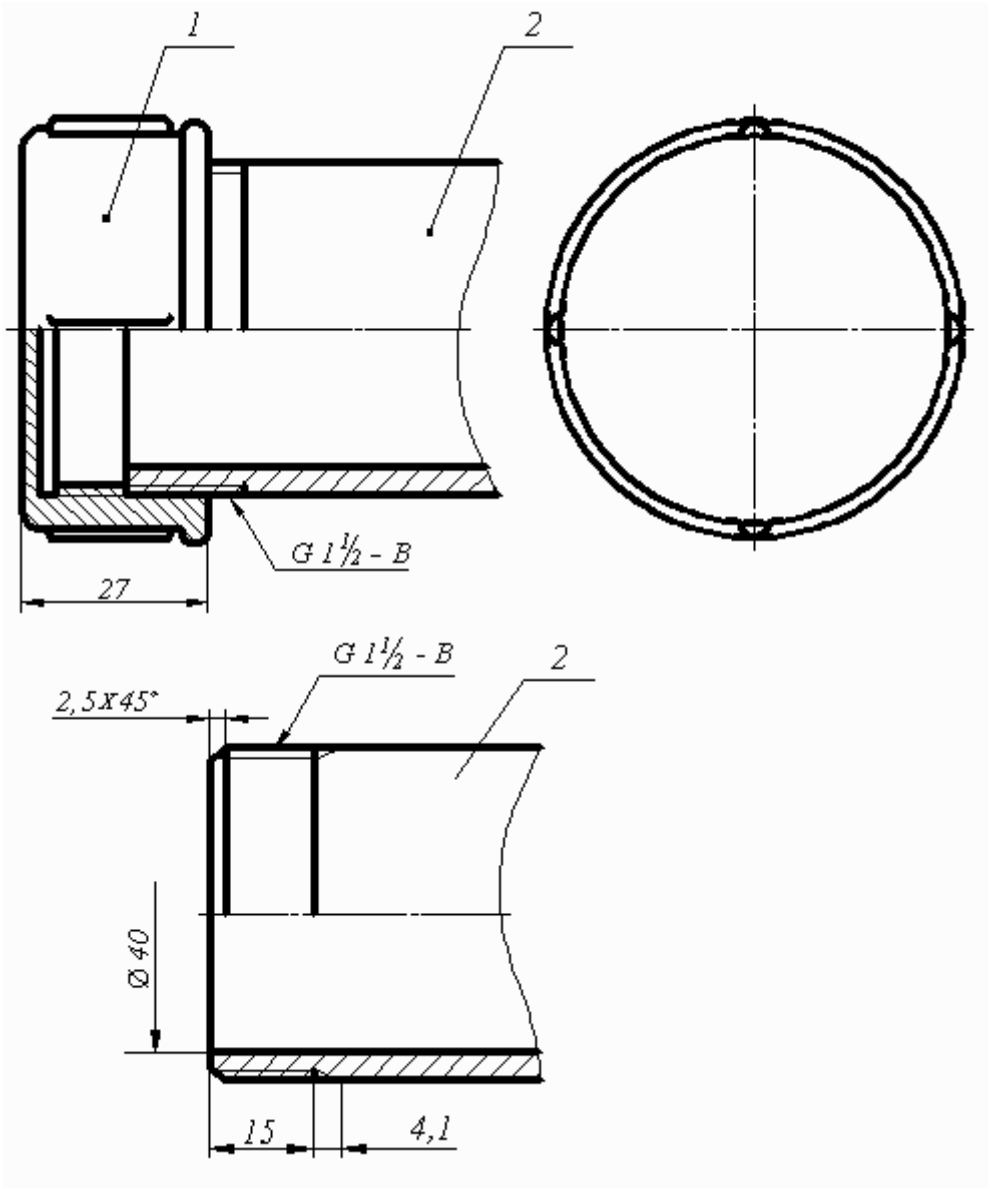
Примеры условных обозначений:

1. Колпак исполнения 2 без покрытия с D_y=40 мм:

   Колпак 2-40 ГОСТ 8962-75

2. Колпак исполнения 1 с цинковым покрытием с D_y=40 мм:

   Колпак 1-Ц-40 ГОСТ 8962-75



Спецификация выполняется по ГОСТ 2.108-68

Основная надпись форма 1 ГОСТ 2.104-68

Рис. 8. Перекрытие трубы колпаком

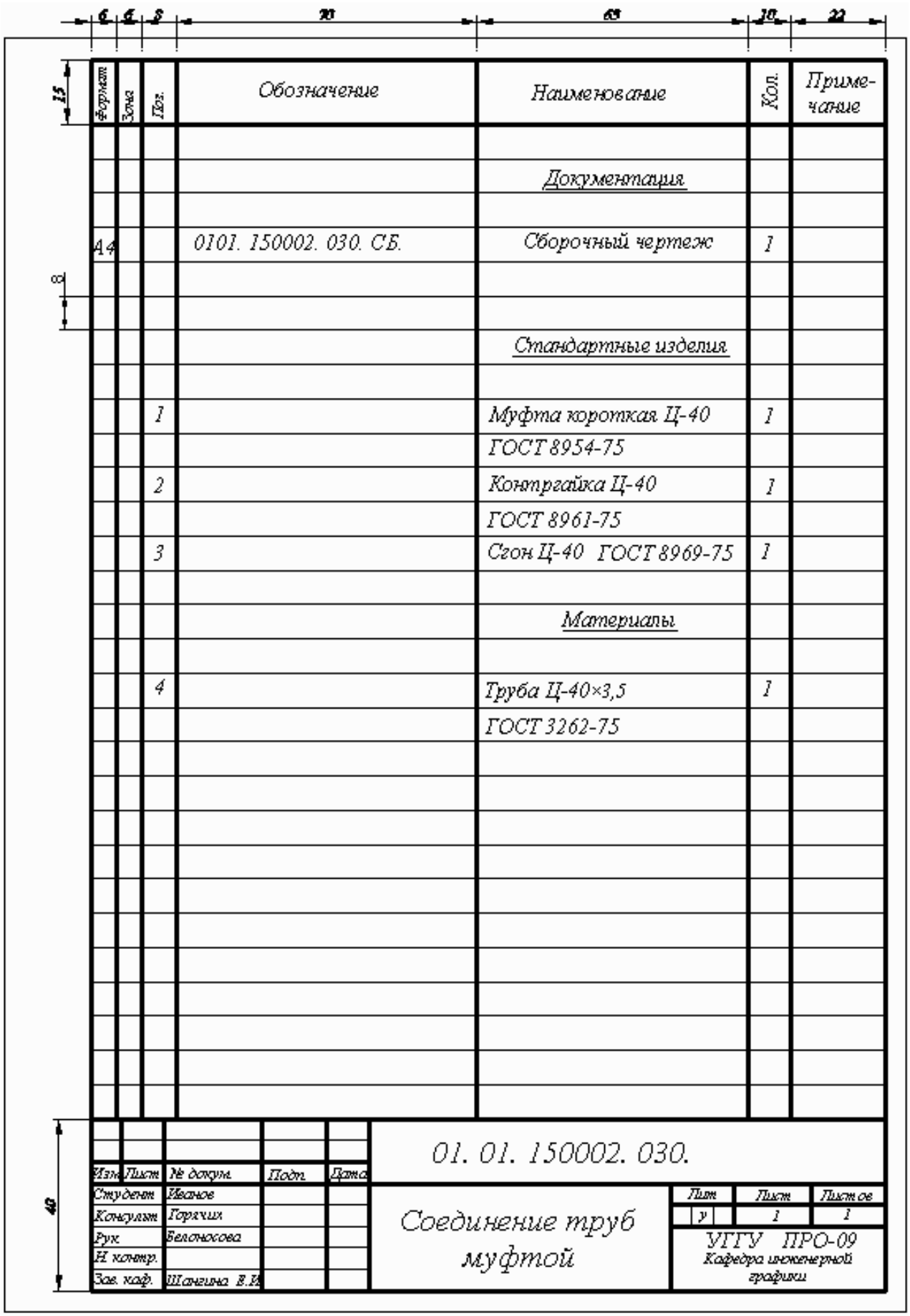


Рис. 9. Спецификация

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3 т. Т. 1. - 9 -е изд., перераб. и доп. Под ред. И. Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, - 2006 – 928 с.: ил.
2. ГОСТ 27148-86. Выход резьбы, сбеги, недорезы, проточки. Размеры. Переиздание 23.06.2009
3. Резьбы. – М.: Изд. стандартов, 2000.
4. Талалай П. Г. Начертательная геометрия. Инженерная графика. Интернет-тестирование базовых знаний: Учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2010. – 256 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература).
5. Чекмарев А. А., Осипов В. К. Справочник по машиностроительному черчению: учебное пособие. – М.: высшая школа , 2008 – 493 с.
6. Федоренко В. А., Шошин А. И. Справочник по машиностроительному черчению. - – изд. Альянс, 16-е изд., переработанное, 2007. – 416 с.

Дополнительная литература

7. Баева *Г. Г.* Условности машиностроительного черчения. Методическая разработка. Свердловский горный институт. – Свердловск, 1976.
8. Попова Г. Н., Алексеев С. Ю. Машиностроительное черчение. Справочник. – М.: Машиностроение, 1994.

Учебное издание

Белоносова Ирина Борисовна

Методическое пособие
по курсу «Инженерная графика»
по теме «Условности машиностроительного черчения»
для студентов всех специальностей»
«Изображение трубных резьбовых соединений»

4-е издание, стереотипное

Редактор *Л. Н. Авдеева*

Подписано в печать
Бумага писчая. Формат бумаги 60×84 1/8. Печать на ризографе.
Усл. печ. л. 1,3 Уч. - изд. л. 1,11. Тираж экз. Заказ №

Издательство УГГУ
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
Уральский государственный горный университет

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

Проректор по учебно-
методической работе

_____ Упоров С.А.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ И ЗАДАНИЯ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ И ЭЛЕКТРОНИКИ

ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ И

Специальность
15.02.16 Технология машиностроения

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

ВВДЕНИЕ 3
Задача 1. РАСЧЕТ ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА 4
Задача 2. РАСЧЕТ ОДНОФАЗНЫХ ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ СИНУСОИДАЛЬНОГО ТОКА 12
2.1. Последовательное соединение в цепи синусоидального тока. 12
2.2. Параллельное соединение в цепи синусоидального тока 14
2.3. Разветвленная цепь синусоидального тока 16
Задача 3. РАСЧЕТ ТРЕХФАЗНЫХ ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ 22
3.1. Расчет трехфазных линейных электрических цепей при соединении фаз приемника звездой 22
3.2. Расчет трехфазных линейных электрических цепей при соединении фаз приемника треугольником 25
Задача 4. РАСЧЕТ СЛОЖНЫХ ТРЕХФАЗНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ. 27
Задача 5. РАСЧЕТ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЯХ ПОСТОЯННОГО ТОКА 33
Задача 6. РАСЧЕТ НЕЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА В УСТАНОВИВШЕМСЯ РЕЖИМЕ 40
ЗАДАЧА 7. РАСЧЕТ МАГНИТНЫХ ЦЕПЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА. 46
7.1. Неразветвленные магнитные цепи. 46
7.1.1. Прямая задача. Определить МДС цепи по заданному магнитному потоку. 49
7.1.2. Обратная задача. Определить магнитный поток в цепи по заданной МДС 51
2.2. Разветвленная цепь синусоидального тока 57
Задача 8. ТРАНСФОРМАТОРЫ 58
Задача 9. АСИНХРОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ С ФАЗНЫМ РОТОРОМ 60
Задача 10. ДВИГАТЕЛЬ ПОСТОЯННОГО ТОКА ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ВОЗБУЖДЕНИЯ 63

ВВДЕНИЕ

Дисциплина «Основы электротехники» изучает процессы в электрических и магнитных цепях, выявляет общие закономерности электромагнитных явлений и их прикладное применение для создания, передачи и распределения электроэнергии.

Целью преподавания дисциплины является теоретическая и практическая подготовка будущего инженера-электрика, инженера-электромеханика, инженера по автоматизации производственных процессов, развитие его творческих способностей, умение формировать и решать на высоком научном уровне проблемы осваиваемой специальности, умение творчески применять и самостоятельно повышать свои знания. Эти цели достигаются на основе повышения творческой активности и самостоятельной работы студентов.

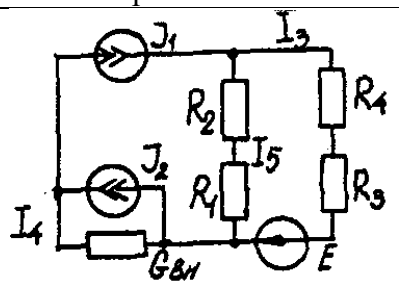
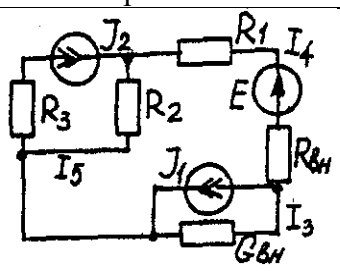
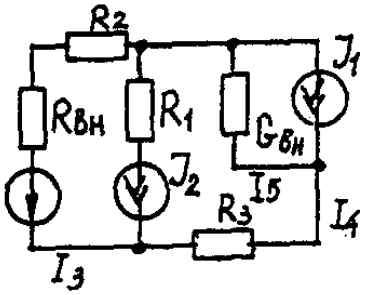
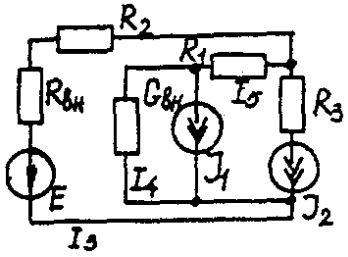
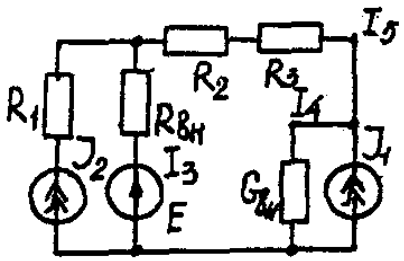
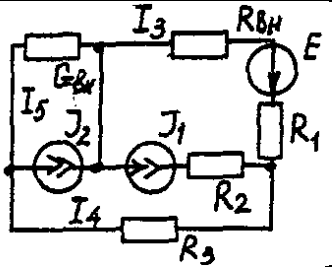
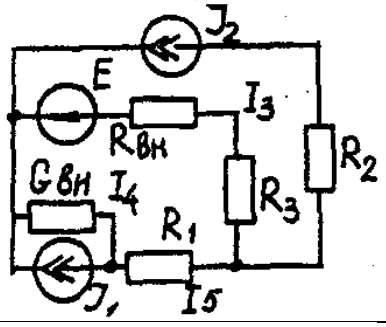
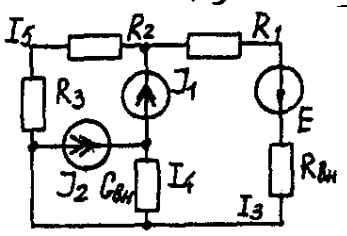
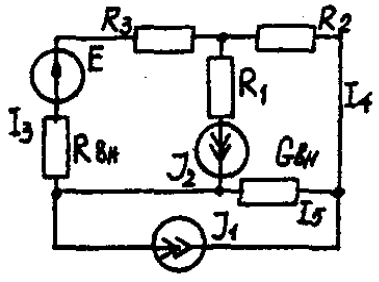
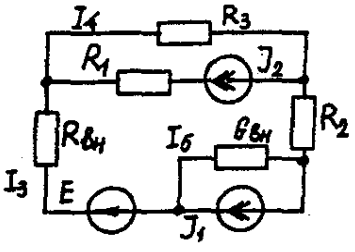
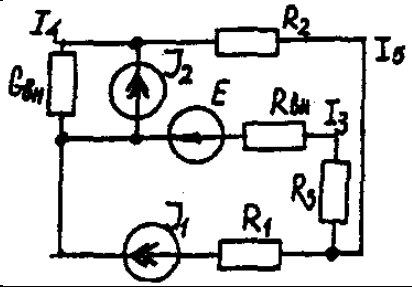
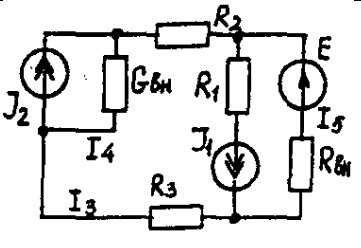
Высокий научный и инженерный уровень дисциплины обусловлен глубоким проникновением в ее разделы законов и положений, которые даются в курсах «Физика» и «Математика».

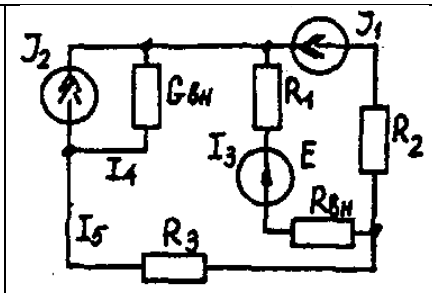
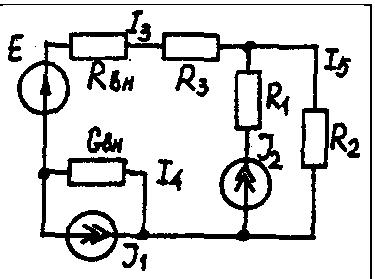
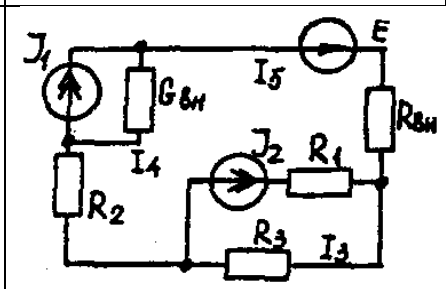
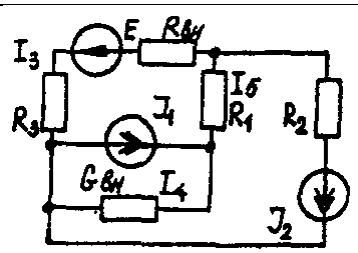
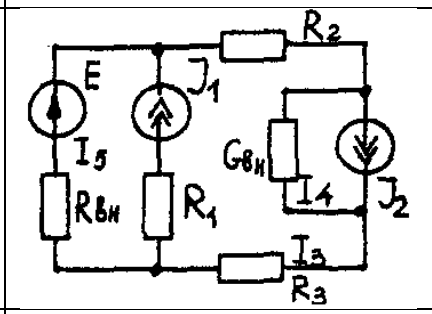
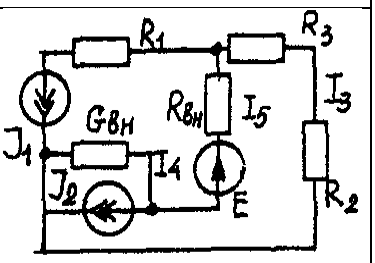
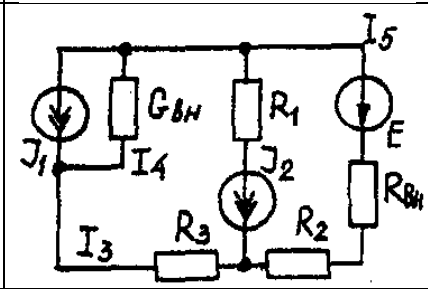
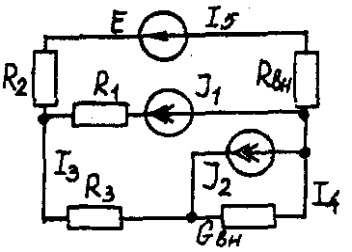
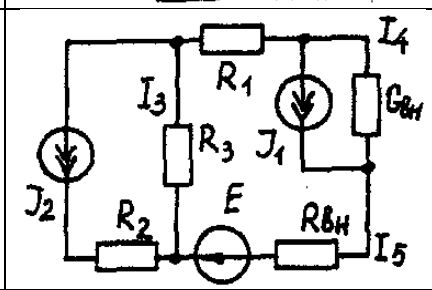
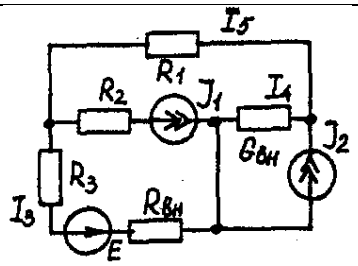
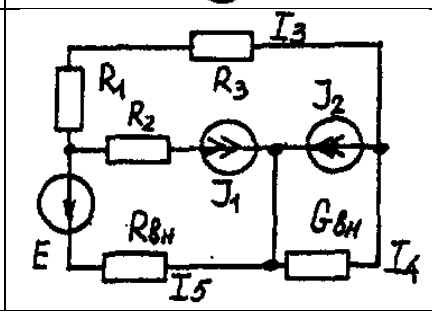
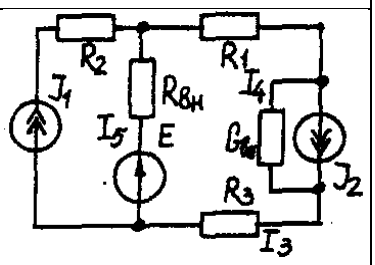
Выполнение контрольных заданий.

При выполнении контрольных задний необходимо выполнить следующие требования:

1. Контрольные задания выполняют по данному методическому указанию.
2. Варианты задач в контрольных заданиях определяют по двум последним цифрам номера студенческого билета. Если две последние цифры превышают число 24 (общее количество вариантов), то номер варианта определяется по остатку от целочисленного деления этих цифр на число 24. • Например, двум последним цифрам 49-го номера студенческого билета соответствует первый вариант контрольного задания.
3. Контрольные задания выполняют в отдельной тетради, на обложке которой приводят сведения по следующей форме: фамилия, имя, отчество, номер студенческого билета, номер контрольного задания.
4. Графическую часть (схемы, графики) в контрольных заданиях выполняют карандашом, в масштабе, с указанием последнего.
5. Решение каждой задачи контрольного задания следует начинать с новой страницы.
6. Электрические схемы вычерчивают согласно стандарту.
7. Условие задачи выписывают полностью без сокращений.
8. Решения задач сопровождают краткими пояснениями.
9. Контрольные задания представляются для проверки до начала соответствующей лабораторно-экзаменационной сессии.
10. Если контрольное задание не зачтено, студент обязан, исправив ошибки указанные преподавателем, представить задание на повторную рецензию.
11. Студенты, не сдавшие на проверку соответствующих решенных контрольных заданий, к сдаче экзамена не допускаются.

Задача 1. РАСЧЕТ ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА

№	Схема варианта	№	Схема варианта
1		2	
3		4	
5		6	
7		8	
9		10	
11		12	

13		14	
15		16	
17		18	
19		20	
21		22	
23		24	

Условие задачи.

Для заданной электрической схемы (табл. 1.1) с известными параметрами (табл. 1.2) определить токи в ветвях цепи следующими методами:

- составления уравнений электрического равновесия по законам Кирхгофа;
- контурных токов;

- наложения;
- узловых потенциалов;
- эквивалентного генератора.

Номер вариа-нта	Значение параметров							
	E, В	J_1, А	J_2, А	R_1, Ом	R_2, Ом	R_3, Ом	$R_{ВН}$, Ом	$G_{ВН}$, См
1	42	35	17	10	20	5	7	0,5
2	126	6	8	1	3	2	5	0,25
3	21	5	2	5	9	3	3	0,2
4	29	3	6	2	3	4	4	0,2
5	200	25	25	8	3	1	4	0,5
6	40	10	3	5	8	5	2	0,5
7	50	3	25	3	5	2	3	0,2
8	20	10	8	4	8	2	6	1
9	50	22	6	4	5	2	3	0,1
10	140	20	7	5	1	4	6	0,2
11	104	28	13	5	2	3	2	0,1
12	150	4	6	3	4	6	5	0,2
13	43	4	28	2	5	1	3	0,2
14	82	2	3	6	4	5	6	0,2
15	52	2	1	3	1	2	2	0,2
16	204	1	5	2	3	1	3	0,4
17	110	11	9	2	3	3	2	0,5
18	72	2	1	4	1	3	6	0,2
19	42	2	5	3	3	4	5	0,1
20	8	6	2	6	1	2	2	0,05
21	187	10	6	2	6	7	4	0,5
22	144	5	15	4	3	2	4	0.5
23	84	6	5	3	3	б	3	0,5
24	103	12	6	4	3	1	3	0,5

Метод составления уравнений электрического равновесия по законам Кирхгофа

Методические указания.

Этот метод основан на составлении и совместном решении системы уравнений электрического равновесия, составленных по первому и второму законам Кирхгофа. Общее число независимых уравнений (и) должно быть равно числу неизвестных токов, то есть числу ветвей электрической схемы *(p)* за исключением ветвей, содержащих источник тока.

Последовательность решения.

Выбрать условное положительное направление токов в ветвях. По первому закону Кирхгофа для схемы, содержащей *(q)* узлов, составить *(q* -1) уравнений электрического равновесия. По второму закону Кирхгофа составить [*p* - *(q* - 1)] уравнений электрического равновесия для независимых контуров. При составлении уравнений электрического равновесия следует обратить внимание на знаки. Если заданное или произвольно выбранное направление токов и э. д. с. совпадают с выбранным обходом контуров, то перед ними в уравнениях электрического равновесия ставят знак плюс, знак у падений напряжений берется в соответствии со знаком тока.

Решить полученную систему уравнений электрического равновесия относительно неизвестных токов в ветвях.

Выполнить проверку полученного решения по первому закону Кирхгофа для узлов заданной электрической схемы.

Метод контурных токов

Методические указания.

Этот метод заключается в представлении действительных токов в ветвях, являющихся общими для двух или большего числа смежных контуров, алгебраической суммой составляющих, каждая из которых является током, замыкающимся в одном из выбранных контуров. Эти составляющие называются контурными токами. При решении задачи этим методом в расчет вводят контурные токи, составляют уравнения электрического равновесия только на основании второго закона Кирхгофа. Вычислив контурные токи, определяют действительные токи в ветвях.

Последовательность решения.

Выбрать для рассматриваемой схемы независимые контуры, не содержащие источники тока *(J).*

Задавшись положительными направлениями обхода контуров, составить для выбранных независимых контуров уравнения электрического равновесия по второму закону Кирхгофа, принимая направления контурных токов, совпадающими с выбранным обходом контуров. В уравнениях электрического равновесия учитывать и падения напряжений, обусловленные источниками тока (J) на соответствующих сопротивлениях рассматриваемого контура. Определить контурные токи.

Вычислить действительные токи ветвей как алгебраические суммы токов как контурных, так и источников тока, протекающих через рассматриваемую ветвь.

Метод наложения

Методические указания.

Этот метод основан на том, что действительный ток в рассматриваемой ветви равен алгебраической сумме составляющих токов в этой ветви, вызванных каждой из э. д. с. и источника тока в отдельности при исключении действия остальных источников э. д. с. и тока.

Последовательность решения.

Составить (нарисовать) электрические цепи с одним источником э. д. с. или тока, при этом зажимы остальных источников тока размыкать, а источники э. д. с. замыкать накоротко.

Задаться положительными направлениями токов в ветвях.

Определить составляющие - токов в ветвях, вызванных рассматриваемым источником.

Определить действительные токи ветвей как алгебраическую сумму составляющих.

Метод узловых потенциалов

Методические указания.

Этот метод заключается в определении потенциалов узлов, на основании чего вычисляются токи в ветвях по закону Ома. Потенциалы узлов определяются на основании системы уравнений электрического равновесия (1.1), составленных по первому закону Кирхгофа. При этом токи в уравнениях электрического равновесия выражают через потенциалы согласно закону Ома для участка цепи. Потенциал одного из узлов принимается равным нулю.

$$\left.\begin{array}{l} \varphi_1 G_{11} - \varphi_1 G_{12} - \varphi_3 G_{13} = I_{11} \\ -\varphi_1 G_{21} - \varphi_1 G_{22} - \varphi_3 G_{23} = I_{22} \\ -\varphi_1 G_{31} - \varphi_1 G_{32} - \varphi_3 G_{33} = I_{33} \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{array}\right\} \quad (1.1)$$

Где $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$, - потенциалы узлов; $G_{11}, G_{22}, G_{33}, \ldots$ - собственная (узловая) проводимость, равная сумме проводимостей всех ветвей, сходящихся в этом узле, без учета проводимостей ветвей с источниками тока; $G_{11}, G_{12}, G_{13}, G_{21}, G_{23}, G_{32}, \ldots$ - взаимная проводимость, равная сумме проводимостей ветвей между двумя узлами, без учета проводимостей ветвей с источниками тока; $I_{11}, I_{22}, I_{33}, \ldots$ - узловой ток, равный алгебраической сумме токов (J) источников тока и произведений *(G-E)* (э. д. с. ветвей, сходящихся в рассматриваемом узле, на их проводимости); эти величины входят в выражения узловых токов со знаком плюс, если токи *(J)* и э. д. с. (Е) направлены к рассматриваемому узлу.

Последовательность решения.

Пронумеровать узлы. Потенциал одного из узлов принять равным нулю.

Составить систему *(q* - 1) уравнений электрического равновесия (1.1) Вычислить собственные и взаимные проводимости, узловые токи и подставить в систему уравнений электрического равновесия (1.1).

Определить потенциалы узлов, решив систему уравнений электрического равновесия (1.1). Определить токи ветвей по закону Ома.

Ток ветви равняется разности потенциалов двух узлов, деленной на сопротивление ветви,

$$I_{\text{ветви}} = [\,(\varphi_{\text{к}} - \varphi_{(\text{к}-1)})\,] / \sum R_{\text{ветви}} \quad (1.2)$$

Метод эквивалентного генератора

Методические указания.

Этот метод основан на применении теоремы об активном двухполюснике. Согласно теоремы любой активный двухполюсник, содержащий один или несколько источников энергии, можно заменить эквивалентным генератором, э. д. с. которого равна напряжению холостого хода на зажимах выделенной ветви, а внутреннее сопротивление равно входному сопротивлению двухполюсника (рис. 1.1).

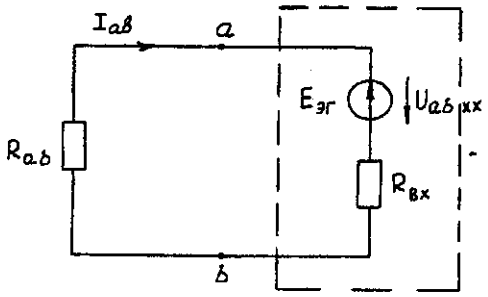


Рис. 1.1. К методу эквивалентного генератора

При определении тока, например, в ветви *ab* любой электрической схемы, эту схему представляют в виде двух частей: рассматриваемой ветви *ab* и остальной части схемы - эквивалентного генератора *($E_{эг}$).* Ток в ветви *ab* определяют по формуле:

$$I_{ab} = U_{ab\,xx} / (R_{ab} + R_{вх}) \quad (1.3)$$

где *Uab xx* - напряжение холостого хода активного двухполюсника (эквивалентного генератора) относительно зажимов рассматриваемой ветви; $R_{вх}$ - входное сопротивление пассивного двухполюсника относительно зажимов *ab;* R_{ab} - сопротивление рассматриваемой ветви *ab.*

Последовательность решения.

Определить напряжение U_{abxx} с помощью одного из известных методов расчета электрических цепей, согласно исходной схеме без рассматриваемой ветви *ab.*

Вычислить входное сопротивление $R_{вх}$ пассивного двухполюсника, т. е. сопротивление исходной электрической цепи относительно точек *ab* без ветви *ab,* при замкнутых источниках токов э. д. с. и разомкнутых источников токов.

Вычислить ток в рассматриваемой ветви *ab* (см. рис. 1.1) по формуле (1.3).

Пример решения задачи

Для заданной электрической цепи (рис. 1.2) с параметрами: E=65,5 В; J_1=3,5 А; J_2 = 8 А; R_1 = 9 Ом; R_2 = 7 Ом; R_3 = 5 Ом; $R_{вн}$ = 3 Ом; $G_{вн}$ = 0,5 См, определить токи в ветвях.

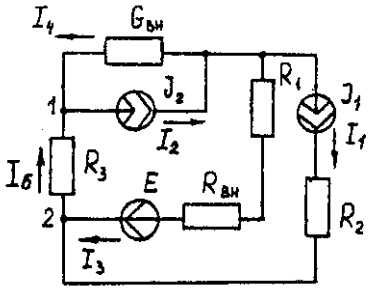


Рис. 1.2. Схема заданной электрической цепи

Метод составления уравнений электрического равновесия по законам Кирхгофа

В рассматриваемой электрической цепи неизвестными являются три тока *(I_3, I_4, I_5),* для определения этих токов необходимо иметь систему из трех уравнений электрического равновесия, которые составляем по законам Кирхгофа: два уравнения электрического равновесия по первому закону Кирхгофа, предварительно задавшись положительными направлениями токов в ветвях (для узлов 1 и 2); третье уравнение электрического равновесия по второму закону Кирхгофа. Принимаем контур *(R_3 – $G_{вн}$ – R_1 – $R_{вн}$ - E),* минуя ветви с источниками тока, и задаемся положительным направлением его обхода (см. рис. 1.2.)

$$\left.\begin{array}{l} I_4 - J_2 + I_5 = 0; \\ I_3 + J_1 - I_5 = 0; \\ I_5 R_3 - I_4 1/G_{вн} + I_3(R_1 + R_{вн}) = E. \end{array}\right\} \quad (1.4)$$

$$\left.\begin{array}{l} I_4 - 8 + I_5 = 0; \\ I_3 + 3{,}5 - I_5 = 0; \\ I_5\, 5 - I_4 * 1/0{,}5 + I_3(9 + 3) = 65{,}5. \end{array}\right\} \quad (1.5)$$

В результате решения системы уравнений (1.5) получим: I_3 = 3 А; I_4 = 1,5 А; I_5 = 6,5 А.

Метод контурных токов

Для определения трех неизвестных токов выбираем три независимых контура (рис 1.3) и задаемся положительными направлениями их обхода, совмещая положительные направления контурных токов I_{11}, I_{22}, I_{33} с направлениями их обхода I_{11}= J_1= 3,5 А ; I_{22} = J_2 = 8 А.

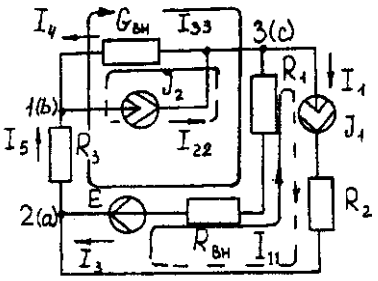


Рис. 1.3. Схема электрической цепи для метода контурных токов

Таким образом, неизвестным является лишь контурный ток I_{33}. Для третьего контура (R_3 - $G_{ВН}$ – R_3 – $R_{вн}$- E) составляем уравнение электрического равновесия по второму закону Кирхгофа и определяем контурный ток I_{33}

$$-I_{11}(R_1+R_{вн})-I_{22}*1/G_{вн}+I_{33}(R_1+R_{вн}+R_3+1/G_{вн})= E; \quad (1.6)$$

$$-3{,}5(9 + 3) - 8 * 1/0{,}5 + I_{33}\,(9 + 3 + 5 + 1/0{,}5) = 65{,}5;$$

отсюда I_{33} = 6,5 А.

Действительные токи в ветвях:

I_3=I_{33}-I_{11}=6,5-3,5 = 3А;

$I_4 = I_{22}-I_{33}$ = 8-6,5 = l,5A,

$I_5 = I_{33}$=6,5A.

Метод узловых потенциалов

Заземляем один из узлов (например 3, рис. 1.4), потенциал этого узла (φ_3) теперь равен нулю. Для определения потенциалов двух других узлов составляем систему из двух уравнений электрического равновесия по первому закону Кирхгофа:

$$\left.\begin{aligned}\varphi_1 G_{11} - \varphi_2 G_{12} &= I_{11}\\ -\varphi_1 G_{21} - \varphi_2 G_{22} &= I_{22}\end{aligned}\right\} \quad (1.7)$$

$G_{11} = G_{вн}$+ 1/R_3= 0,5 + 1/5 = 0,7 См ; G_{12} = G_{21} = 1/R_3 = 1/5 = 0,2 См ; G_{22} = 1/R_3 + l/(R_1 + $R_{вн}$) = 1/5 + 1/(9 + 3) = 0,28 См.

I_{11} = -J_2 = - 8 А; I_{22} = J_1 + E/(R_1 + $R_{вн}$) = 3,5 + 65/(9 + 3) -=9 А.

$$\left.\begin{aligned}0{,}7\varphi_1 - 0{,}2\varphi_2 &= -8;\\ -0{,}2\varphi_1 - 0{,}28\varphi_2 &= 9,\end{aligned}\right\}$$

откуда φ_1= -3 В ; φ_2 = 29,5 В.

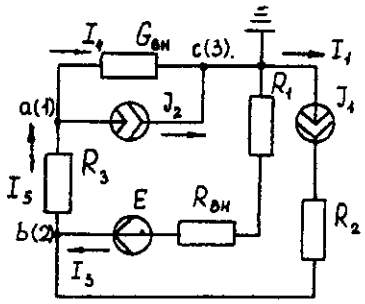


Рис. 1.4. Схема электрической цепи для метода узловых потенциалов

Токи в ветвях:

I_3 = [(φ_3 - φ_2) + E] * 1/ (R_1 + $R_{вн}$) = [(0 - 29,5) + 65,5] * 1/(9 + 3) - 3 А;

I_4 = (φ_3 - φ_1)-$G_{ВН}$ = (0 + 3)*0,5 = 1,5 А;

I_5 = (φ_1- φ_2) • 1/R_3 = (-3 - 29,5)*1/5 = -6,5 А.

Знак "-" у тока I_5 указывает на то, что действительное направление тока противоположно выбранному.

Метод наложения

Определяем составляющие токов в ветвях (I_3', I_4', I_5'), вызванные источником э. д. с. (Е) при исключении источников тока (J_1) и *(J_2)* (рис. 1.5, а). Направление токов в цепи определяется согласно направлению источника э. д. с. (Е)

I_3'= I_4' = I_5'= E/(R_1 + $R_{вн}$ + R_3 + 1/$G_{ВН}$) = 65,5/(9 + 3 + 5 + 1/0,5) = 3,45 А.

Определяем составляющие токов в ветвях (I_3", I_4", I_5"), вызванные источником тока *(J_1)* (рис. 1.5, *б*) при исключении источника тока *(J_2)* и источника, э. д. с. *(Е)* которого закорачивается. Направление токов в ветвях определяется согласно направлению (J_1).

$I_3 = J_1(R_3 + 1/G_{ВН})/(R_1 + R_{вн} + R_3 + 1/G_{ВН}) = 3{,}5(5 + 2)/(9 + 3 + 5 + 2) = 1{,}3$ *А;*

I_4" = I_5" = J_1 – I_3" = 3,5 -1,3 = 2,2 А.

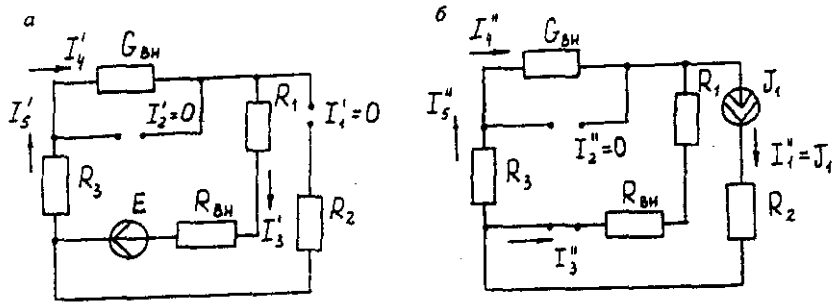


Рис. 1.5. Схема электрической цепи для метода наложения при исключении источника тока (а) и вызванные источником тока *(б)*

Определяем составляющие токов в ветвях (I_3''', I_4''', I_5'''), вызванные источником тока (J_2) (рис. 1.6, а) при исключении источника тока (J_1) и источника, э. д. с. (Е) которого закорачивается. Направление токов в ветвях определяется согласно направлению (J_2).

$I_3''' = I_5''' = J_2 (1/G_{вн})/(R_1 + R_{вн} + R_3 + 1/G_{вн}) = 8*2/(9 + 3 + 5 + 2) = 0{,}85$ А;

$I_4''' = J_2 - I_3''' = 8 - 0{,}85 = 7{,}15$ А

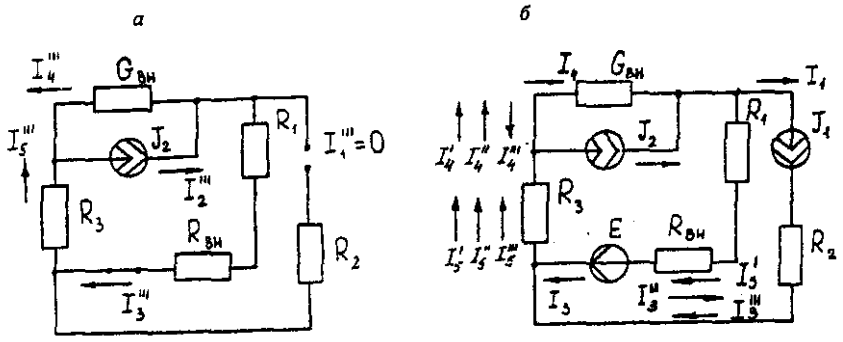


Рис. 1.6. Схема электрической цепи для определения составляющих токов в ветвях, вызванных источником тока (а) и при исключении (б)

Действительные токи в ветвях определяем как алгебраическую сумму составляющих, вызванных каждым из источников энергии (см. рис. 1.6, б):

$I_3 = I_3' - I_3'' + I_3''' = 3$А; $I_4 = -I_4' - I_4'' + I_4''' = 1{,}5$ А;

$I_5 = I_5' + I_5'' + I_5''' = 6{,}5$ А

Проверку решений выполняем, применяя первый закон Кирхгофа для трех узлов.

Метод эквивалентного генератора

Определить ток ветви *ab*.

Определяем напряжение $U_{ab\,xx}$. При размыкании ветви *ab* исходная схема (см. рис. 1.2) преобразуется в схему, изображенную на рис. *1.7, а.*

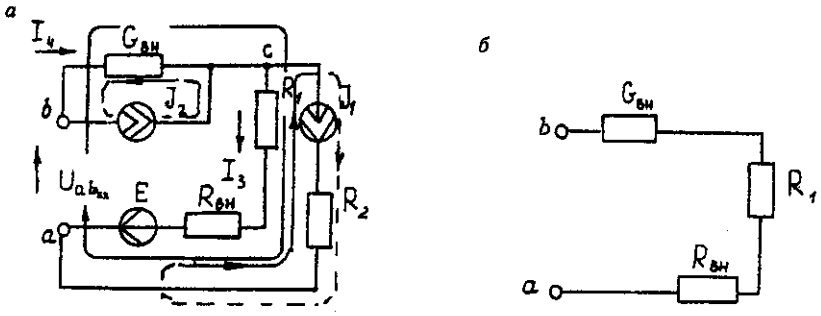


Рис. 1.7. Схема электрической цепи для метода эквивалентного генератора: *а* - исходная; *б* – преобразованная

По второму закону Кирхгофа составляем уравнение электрического равновесия для контура *a-b-c-a,* не содержащего источников тока, обходя контур по часовой стрелке,

$$U_{ab\,xx} - J_2 * 1/G_{вн} - J_1 * (R_{вн} - R_1) = E \quad (1.8)$$

$U_{ab\,xx} = 8 - 1/0{,}5 - 3{,}5 * (9 + 3) = 65{,}5$; $U_{ab\,xx} = 123{,}5$ В.

Определяем входное сопротивление относительно зажимов выделенной ветви $U_{ab\,xx}$, при этом зажимы источника э. д. с. закорачиваем, а зажимы источников тока размыкаем. В результате получается электрическая цепь (рис. 1.7,6)

$U_{ab\,xx} = 1/G_{вн} + R_1 + R_{вн} = 17$ Ом;

$I_{ab} = U_{ab\,xx}(R_{вх\,ab} + R_3) = 123{,}5/(14 + 5) = 6{,}5$ А.

Задача 2. РАСЧЕТ ОДНОФАЗНЫХ ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ СИНУСОИДАЛЬНОГО ТОКА

2.1. Последовательное соединение в цепи синусоидального тока.

На рис.2.1 представлена неразветвленная электрическая цепь.

Исходные данные к задаче 2.1 приведены в табл. 2.1,

Необходимо:

1. Составить комплексное уравнение сопротивлений, построить диаграмму сопротивлений.

2. Составить комплексное уравнение напряжений, построить векторную диаграмму напряжений. Записать полное напряжение цепи в алгебраической и показательной формах.

3. Составить комплексное уравнение мощности, построить диаграмму мощности. Рассчитать: P, Q, S, cosφ.

4. Записать уравнение для напряжения и тока всей цели в функции времени. На одном рисунке построить графики напряжения и тока $i = \int(\omega t), u = \int(\omega t), f = 50 Гц, \psi_1 = 0$

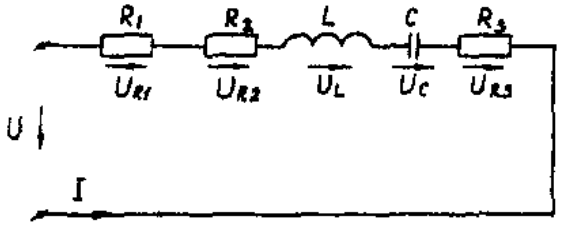


Рис. 2.1. Неразветвленная электрическая цепь

Методические указания

Рекомендуемая последовательность решения и расчетные формулы:

Вычисляют индуктивное и емкостное сопротивления в цепи, Ом

$$X_L = \omega \cdot L$$
$$X_C = 1/\omega \cdot c \quad (2.1)$$

где ω — угловая частота переменного тока, ω = 314 $с^{-1}$. (При вычислении X_C размерность емкости С — Ф, 1Ф = 10^6 мкФ).

Вычисляют полное сопротивление цели в комплексной форме, Ом

$$\underline{Z} = R_1 + R_2 + jX_L - jX_C + R_3 \quad (2.2)$$

Вычисляют действующее значение тока в цепи по закону Ома, А

$$I = \frac{U_{R1}}{R_1} \quad \left(или \frac{U_{R3}}{R_3} \right) \quad (2.3)$$

Записывают комплекс тока в цепи при начальной фазе ψ_i=0 как İ = I, А.

Исходные данные к задаче

Таблица 2.1

Вари-ант	R_1, Ом	R_2, Ом	L, Гн	C, мкФ	R_3, Ом	U_{R1}, В	U_{R3}, В
1	8	10	0,478	636	10	80	-
2	8	15	0,0318	159	10	80	-
3	10	20	0,0636	318	12	100	-
4	10	25	0,0478	127	12	100	-

5	12	10	0,0318	159	6	120	-
6	12	15	0,0636	636	6	-	60
7	6	25	0,0478	106	8	-	80
8	6	10	0,0636	212	8	-	80
9	8	15	0,0636	79,6	10	-	100
10	8	20	0,0478	318	10	-	100
11	10	20	0,096	79,6	12	100	-
12	10	10	0,636	318	12	100	-
13	12	15	0,636	127	6	120	-
14	6	20	0,096	159	6	120	-
15	6	25	0,0478	159	8	60	-
16	8	10	0,0318	636	8	-	80
17	8	15	0,0636	106	10	-	100
18	10	20	0,0318	636	10	-	100
19	10	25	0,0478	79,6	12	-	120
20	12	10	0,096	212	12	-	120
21	8	10	0,096	212	6	80	-
22	8	15	0,048	636	6	80	-
23	10	20	0,0636	159	8	100	-
24	10	25	0,0478	318	8	100	-

Вычисляют напряжения на отдельных элементах цепи и всей цепи в комплексной форме, В

$$\dot{U} = \underline{Z}\dot{I} = R_1\dot{I} + R_2\dot{I} + jX_L\dot{I} - jX_C\dot{I} + R_3\dot{I} = \\ = U_{R1} + U_{R2} + jU_L - jU_C + U_{R3} \quad (2.4)$$

Вычисляют полную мощность цепи и мощность на элементах цепи в комплексной форме

$$S = \dot{U}\cdot\dot{I} = \underline{Z}I^2 = R_1I^2 + R_2I^2 + jX_LI^2 - jX_CI^2 + \\ + R_3I^2 = P_1 + P_2 + jQ_L - jQ_C + P_3 \quad (2.5)$$

Строят (раздельно) векторную топографическую диаграмму напряжений, диаграмму сопротивлений и мощностей на комплексной плоскости в соответствии с данными вычислений по формулам (2.4), (2.2), (2.5).

Комплексной плоскостью называется плоскость, проходящая через две взаимно-перпендикулярные оси, ось вещественных и ось мнимых чисел.

При построении диаграммы (например, напряжений) первоначально откладывают в масштабе (m_1) комплекс тока $\dot{I} = I(\psi_1)$ в положительном направлении оси вещественных чисел, затем откладывают в масштабе (m_u) напряжения U_{R1}, U_{R2}, $+jU_L$, U_{R3}, $-jU_C$. Замыкающий вектор U является вектором напряжения, приложенного к цепи. Он опережает по фазе ток при $X_L > X_C$ ($\varphi>0$) и отстает по фазе от тока при $X_L < X_C$ ($\varphi<0$).

На рис.2.1,а, рис.2.1,в, рис.2.1,с построены, соответственно диаграмма сопротивлений, векторная топографическая диаграмма напряжений и диаграмма мощностей для произвольно принятый значений сопротивлений цепи.

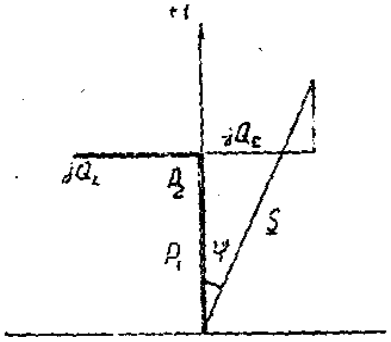


Рис. 2.1,с

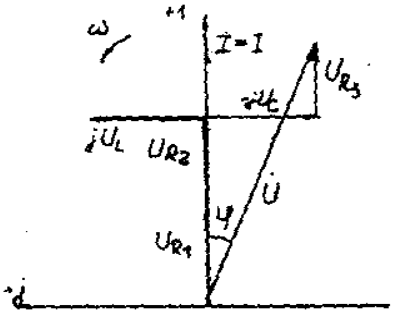


Рис. 2.1,в

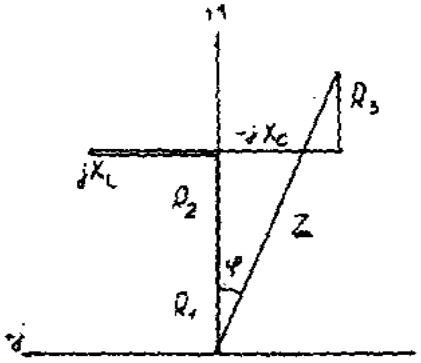


Рис. 2.1,а

2.2. Параллельное соединение в цепи синусоидального тока

На рис. 2.2 представлена разветвленная электрическая цепь.

Исходные данные к задаче 2.2 приведены в табл. 2.2.

Необходимо:

1. Составить комплексное уравнение проводимостей. Построить диаграмму проводимостей.

2. Составить комплексное уравнение токов, построить векторную лиаграмму токов. Записать ток на входе цепи а алгебраической и показательной формах.

3. Составить комплексное уравнение мощности, построить диаграмму мощности. Рассчитать: P, Q, S, cosφ.

4. Записать уравнение для напряжения и тока всей цели в функции времени. На одном рисунке построить графики напряжения и тока $i = \int(\omega t), u = \int(\omega t),\ f = 50 Гц, \psi_1 = 0$

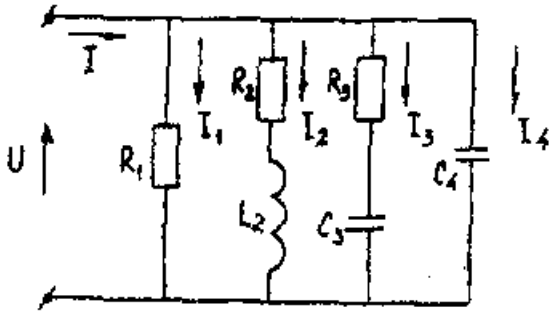


Рис. 2.2. Разветвленная электрическая цепь

Методические указания

Рекомендуемая последовательность решения и расчетные формулы:

Вычисляют комплексы проводимостей параллельных ветвей

$$\underline{Y}_1 = 1/\underline{Z}_1 = 1/R_1 = g_1$$
$$\underline{Y}_2 = 1/\underline{Z}_2 = 1/(R_2 + jX_{L2}) = R_2/Z_2^2 - jX_{L2}/Z_2^2 = g_2 - jb_{L2} \quad (2.6)$$
$$\underline{Y}_3 = 1/\underline{Z}_3 = 1/(R_3 - jX_{C3}) = R_3/Z_3^2 - jX_{C3}/Z_3^2 = g_3 - jb_{C3}$$
$$\underline{Y}_4 = 1/\underline{Z}_4 = 1/(-jX_{C4}) = jb_{C4}$$

где g_1, g_2, g_3, b_{L2}, b_{C3}, b_{C4} — активная, активная, индуктивная, активная, емкостная, емкостная проводимости ветвей рассматриваемой цепи, См.

Вычисляют полную проводимость цепи в комплексной форме

$$\underline{Y} = g_1 + (g_2 - jb_{L2}) + (g_3 + jb_{C3}) + jb_{C4} \quad (2.7)$$

Записывают комплекс напряжения, приложенного к цепи при начальной фазе $\psi_u = 0$ как $\dot{U} = U$

Вычисляют полный ток цепи в комплексной форме (по первому закону Кирхгофа), А

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 = U\underline{Y} = U\begin{bmatrix} g_1 + (g_2 - jb_{L2}) + \\ + (g_3 + jb_{C3}) + jb_{C4} \end{bmatrix} = \quad (2.8)$$
$$= I_{a1} + (I_{a2} - jI_{L2}) + (I_{a3} + jI_{C3}) + jI_{C4}$$

Исходные данные к задаче

Таблица 2.2

Вари-ант	R_1, Ом	R_2, Ом	L, Гн	C, мкФ	R_3, Ом	U_{R1}, В	U_{R3}, В
1	5	3	4	16	12	25	100
2	10	8	6	16	12	20	100
3	16,7	6	8	12	16	16,7	100
4	20	16	12	4	3	10	100
5	25	12	16	3	4	25	100
6	5	12	16	4	3	20	100
7	10	16	12	3	4	16,7	100
8	16,7	6	8	16	12	10	100
9	20	8	6	6	8	5	100
10	25	3	4	6	8	5	100
11	5	4	3	16	12	10	100
12	10	4	3	12	16	16,7	100
13	16,7	3	4	8	6	20	100
14	20	8	6	4	3	25	100
15	25	6	8	12	16	25	100
16	5	16	12	8	6	20	100
17	10	16	12	6	8	16,7	100
18	16,7	12	16	3	4	10	100
19	20	12	16	6	8	10	100
20	25	6	8	3	4	5	100
21	10	6	8	12	16	10	100
22	16,7	16	12	16	3	5	100
23	20	12	6	4	8	15	100
24	25	8	6	3	4	20	100

Вычисляют полную мощность цели в комплексной форме

$$S = \dot{U} \cdot \dot{I} = U\left[I_{a1} + \left(I_{a2} + jI_{L2}\right) + \left(I_{a3} - jI_{C3}\right) + jI_{C4}\right] = \quad (2.9)$$
$$= P_1 + \left(P_2 + jQ_{L2}\right) + \left(P_3 - jQ_{C3}\right) - jQ_{C4}$$

где İ - сопряженный комплекс тока. Сопряженный комплекс — это исходный комплекс у которого знак мнимой составляющей меняется на противоположный.

В соответствии с данными вычислений по формулам (2.7), (2.8), (2.9) строят на комплексных плоскостях раздельно диаграммы проводимостей, токов и мощностей.

Первоначально откладывают в масштабе (m_u) комплекс напряжений $\mathring{U} = U$ ($\psi_u=0$) в положительном направлении оси вещественных чисел, затем (например для векторной диаграммы токов), откладывают в масштабе (m_i) токи I_{a1}, I_{a2}, $-jI_{L2}$, I_{a3}, $+jI_{C4}$. Полный ток цепи (замыкающий вектор) отстает по фазе от напряжения при $b_{L2} > (b_{C3}+b_{C4})$ ($\varphi>0$) и опережает по фазе напряжение при $b_{L2} < (b_{C3}+b_{C4})$ ($\varphi<0$)

На рис.2.2,а, рис.2.2,в, рис.2.2,с построенных, соответственно, диаграмма проводимостей, векторная диаграмма токов и диаграмма мощностей для произвольно принятых значений проводимостей цепи.

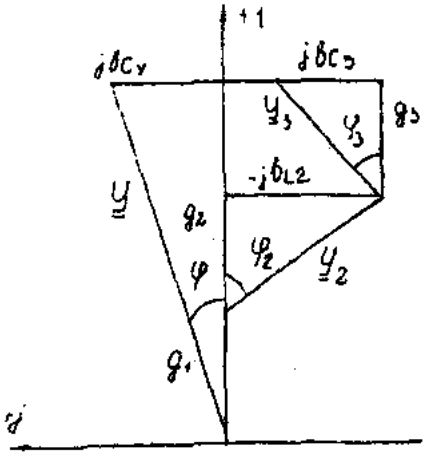


Рис. 2.2.а

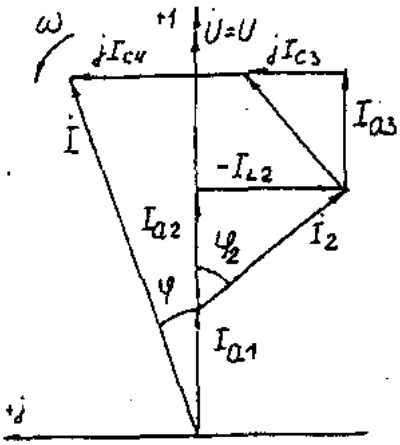


Рис. 2.2.в

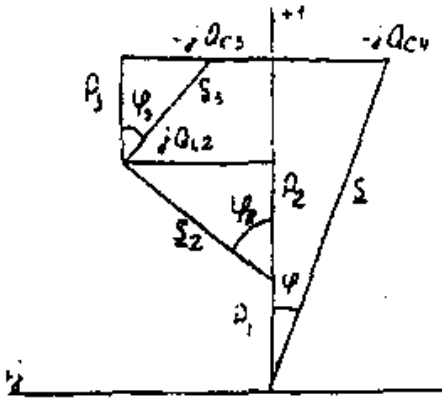


Рис. 2.2.с

2.3. Разветвленная цепь синусоидального тока

Условие задачи.

Для заданной электрической схемы (табл. 2.3) с известными параметрами (табл. 2.4) определить токи в ветвях и полный ток, напряжение на участках цепи, мощности активные, реактивные и полные отдельных ветвей и всей цепи. Построить векторную диаграмму токов и векторную топографическую диаграмму напряжений цепи.

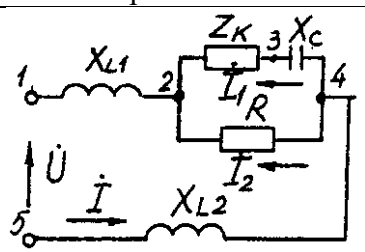
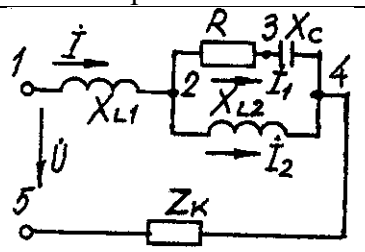
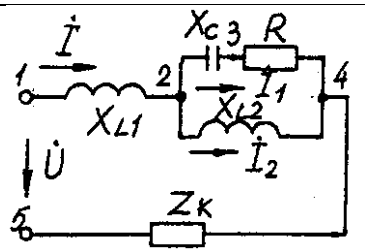
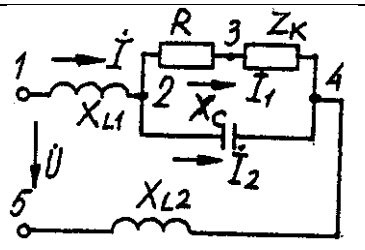
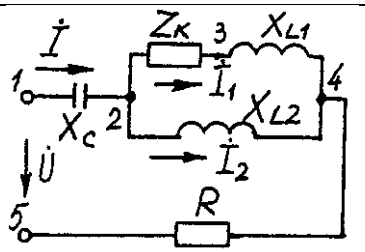
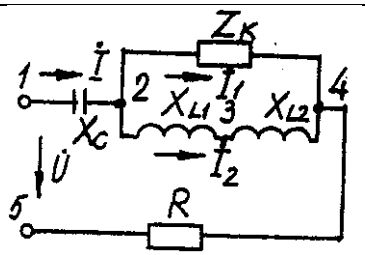
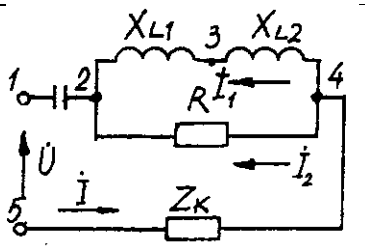
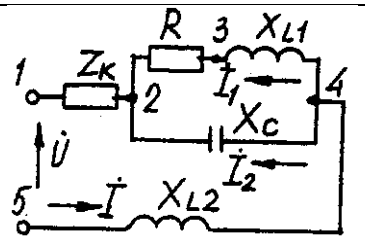
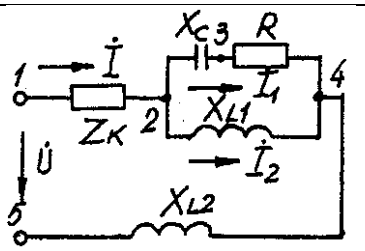
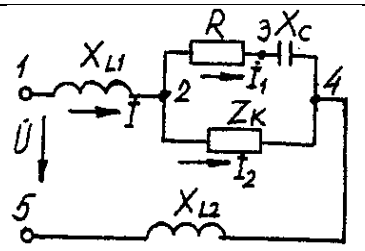
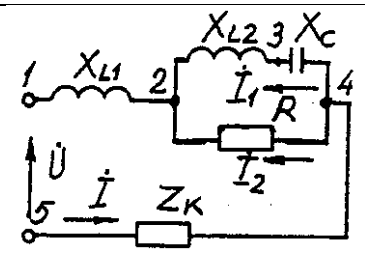
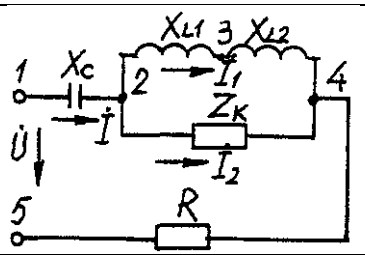
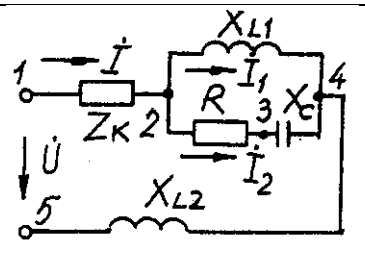
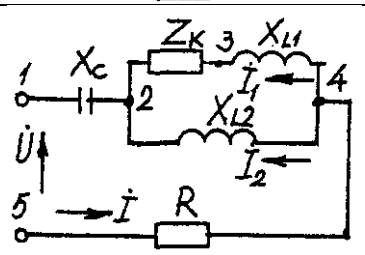
Методические указания.

Решить задачу, используя символический метод расчета для действующих значений напряжений и токов.

Вектор приложенного к цепи напряжения рекомендуется совместить с положительным направлением оси вещественных чисел, т. е. $U=U$.

Заданную задачу, можно решить, используя метод составления уравнений электрического равновесия по законам Кирхгофа, метод преобразования электрической схемы или другие известные методы.

Таблица 2.3.

№	Схема варианта	№	Схема варианта
1		13	
2		14	
3		15	
4		16	
5		17	
6		18	
7		19	

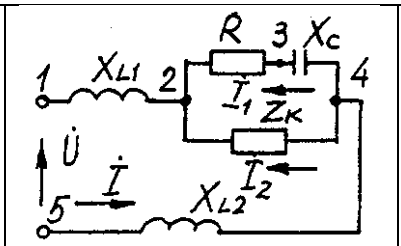
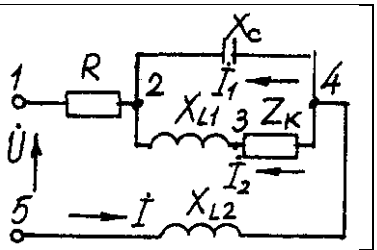
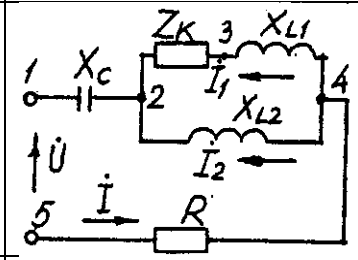
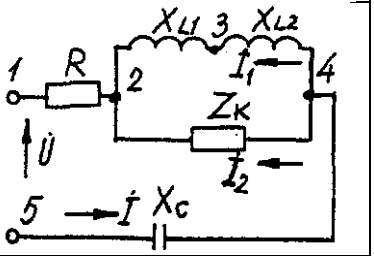
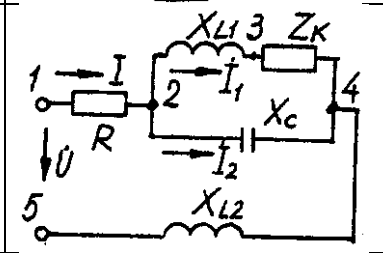
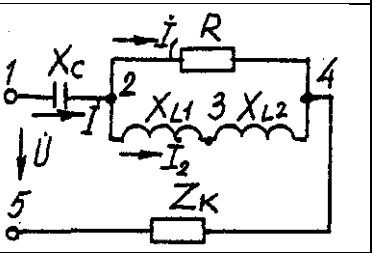
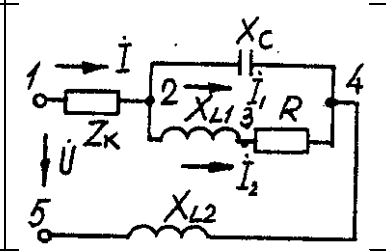
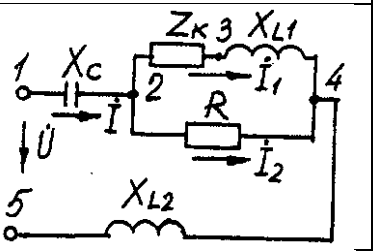
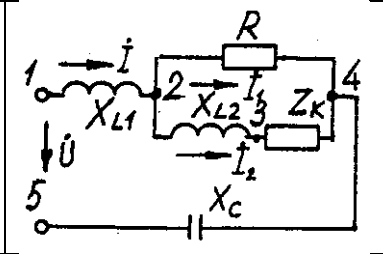
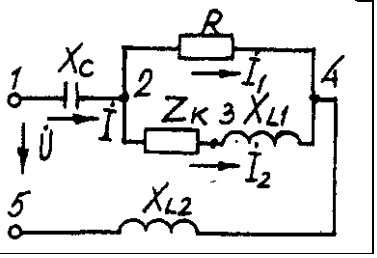
8		20	
9		21	
10		22	
11		23	
12		24	

Таблица 2.4

Номер вариа-нта	Значение параметров						
	U, В	R, Ом	X_{L1}, Ом	X_{L2}, Ом	X_C, Ом	R_K, Ом	X_{LK}, Ом
1	160	18	23	10	8	15	7
2	180	30	23	18	43	13	12
3	200	12	46	31	18	10	20
4	260	2	14	27	13	9	12
5	100	14	12	15	31	21	14
6	380	19	16	27	15	15	16
7	140	13	62	3	35	12	22
8	120	8	25	3	14	10	11
9	220	3	8	26	4	6	33
10	20	16	40	25	44	6	7
11	400	16	2	35	55	11	16
12	240	31	7	23	14	2	7
13	320	19	22	10	17	9	12
14	380	20	19	20	23	9	42
15	60	21	63	7	29	8	37
16	40	44	32	12	54	16	10
17	300	35	36	27	33	71	27
18	280	11	51	14	7	21	34
19	80	13	64	82	25	12	46
20	240	16	42	11	91	46	9
21	100	16	18	23	13	10	24
22	200	7	5	18	38	14	20
23	180	21	22	14	25	6	11
24	160	24	92	46	85	27	10

Пример решения задачи

Для заданной электрической цепи (рис. 2.3) с параметрами: U=100 В; $R_к$ =6 Ом; X_{L1}= 6 Ом; R_1 = 8 Ом; X_C=6 Ом; X_C=10 Ом; X_{L2} =11 Ом определить токи в ветвях, напряжения на участках цепи, активные, реактивные и полные мощности. Построить векторную диаграмму токов и векторную топографическую диаграмму напряжений цепи.

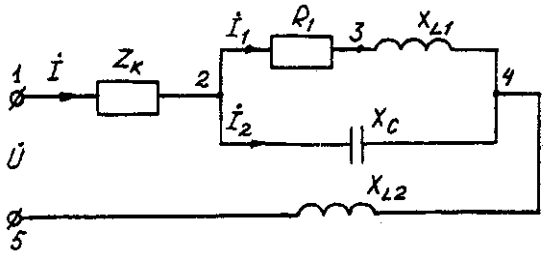


Рис. 2.3. Схема электрической цепи

Задаемся условным положительным направлением токов в ветвях. Выбираем два независимых контура (1-2-3-4-5-1, 2-3-4-2). Для определения трех неизвестных токов *(İ, $İ_1$, $İ_2$)*, составляем систему (2.1) из трех уравнений электрического равновесия по законам Кирхгофа (одно по первому и два по второму законам) в комплексной форме:

$$\left.\begin{array}{c} \dot{I} - \dot{I}_1 - \dot{I}_2 = 0 \\ \dot{I}(R_к + jX_{Lк}) + \dot{I}_1(R_1 + jX_{L1}) + \dot{I}\,jX_{L2} = \dot{U}; \\ \dot{I}_1(R_1 + jX_{L1}) - \dot{I}_2(-jX_C) = 0. \end{array}\right\} \quad (2.10)$$

$$\left.\begin{array}{c} \dot{I} - \dot{I}_1 - \dot{I}_2 = 0 \\ \dot{I}(6 + j6) + \dot{I}_1(8 + j6) + \dot{I}\,j11 = 100; \\ \dot{I}_1(8 + j6) - \dot{I}_2(-j10) = 0. \end{array}\right\} \quad (2.11)$$

Определяем токи в ветвях, решая систему уравнений(2.11), А

$İ_1=(-1-j5,5)=5,59e^{-j100°}$,

$İ_2=(5-j2,5)=5,59e^{j27°}$,

$İ=(4-j3)=5e^{-j37°}$А.

Определяем падения напряжения на отдельных участках цепи, В:

$\mathring{U}_{12}=İ*\underline{Z}_К=(4-j3)(6+j6)=(42+j6)=42,4e^{j8°}$;

$\mathring{U}_{23}=İ_1*R_1=(-1-j5,5)8=(8-j44)=42^{-j100°}$;

$\mathring{U}_{34}=İ_1*jX_{L1}=(-1-j5,5)j6=(33-j6)=33,54e^{-j10°}$;

$\mathring{U}_{24}=(25-j50)=55,9e^{-j63°}$;

$\mathring{U}_{45}=İ*jX_{L2}=(4-j3)j11=(33+j44)=55e^{53°}$.

Проверка решений, В:

$\mathring{U} = \mathring{U}_{12} + \mathring{U}_{23} + \mathring{U}_{34} + \mathring{U}_{45} = 100$.

Определяем мощности, ВА:

$\underline{S}_{12}= \mathring{U}_{12}\cdot Ï=42,4\ e^{j8°}\cdot 5e^{j37°}=212e^{j45°}=150+j150$;

$\underline{S}_{24} = \mathring{U}_{24}Ï_1 + \mathring{U}_{24}\cdot Ï_2=55,9e^{-j63°}\cdot 5,59e^{j100°}+55,9e^{-j63°}\cdot 5,59e^{-j27°}=313e^{j37°}+313e^{-j90°}=250+j188-j313;$

$\underline{S}_{45}= \mathring{U}_{45}\cdot Ï=55\ e^{j53°}\cdot 5e^{j37°}=275e^{j90°}=j275$;

$\underline{S} = \underline{S}_{12} + \underline{S}_{24} + \underline{S}_{45}=150+j150+250+j188-j313+j275=400+j613-j313=P+jQ_L - jQ_C.$

$\underline{S} = \mathring{U}\cdot Ï=100\ 5e^{j37°}=500e^{j37°}=(400+j300).$

где *Ï*- сопряженные комплексы токов.

Строим векторные диаграммы токов и напряжений (рис. 2.4).

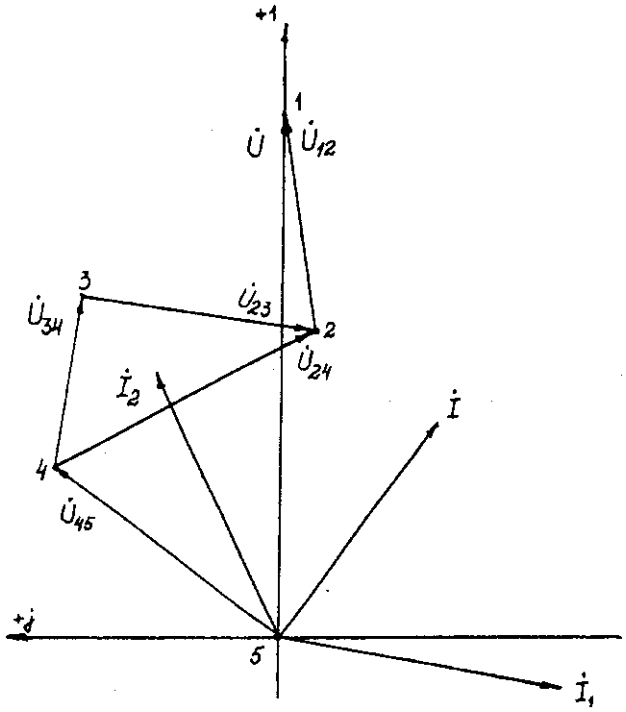


Рис. 2.4. Векторная диаграмма токов и напряжений

Задача 3. РАСЧЕТ ТРЕХФАЗНЫХ ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ

3.1. Расчет трехфазных линейных электрических цепей при соединении фаз приемника звездой

Номер вариа-нта	Значения параметров									
	U_A, В	Сопротивление фазы «a», Ом			Сопротивлени е фазы «b», Ом			Сопротивление фазы «c», Ом		
		R	X_L	X_C	R	X_L	X_C	R	X_L	X_C
1	127	10	-	-	-	-	127	3	4	-
2	127	3	-	4	10	-	-	-	12,7	-
3	127	-	-	10	4	3	-	12,7	-	-
4	127	3	4	-	-	-	10	12,7	-	-
5	220	20	-	-	6	8	-	12	-	16
6	220	-	-	22	20	-	-	16	12	-
7	220	20	-	-	6	8	.	8	-	6
8	220	20	-	-	16	-	12	12	16	-
9	380	50	-	-	-	-	30	-	-	190
10	380	-	-	50	16	12	-	-	-	38
11	380	12	16	-	38	-	-	16	12	-
12	380	38	-	-	15	-	20	20	20	-
13	127	-	-	12,7	10	-	-	4	3	.
14	127	12,7	-	-	4	3	-	б	-	8
15	127	3	4	-	-	-	10	-	-	12,7
16	127	8	6	-	3	-	4	12,7	-	-
17	220	20	-	-	-	-	22	8	б	-
18	220	6	-	8	22	-	-	-	-	22
19	220	16	12	-	-	-	20	22	-	-
20	220	-	-	22	-	-	22	22	-	-
21	380	38	-	-	-	-	38	-	38	-
22	380	-	10	-	16	12	-	38	-	-
23	380	20	-	-	-	-	20	-	20	-
24	380	38	-	-	20	15	-	15	-	20

Условие задачи.

Для заданной электрической схемы (рис. 3.1) с известными параметрами (табл. 3.1) определить токи и напряжения в четырехпроводной цепи. Вычислить активную, реактивную и полную мощности цепи. Построить в масштабе векторную диаграмму линейных и фазных напряжений и токов генератора и приемника.

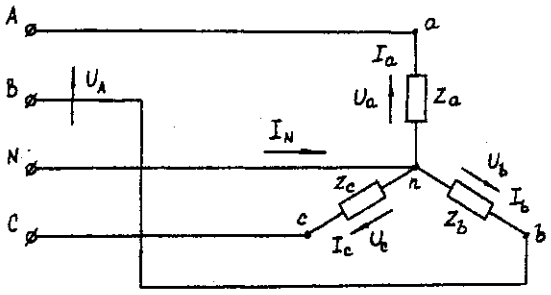


Рис. 3.1. Соединение фаз приемника звездой

Определить фазные напряжения и токи после обрыва нейтрального провода. Построить векторную диаграмму линейных и фазных напряжений и токов генератора и приемника.

Методические указания.

Задачу решить, используя символический метод расчета.

Для четырехпроводной звезды напряжения фаз генератора (источника) и приемника принять равными (т. е. пренебречь потерями в соединительных проводах).

Вектор напряжения фазы "А" генератора рекомендуется совместить с положительным направлением оси вещественных чисел *($\mathring{U}_A = U$).*

Трехфазную систему фазных и линейных напряжений генератора принять симметричной (т. е. напряжения равны по модулю и сдвинуты друг относительно друга на 120°).

Пример решения задачи

Трехфазная нагрузка включена четырехпроводной звездой. Фазное напряжение генератора $\mathring{U}_A$ = 220 В; $\underline{Z}_a$= 22 Ом; $\underline{Z}_b$ = (16 +j12) =$20e^{j37^\circ}$ Ом; $\underline{Z}_c=(12-j16)=20e^{-j53^\circ}$ *Ом.*

Определить токи в фазах и нейтральном проводе, мощность цепи. Построить векторную диаграмму напряжений и токов. Решение произвести для двух режимов:

а) нейтральный провод исправен; б) нейтральный провод оборван.

а). Нейтральный провод исправен.

$\mathring{U}_a = \mathring{U}_A$=220В;

$\mathring{U}_b = \mathring{U}_B = 220e^{-j120^\circ} = (-110-j190)$ *В;*

$\mathring{U}_c = \mathring{U}_C = 220e^{j120}(-110+j190)$ *В.*

$\dot{I}_a = \mathring{U}_a/\underline{Z}_a = 220/22 = 10$ *А;*

$\dot{I}_b = \mathring{U}_b/\underline{Z}_b = 220e^{-j120^\circ}/20e^{j37^\circ} = 11e^{-j157^\circ} = (-10,13-j4,3)$ *А;*

$\dot{I}_c = \mathring{U}_c/\underline{Z}_c = 220e^{j120^\circ}/20e^{-53^\circ} = 11e^{j173^\circ} = (-10,92+j1,34)$ *А.*

$\dot{I}_N = \dot{I}_a + \dot{I}_b + \dot{I}_c = 10+(-10,13-j4,3)+(-10,92+j1,34) = (-11,05-j2,96) = 11,44e^{-j165^\circ}$ *А.* (3.1)

$\underline{S}^{(3)} = \underline{S}_a + \underline{S}_b + \underline{S}_c = \mathring{U}_a\dot{I}_a + \mathring{U}_b\dot{I}_b + \mathring{U}_c\dot{I}_c = 220*10+220e^{-120^\circ}11e^{j157^\circ}+220e^{j120^\circ}11e^{j173^\circ} = 2200+2420e^{j37^\circ}+2420e^{-j53^\circ} = 2200+(1933+j1456)+(1456-j1933) = (5589-j477) = 5610e^{-j5^\circ}$ *ВА.*

Векторная диаграмма напряжений и токов представлена на рис. 3.2.

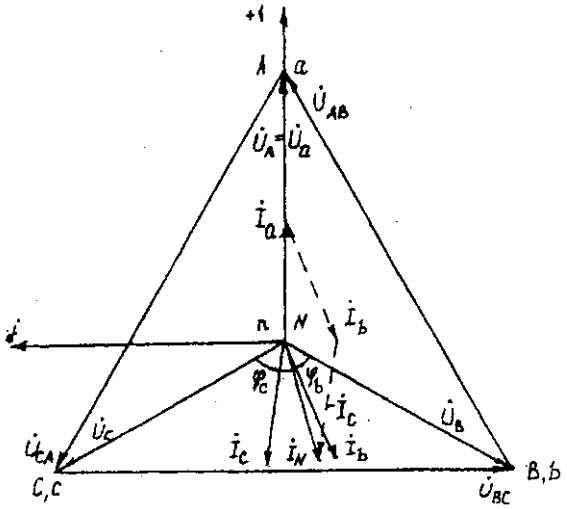


Рис. 3.2. Векторная диаграмма напряжений и токов

б). Нейтральный провод оборван.

Четырехпроводная звезда преобразуется в трехпроводную звезду, поэтому между нейтральными точками генератора и несимметричной нагрузки появляется напряжение смещения U_{nN}, вычисляемое по формуле:

$U_{nN}=(U_A\underline{Y}_a+ U_B\underline{Y}_b + U_C\underline{Y}_c)/(\underline{Y}_a+ \underline{Y}_b + \underline{Y}_c)$. (3.2)

Проводимости фаз нагрузки, См

$\underline{Y}_a$ =1/Z_a= 1/22 =0,045;

$\underline{Y}_b = 1/ Z_b = 1/ 20e^{j37^\circ} = 0,05e^{-j37^\circ}=(0,04 –j0,03)$;

$\underline{Y}_c = 1/ Z_c = 1/20e^{-j53^\circ} = 0,05e^{j53^\circ} = (0,03 +j0,04)$.

Вычисления упрощаются, если в числителе формулы (3.2) использовать значение I_N из предыдущего расчета при исправном нейтральном проводе

$\mathring{U}_{nN}$ = (-11,05 -j2,96) / [0,045 + (0,04 -j0,03) + (0,03 +j0,04)] = 11,44e^{-j165°/0,1154e^{j5°=99e^{-j170° = (-97,5 -j17,2) В.

Вычисляем напряжения фаз нагрузки, В

$\mathring{U}_a = \mathring{U}_A - \mathring{U}_{nN}= 220-(-97,5 -j17,2) = (317,5 +j17,2)=318\ e^{j3^\circ}$;

$\mathring{U}_b = \mathring{U}_B - \mathring{U}_{nN}=(-110 -j190)-(-97,5 -j17,2)=(-12,5 -j172,8)=173,3e^{-j94^\circ}$;

$\mathring{U}_c=\mathring{U}_C - \mathring{U}_{nN}= (-110+j190) - (-97,5 -j17,2)=(-12,5+j207,2)=207,4e^{j94^\circ}$.

Векторная диаграмма напряжений генератора и нагрузки представлена на рис. 3.3.

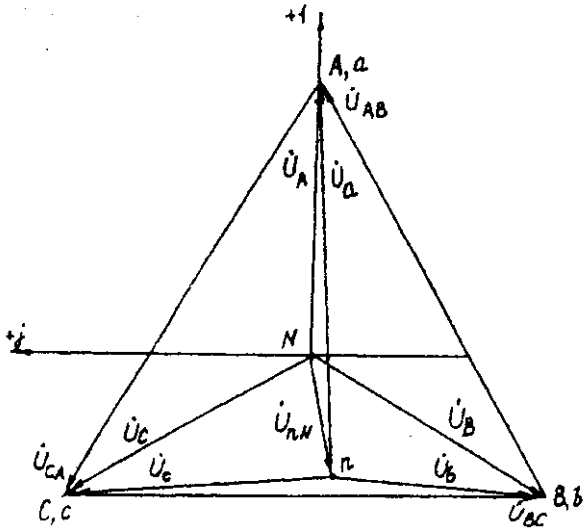


Рис. 3.3. Векторная диаграмма напряжений генератора и нагрузки

3.2. Расчет трехфазных линейных электрических цепей при соединении фаз приемника треугольником

Номер вариа-нта	Значения параметров									
	U_A, В	Сопротивление фазы «a», Ом			Сопротивление фазы «b», Ом			Сопротивление фазы «c», Ом		
		R	X_L	X_C	R	X_L	X_C	R	X_L	X_C
1	220	6	8	-	-	-	20	22	-	-
2	220	20	-	-	12	16	-	16	-	12
3	220	-	-	10	3	-	4	8	6	-
4	220	-	22	-	-	-	22	22	-	-
5	380	19	-	.	12	-	16	20	15	-
б	380	-	-	38	15	-	20	20	-	-
7	380	20	15	-	38	-	-	24	-	32
8	380	-	38	-	-	-	38	38	-	-
9	220	-	-	22	-	22	-	22	-	-
10	220	20	-	-	20	-	-	-	-	20
11	220	-	-	10	6	8	.	8	-	б
12	220	3	4	-	-	-	5	4	3	-
13	380	12	16	-	16	-	12	20	-	-
14	380	-	-	19	19	-	-	-	19	-
15	380	-	38	-	-	-	38	38	-	-
16	380	20	15	-	15	-	20	20	-	-
17	220	-	-	20	20	-	.	-	20	-
18	220	12	-	16	16	12	-	20	-	-
19	220	-	-	5	6	8	-	8	-	б
20	220	6	8	-	8	-	6	10	-	-
21	380	24	32	-	19	.	-	32	-	24
22	380	-	-	38	32	24	-	24	.	32
23	380	38	-	-	-	38	-	-	-	38
24	380	-	38	-	24	-	32	19	-	-

Условие задачи.

Для заданной электрической схемы (рис. 3.4) с известными параметрами (табл. 3.2) определить линейные и фазные токи.

Вычислить активную, реактивную и полную мощности трехфазной цепи. Построить векторную диаграмму линейных и фазных напряжений и токов генератора и приемника.

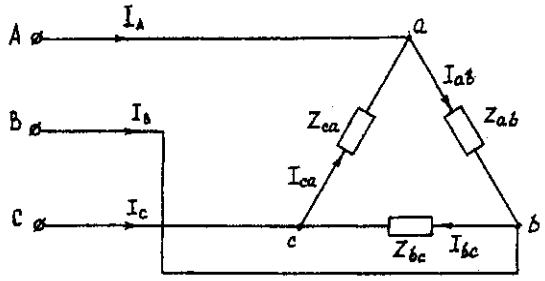


Рис. 3.4. Соединение фаз приемника треугольником

Методические указания.

Задачу решить, используя символический метод расчета.

Фазные напряжения приемника принять равными линейным напряжениям генератора (т. е. сопротивлениями соединенных проводов пренебречь).

Вектор линейного напряжения $\mathring{U}_{AB}$ рекомендуется совместить с положительным направлением оси вещественных чисел, т. е. $\mathring{U}_{ab}= \mathring{U}_{AB}$

Трехфазную систему линейных и фазных напряжений генератора и приемника принять как симметричную трехфазную систему напряжений (т. е. напряжения равны по модулю и сдвинуты друг относительно друга по фазе на 120°).

Последовательность решения.

Начертить схему, конкретизируя нагрузку фаз приемника в соответствии с заданием.

Записать комплексы фазных напряжений приемника

$$\mathring{U}_{ab}=\mathring{U}_{AB}=U$$
$$\mathring{U}_{bc}=\mathring{U}_{BC}=Ue^{-j120°}$$
$$\mathring{U}_{ca}=\mathring{U}_{CA}=Ue^{j120°}$$

Вычислить фазные токи приемника по формулам:

$$\dot{I}_{ab}=\mathring{U}_{ab}/\underline{Z}_{ab};$$
$$\dot{I}_{bc}=\mathring{U}_{bc}/\underline{Z}_{bc};$$
$$\dot{I}_{ca}=\mathring{U}_{ca}/\underline{Z}_{ca}.$$

Вычислить линейные токи по формулам:

$$\dot{I}_A= \dot{I}_{ab}- \dot{I}_{ca};$$
$$\dot{I}_B= \dot{I}_{bc}- \dot{I}_{ab};$$
$$\dot{I}_C= \dot{I}_{ca}- \dot{I}_{bc}.$$

Вычислить активную мощность цепи по формуле

$$P^{(3)} = P_{ab} + P_{bc} + P_{ca} = Re(\mathring{U}_{ab}\ddot{I}_{ab})+Re(\mathring{U}_{bc}\ddot{I}_{bc})+Re(\mathring{U}_{ca}\ddot{I}_{ca})$$

Построить векторную диаграмму напряжений и токов.

Пример решения задачи

Трехфазная нагрузка соединена треугольником. Задано линейное напряжение генератора $\mathring{U}_{AB}$ = 380В, $\underline{Z}_{ab} = 22$ *Ом,* $\underline{Z}_{bc}$=(16 +j12) Ом, Z_{CA} = (16 *–j12)* Ом. Определить фазные и линейные токи, активную мощность цепи. Построить векторную диаграмму напряжений и токов.

Записываем комплексы фазных напряжений приемника, В

$$\mathring{U}_{ab}= \mathring{U}_{AB}=380;$$
$$\mathring{U}_{bc}= \mathring{U}_{BC}=380e^{-j120°};$$
$$\mathring{U}_{ca}= \mathring{U}_{CA}=380e^{j120°}.$$

Вычисляем фазные токи приемника по формулам, А:

$$\dot{I}_{ab}= \mathring{U}_{ab}/ \underline{Z}_{ab}=380/22=17,3;$$
$$\dot{I}_{bc}= \mathring{U}_{bc}/ \underline{Z}_{bc}=380e^{-j120°}/(16+j12)=(-17,5-j7,5)=19e^{-j157°};$$
$$\dot{I}_{ca}= \mathring{U}_{ca}/\underline{Z}_{ca}=380e^{j120°}/(16-j12)=(-17,5+j7,5)=19e^{j157°.}$$

Вычисляем линейные токи по формулам, А:

$$\dot{I}_A= \dot{I}_{ab}- \dot{I}_{ca}17,3-(-17,5+j7,5)=(34,8-j7,5)=35,6e^{-j12°};$$
$$\dot{I}_B= \dot{I}_{bc}- \dot{I}_{ab}=(-17,5+j7,5)-17,3=(34,8-j7,5)=35,6e^{-j168°};$$
$$\dot{I}_C= \dot{I}_{ca}- \dot{I}_{bc}=(-17,5+j7,5)- (-17,5+j7,5)=j15.$$

Вычисляем активную мощность цепи по формуле , Вт:

$$P^{(3)} = P_{ab} + P_{bc} + P_{ca} = Re(\mathring{U}_{ab}\ddot{I}_{ab})+Re(\mathring{U}_{bc}\ddot{I}_{bc})+Re(\mathring{U}_{ca}\ddot{I}_{ca})=Re(380\cdot17,3)+Re(380e^{-j120°}\cdot19e^{j157°})+Re(380e^{j120°}\cdot19e^{-j157°})=6600+5776+5776=18152.$$

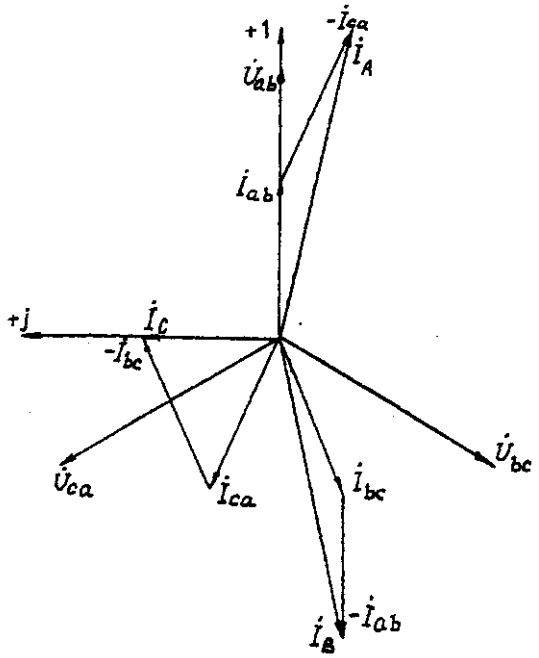


Рис. 3.5. Векторная диаграмма напряжений и токов

Задача 4. РАСЧЕТ СЛОЖНЫХ ТРЕХФАЗНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ

Номер вариан-та	Исходные данные					
	$U_Л$, В	$Z_{Л1}$, Ом	$Z_{Л2}$, Ом	Z_2, Ом	P_1, кВт	$\cos\varphi_1$
1	127	0,8	1,4+ j1,0	4+ j6	3	0,7
2	220	0,9	1,2+j1,4	6+j8	5	0,5
3	380	0,7	1,6+j1,4	9+j12	6	0,8
4	660	0,2	1,8+j2,0	16+j16	18	0,9
5	127	1,2	1,0+j1,4	4+ j3	4	0,5
б	220	1,1	1,4+j1,2	6+j10	б	0,6
7	380	0,9	1,6+j1,2	10+j14	8	0,7
8	660	0,7	1,8+j1,6	18+j16	16	0,8
9	127	1,0	1,2+j1,0	2+ j3	3	0,5
10	220	1,3	1,4+j1,8	7+ j6	б	O,5
11	380	0,8	1,0+j1,8	12+j16	10	0,5
12	660	0,3	1,8+j1,4	16+j20	14	0,7
13	127	1,4	1,4+j2,0	5+ j3	4	0,6
14	220	1,5	1,6+j1,0	8+j6	5	0,6
15	380	0,6	1,2+j1,6	16+j8	8	0,6
16	660	0,4	1,8+j1,2	20+j20	12	0,6
17	127	0,6	1,0+j1,6	5+j4	2	0,5
18	220	1,6	1,2+j2,0	9+ j6	8	0,5
19	380	0,5	1,8+j1,0	12+j10	14	0,8
20	660	0,5	1,6+j2,0	20+j24	10	0,6
21	127	0,4	1,2+j1,8	6+j4	2	0,7
22	220	1,8	1,2+j1,6	9+j7	7	0,8
23	380	0,7	1,0+j1,2	14+j10	12	0,8
24	660	0,6	1,6+j1,8	18+j24	16	0,7

Условие задачи.

К зажимам симметричного трехфазного источника энергии присоединены два симметричных приемника (рис. 4.1). Первый из них соединен по схеме «звезда», потребляет активную мощность P_1 при коэффициенте мощности $\cos\varphi$ ($\varphi_1 > 0$) и подключен непосредственно к зажимам источника. Второй приемник соединен по схеме "треугольник", имеет нагрузку в каждой фазе Z_2 и подключен к источнику энергии через линию электропередачи с сопротивлением $Z_{Л2}$.

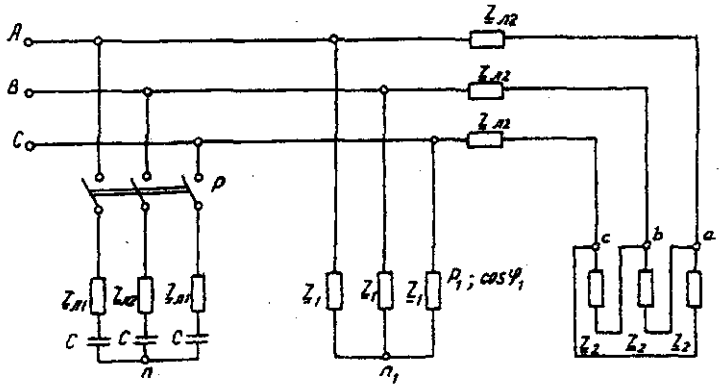


Рис. 4.1. Электрическая схема трехфазных потребителей

Для повышения коэффициента мощности приемников до единицы к тому же источнику через линию электропередачи с сопротивлением $Z_{Л1}$ в каждой фазе подключается батарея конденсаторов С, соединенная по схеме "звезда".

Определить линейные и фазные токи и напряжения приемников при отключенной батарее конденсаторов и при включении ее; реактивную мощность в фазе батареи конденсаторов, необходимую для повышения коэффициента мощности приемников до единицы; емкость и ток в фазе батареи конденсаторов. Построить векторную топографическую диаграмму напряжений и векторную диаграмму токов источника и приемников электрической энергии. Исходные данные приведены в табл. 4.1.

Методические указания.

Задачу решить комплексным методом, совместив один из векторов фазного или линейного напряжений источника энергии с положительным направлением оси вещественных чисел. Для определения линейных и фазных токов и напряжений второго приемника рекомендуется провести эквивалентные преобразования треугольника в звезду.

Последовательность решения.

Записать линейные и фазные напряжения источника энергии в комплексной форме. Провести соответствующие эквивалентные преобразования второго приемника. Определить линейные токи приемников при отключенной батарее конденсаторов. Определить падение напряжений в проводах линии электропередачи $Z_{Л2}$. Определить фазные токи второго приемника. Определить реактивную мощность в фазе батареи конденсаторов, необходимую для повышения коэффициента мощности приемников до единицы. Определить емкость и ток в фазе батареи конденсаторов. Определить линейные токи источника энергии при включении батареи конденсаторов. Построить векторную топографическую диаграмму напряжений и векторную диаграмму токов источника энергии и приемников.

Пример решения задачи

Для заданной электрической схемы трехфазных потребителей (рис. 4.1) по известным параметрам: $U_Л$= 220 В; $\underline{Z}_{Л1}$= 1,7 Ом; $\underline{Z}_{Л2}$= (1,4+j1,6) Ом; $\underline{Z}_2$= (9+j7) Ом; P_1= 4 Вт; cos φ_1=0,7; определить линейные и фазные токи и напряжения приемников при отключенной батарее конденсаторов и при включении ее; реактивную мощность в фазе батареи конденсаторов, необходимую для повышения коэффициента мощности приемников до единицы; емкость и ток в фазе батареи конденсаторов. Построить векторную топографическую диаграмму напряжений и векторную диаграмму токов источника и приемников электрической энергии.

1. Выразим линейные и фазные напряжения источника энергии в комплексной форме, В

$$U_ф=\frac{U_Л}{\sqrt{3}}=\frac{220}{\sqrt{3}}=127.$$

Вектор фазного напряжения источника венных чисел, тогда, В

$\mathring{U}_A$ направим по оси вещественных чисел, тогда, В

$$\mathring{U}_A=\mathring{U}_Ф=127;$$
$$\mathring{U}_B=\mathring{U}_A\cdot e^{-j120°}=127\cdot e^{-j120°};$$
$$\mathring{U}_C=\mathring{U}_A\cdot e^{-j120°}=127\cdot e^{j120°};$$
$$\mathring{U}_{AB}=\mathring{U}_A-\mathring{U}_B=127\cdot 127\cdot e^{-j120°}=220e^{j30°};$$
$$\mathring{U}_{CA}=\mathring{U}_C-\mathring{U}_A=127\cdot e^{j120°}-127=220e^{j150}.$$

2. Преобразуем треугольник сопротивлений *a,b, c* второго приемника (рис. 4.2) в эквивалентную звезду, Ом

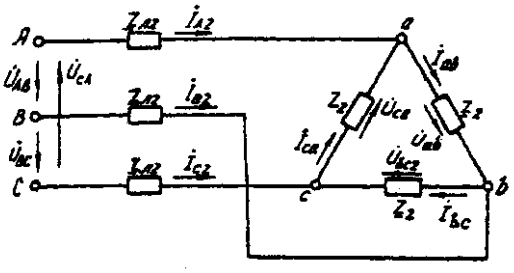


Рис. 4.2. Треугольник сопротивлений второго приемника

Поскольку приемник симметричный, то сопротивление фазы эквивалентной звезды в три раза меньше сопротивления фазы треугольника.

Для симметричных приемников, соединенных в звезду, потенциалы нулевых точек должны быть одинаковыми. В связи с этим дальнейший расчет выполним для одной фазы (фазы А) (рис. 4.3).

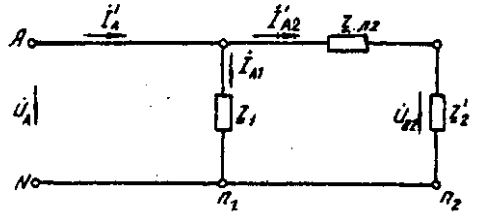


Рис. 4.3. Расчетная схема токов в фазе А

Полное сопротивление фазы эквивалентной звезды с учетом сопротивления линия $Z_{Л2}$ равно, Ом.

3. Определить линейные и фазные токи и напряжения второго приемника, а также полную мощность одной его фазы при отключенной батарее конденсаторов.

Фазные токи эквивалентной звезды, А:

$$\dot{I}_{A2}=\frac{\dot{U}_A}{\underline{Z}'_2}=\frac{12}{5{,}9e^{j41°48'}}=21{,}52e^{-j41°48'};$$

$$\dot{I}_{B2}=21{,}52e^{-j161°48'};$$

$$\dot{I}_{C2}=21{,}52e^{-j78°12'}.$$

Фазные токи эквивалентной звезды (рис. 4.4) равны линейным токам треугольника второго приемника (см. рис. 4.2).

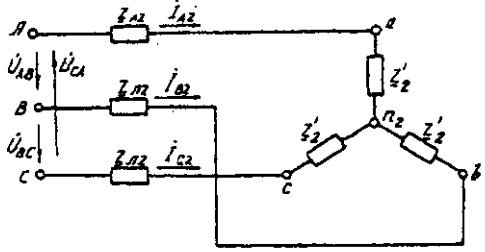


Рис. 4.4. Эквивалентная звезда второго приемника

Фазные напряжения эквивалентной звезды, В:

$\dot{U}_{a2}=\dot{U}_A-\dot{I}_{A2}\cdot\underline{Z}_{л2}=127\text{-}21{,}52e^{-j41°48'}\cdot 2{,}13e^{j48°49'}=81{,}59-j5{,}58=81{,}78e^{-j3°55'};$

$\dot{U}_{b2}=81{,}78e^{-j123°55'};$

$\dot{U}_{c2}=81{,}78e^{j116°05'}.$

Линейные напряжения эквивалентной звезды, В:

$\dot{U}_{ab2}=\dot{U}_{a2}-\dot{U}_{b2}=81{,}78e^{-j3°55'}-81{,}78e^{-j123°55'}=141{,}65e^{j26°05'};$

$\dot{U}_{bc2}=\dot{U}_{b2}-\dot{U}_{c2}=81{,}78e^{-j123°55'}-81{,}78e^{-j116°05'}=141{,}65e^{-j93°55'};$

$\dot{U}_{ca2}=\dot{U}_{c2}-\dot{U}_{a2}=81{,}78e^{j116°05'}-81{,}78e^{-j3°55'}=141{,}65e^{j146°05'}.$

Линейные напряжения эквивалентной звезды равны фазным напряжениям треугольника сопротивлений второго приемника (см. рис. 4.2). Фазные токи второго приемника, А:

$$\dot{I}_{ab}=\frac{\dot{U}_{ab}}{\underline{Z}_2}=\frac{141{,}65e^{j116°05'}}{9+j7}=\frac{141{,}65e^{j116°05'}}{11{,}4e^{j37°52'}}=12{,}42e^{-j11°47'};$$

$$\dot{I}_{bc}=12{,}42e^{-j131°47'};$$

$$\dot{I}_{ca}=12{,}42e^{-j108°13'}.$$

Полная мощность одной фазы второго приемника с учетом сопротивления линии электропередачи $\underline{Z}_{Л2}$ равна, ВА:

$$S_2=U_A\cdot I_{A2}=127\cdot 21{,}52e^{j41°48'}=2733e^{j41°48'}=(2037+j1822);$$

$$P_г=2037\text{ Вт};\ Q_2=1822\text{ ВА}.$$

4. Определим линейные и фазные напряжения и токи первого приемника, а также полную мощность одной его фазы при отключенной батарее конденсаторов.

Так как первый приемник подключен напрямую к источнику электрической энергии ($Z_Л = 0$), то фазные и линейные напряжения приемника равны фазным и линейным напряжениям генератора, В:

$$\mathring{U}_{a1}=\mathring{U}_1=127;$$
$$\mathring{U}_{b1}=\mathring{U}_B=127e^{-j120°};$$
$$\mathring{U}_{c1}=\mathring{U}_C=127e^{j120°};$$
$$\mathring{U}_{ab}=\mathring{U}_{AB}=220e^{j30°};$$
$$\mathring{U}_{bc}=\mathring{U}_{BC}=220e^{-j90°};$$
$$\mathring{U}_{ca1}=\mathring{U}_{CA}=220e^{j150°};$$

Для приемника, соединенного в звезду, фазные токи равны линейным $I_Ф=I_Л$. Определяем модуль фазного тока первого приемника, А:

$$I_Ф=\frac{P_1}{3U_Ф\cos\varphi_1}=\frac{4000}{3\cdot127\cdot0{,}7}=15$$

Определяем угол сдвига фаз между напряжением и током первого приемника:

$$\cos\varphi_1=0{,}7;\ \varphi_1=45°34',\ (\varphi_1>0).$$

Записываем выражения фазных токов первого приемника в комплексной форме. Так как угол сдвига фаз между напряжением и током первого приемника известен, то начальная фаза тока, например фазы А, равна

$$\Psi_{IA}=\Psi_{UA}-\varphi_1=0-45°34'=-45°34'$$

Следовательно,

$$\dot{I}_{A1}=15\cdot e^{-j45°34'};$$
$$\dot{I}_{B1}=15\cdot e^{-j165°34'};$$
$$\dot{I}_{C1}=15\cdot e^{-j74°26'};$$

Полная мощность одной фазы первого приемника:

$$\dot{S}_1=\dot{U}_A\cdot\dot{I}_{A1}=127\cdot15\cdot e^{j45°34'}=1905\ e^{j45°34'}=(1333+j360)\ ВА;$$
$$P_1=1333\text{кВт};\ Q_1=1360\ \text{В}\cdot\text{А}.$$

5. Определяем фазные (линейные) токи источника энергии при отключенной батарее конденсаторов (см. рис. 4.3), А:

$$\dot{I}'_A=\dot{I}'_{A1}+\dot{I}'_{A2}=15\cdot e^{-j45°34'}+21{,}52e^{-j41°48'}=$$
$$=10{,}5-j10{,}7+16-j14{,}3=26{,}5-j25=36{,}5e^{-j43°21'};$$
$$\dot{I}'_B=36{,}5e^{-j163°21'};$$
$$\dot{I}'_C=36{,}5e^{-j79°39'}.$$

6. Определяем реактивную мощность в фазе батареи конденсаторов, необходимую для повышения коэффициента мощности приемников до единицы, ВА:

$$Q_c=Q_1+Q_2=1360+1822=3182.$$

7. Определяем емкостное сопротивление в фазе батареи конденсаторов, Ом:

$$Q_c=I^2X_c=\left(\frac{U}{z}\right)^2\cdot X_c=\frac{U^2X_c}{z^2}=\frac{U^2X_c}{R_{Л1}^2+X_c^2};$$

где $Z=\sqrt{R_{Л1}^2+X_c^2}$ - модуль полного сопротивления в фазе батарея конденсаторов с учетом сопротивления линии $\underline{Z}_{Л1}=R_{Л1}$.

$$X_c^2-\frac{U^2}{Q_c}X_c+R_{Л1}^2=0;$$

$$X_{c1,2}=\frac{U^2}{2Q_c}\pm\sqrt{\left(\frac{U^2}{2Q_c}\right)^2-R_{Л1}^2}=\frac{127^2}{2\cdot3182}\pm\sqrt{\left(\frac{127^2}{2\cdot3182}\right)^2-1{,}7^2}=(2{,}53\pm1{,}88);$$

$$X_{c1}=4{,}41;\ X_{c2}=0{,}65.$$

Следовательно, режиму полной компенсации реактивной мощности удовлетворяют два значения емкостного сопротивления. Принимаем большее, так как, во-первых, большему сопротивлению соответствует меньший ток в фазе батареи конденсаторов и, соответственно, меньшие потери активной мощности на сопротивлении $\underline{Z}_{Л1}=R_{Л1}$. Во-вторых, большее значе-

ние емкостного сопротивления определяет меньшую емкость батареи конденсаторов, необходимую для компенсации реактивной мощности приемников.

8. Определяем емкость в фазе батареи конденсаторов, Ф

$$C = \frac{1}{X_c \cdot \omega} = \frac{1}{X_c \cdot 2\pi f} = \frac{1}{4{,}41 \cdot 2 \cdot 3{,}14 \cdot 50} = 7{,}22 \cdot 10^{-4}$$

При этом полное сопротивление в фазе батареи конденсаторов с учетом сопротивления линии $Z_{л1}$ (рис. 4.5) равно, Ом:

$\underline{Z}=\underline{Z}_{л1}-jX_C = 1{,}7 - j4{,}41 = 4{,}73e^{-j68°55'}$.

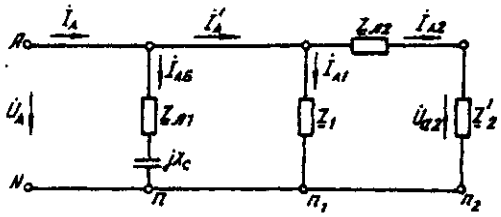


Рис. 4.5. Расчетная схема токов в фазе А с учетом батареи конденсаторов

9. Определяем фазные токи батареи конденсаторов, А:

$$\dot{I}_{Аб} = \frac{\dot{U}_A}{\underline{Z}_б} = \frac{127}{4{,}73e^{-j68°55'}} = 9{,}66 + j25 = 26{,}85e^{68°55'};$$

$$\dot{I}_{Bб}=26{,}85e^{j51°05'}\text{А};\ \dot{I}_{Cб}=26{,}85e^{j188°55'}.$$

10. Определяем фазные (линейные) токи источника энергии при включенной батарее конденсаторов (см. рис. 4.5), А;

$$\dot{I}_A=\dot{I}_{Aб}+I'_A=9{,}66+j25+26{,}5-j25=36{,}16;$$

$$\dot{I}_B=36{,}16e^{-j120°};\ \dot{I}_C=36{,}16e^{j120°}.$$

Данные расчета показывают, что фазные токи и напряжения источника совпадают по фазе. Следовательно, параметр емкости С в фазе батареи конденсаторов, необходимый для повышения коэффициента мощности приемников до единицы, выбран верно.

11. Строим векторную диаграмму токов и топографическую диаграмму напряжений для источника и приемников электрической энергии (рис. 4.6).

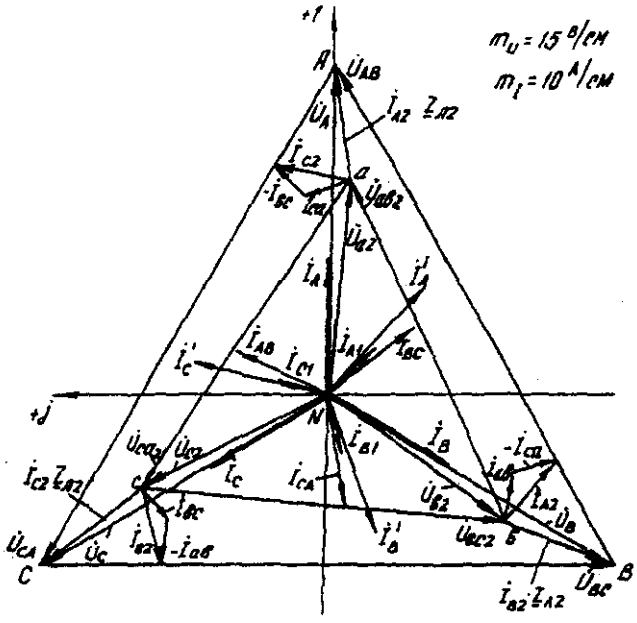


Рис. 4.6. Векторная диаграмма

На комплексной плоскости откладываем комплексные значения токов (векторы токов) и напряжений (векторы напряжений) в выбранных предварительно масштабах. Наиболее удобными в рассматриваемом расчете являются: масштаб напряжений m_U = 15 В/см и масштаб тока m_I = 10 А/см. Векторы токов второго приемника направляем из вершин треугольника напряжений *a, b, c* . Все остальные векторы токов - из начала координат.

Задача 5. РАСЧЕТ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЯХ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Номер вариа-нта	Значение параметров						
	R_1, Ом	R_2, Ом	R_3, Ом	R_4, Ом	C, мкФ	L, мГн	U, В
1	50	-	50	-	170	-	100
2	25	25	25	-	.	125	100
3	25	25	25	-	40	-	100
4	50	50	50	-	-	250	100
5	50	50	50	50	60	-	100
6	50	50	50	-	-	250	100
7	25	25	25	-	180	-	100
8	50	50	50	-	-	125	100
9	25	25	25	25	100	-	100
10	25	25	25	-	-	250	100
11	50	50	50	-	90	-	100
12	25	25	25	-	-	250	100
13	25	25	-	-	110	-	100
14	25	25	-	-	-	125	100
15	20	50	10	50	-	125	100
16	50	10	50	15	260	-	100
17	50	25	50	-	-	125	100
18	50	50	50	-	120	-	100
19	50	50	50	-	-	125	100
20	25	-	25	-	190	-	100
21	25	50	25	-	-	125	100
22	50	50	50	-	-	125	100
23	50	50	50	-	60	-	100
24	50	50	50	-	180	-	100

Условие задачи.

Для заданной электрической схемы из табл. 5.1 с известными параметрами (табл. 5.2) рассчитать переходный процесс классическим и операторным методами, определить законы изменений токов и напряжений во времени. Построить эти зависимости.

Последовательность решения классическим методом расчета.

Составить систему дифференциальных уравнений по законам Кирхгофа для электрической цепи, получающейся после коммутации, при этом использовать соотношения $u_L = L\, di/dt$, $i = C du_c/dt$.

Подставить числовые значения заданных параметров в систему уравнений.

Решить систему уравнений относительно тока через индуктивность (напряжения на емкости), в результате получается неоднородное дифференциальное уравнение первого порядка.

Решением неоднородного дифференциального уравнения является сумма частного (принужденная составляющая) и общего (свободная составляющая) решения однородного дифференциального уравнения.

Принужденная составляющая определяется расчетом в послекоммутационной электрической цепи в установившемся режиме.

Свободная составляющая при решении однородных дифференциальных уравнений первого порядка определяется как

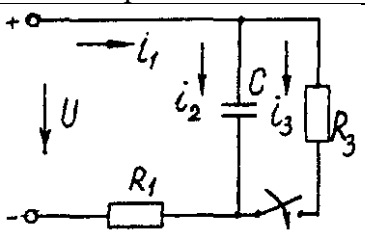
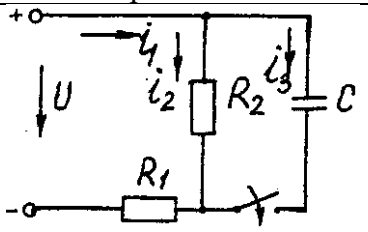
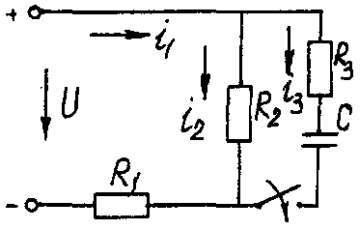
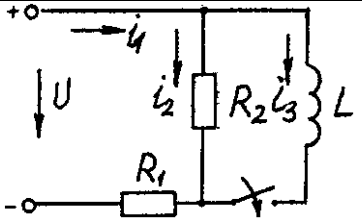
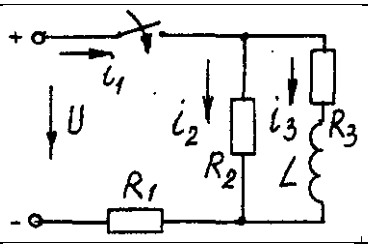
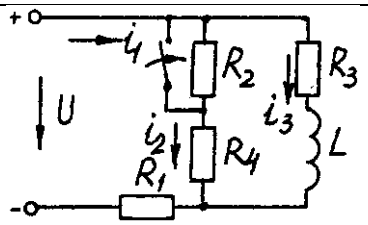
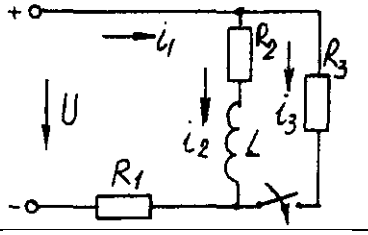
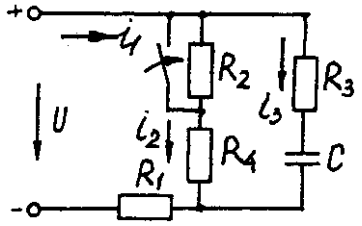
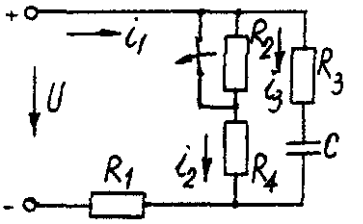
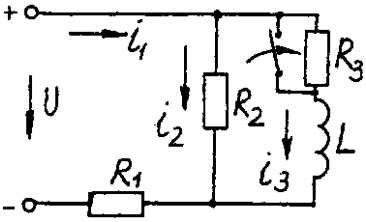
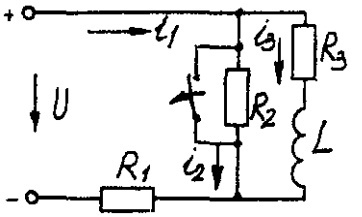
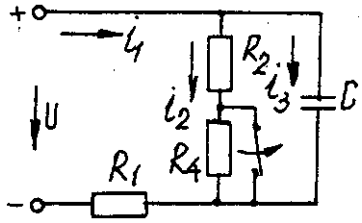
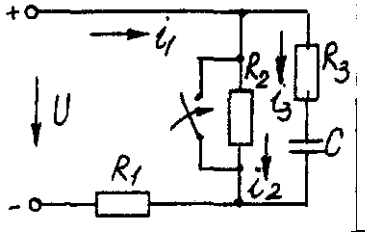
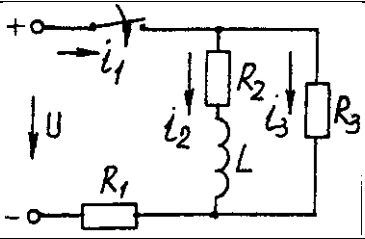
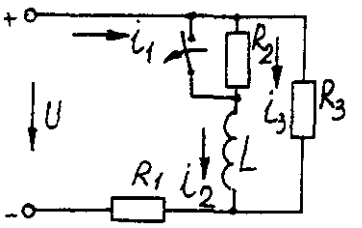
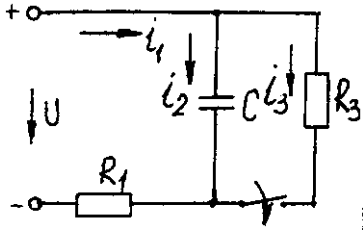
$$Ae^{pt}$$

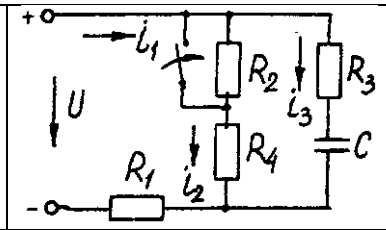
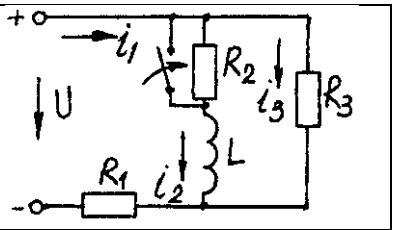
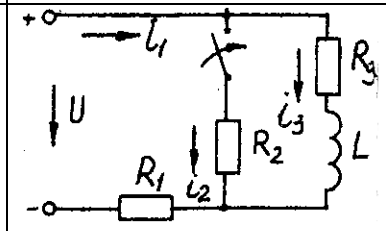
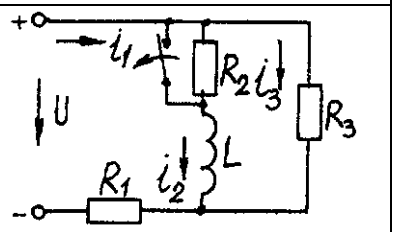
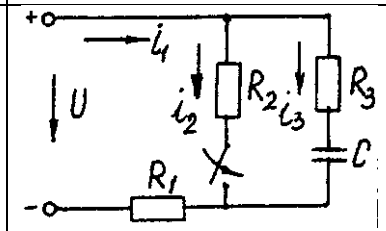
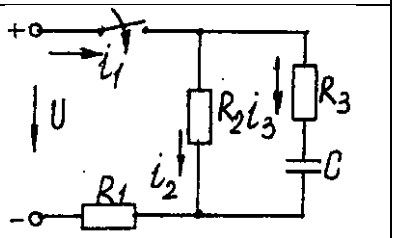
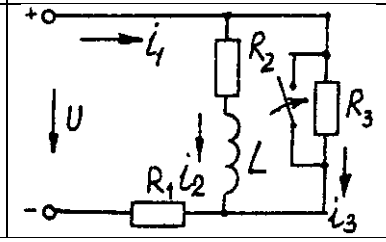
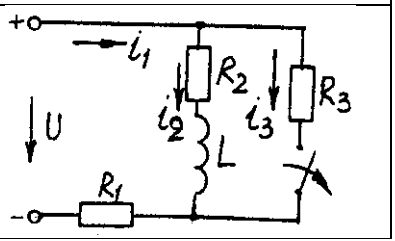
где A - постоянная интегрирования; p - корень характеристического уравнения.

Характеристическое уравнение составляется по однородному дифференциальному уравнению.

Последовательность решения операторным методом расчета.

Расчетные формулы и последовательность решения этим методом приведены в примерах расчета цепей, содержащих индуктивность и емкость.

№	Схема варианта	№	Схема варианта
1		13	
2		14	
3		15	
4		16	
5		17	
6		18	
7		19	
8		20	

9		21	
10		22	
11		23	
12		24	

Пример расчета цепи, содержащей индуктивность (рис. 5.1).

Исходные данные: U = 100 В; $R_1 = R_2 = R_3 = R_4$ = 25 Ом; L = 0,25 Гн.

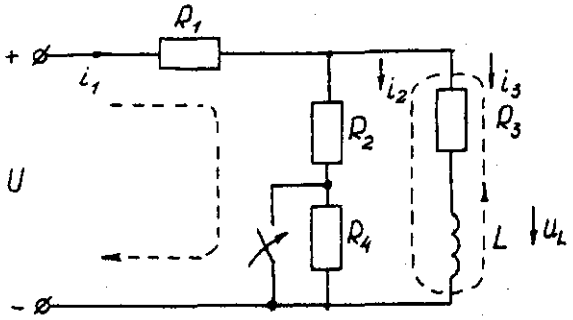


Рис. 5.1. Схема электрической цепи

Определить законы изменения токов, напряжения u_L при переходе цепи от одного установившегося состояния к другому классическим и операторными методами. Построить эти зависимости.

Решение классическим методом.

Составляем систему дифференциальных уравнений по законам Кирхгофа (три уравнения для определения трех неизвестных токов) для цепи, получающейся после коммутации:

$$\begin{cases} i_1 = i_2 + i_3; \\ i_1 R_1 + i_2 R_2 = U; \\ i_2 R_2 - u_L - i_3 R_3 = 0 \end{cases} \quad (5.1)$$

Решаем систему уравнений относительно тока через индуктивность i_3 (избавляемся от токов i_2 и i_1)

$$(R_1+R_2)\, u_L + [R_1R_2 + R_1(R_1 + R_2)]\, i_3 = R_2U$$

Решение упрощается, если в систему уравнений (5.1) подставить заданные числовые значения;

$$\begin{cases} i_1 = i_2 + i_3; \\ 25i_1 + 25i_2 = 100; \\ 25i_2 - u_L - 25i_3 = 0 \end{cases} \quad (5.2)$$

Решая систему уравнений (5,2), получаем

$$2u_L+75i_3=100. \quad (5.3)$$

Подставив соотношение $u_L = Ldi_3/dt$ в уравнение (5.3), получим

$$2Ldi_3/dt + 75i_3= 100,$$

и окончательно получаем неоднородное дифференциальное уравнение первого порядка

$$di_3/dt + 150i_3=200. \quad (5.4)$$

Решением уравнения (5.4) является сумма принужденной и свободной составляющих тока $i_3(t)$

$$i_3(t)= i_3(t)_{пр}+ i_3(t)_{св}. \quad (5.5)$$

Принужденная составляющая тока определяется из уравнения (5.4) как новое установившееся значение по окончании переходного процесса

$$i_3(t)_{пр} = 200/150 =1,33 \text{ А}. \quad (5.6)$$

Запишем однородное дифференциальное уравнение первого порядка

$$di_3/dt+150\, i_3= 0 \quad (5.7)$$

и характеристическое уравнение

$$p+150=0. \quad (5.8)$$

Свободная составляющая тока определяется как

$$i_3\,(t)_{св}=Ae^{pt}, \quad (5.9)$$

где A - постоянная интегрирования; p - корень характеристического уравнения (5.8), p = -150; τ - постоянная времени электрической цепи, τ = 1/150.

Постоянная интегрирования определяется из начальных условий, исходя из первого закона коммутации (ток через индуктивность при коммутациях не меняется скачком).

С учетом уравнений (5.6) и (5.9) уравнение (5.5) запишем как

$$i_3\,(t) = 1,33+A\, e^{-150t}.$$

Значение тока $i_3(0)$ определяем, рассчитывая цепь до коммутации

$$i_3(0)=1,6\text{А}.$$

По первому закону коммутации $i_3\,(0) = i_3\,(0)_{пр} + i_3\,(0)_{св} = 1,6$ А, $i_3(0) = 1,33 + A\, e^{-150t} = 1,6$, откуда $A = 1,6 - 1,33 = 0,27$.

Окончательно

$$i_3\,(t)= 1,33 + 0,27\, e^{-150t};$$
$$u_L(t)=Ldi_3/dt= 0,25-0,27(-150)\, e^{-150t} =-10\, e^{-150t};$$
$$u_2(t) = [u_3(t)R_3+ u_L(t)]/R_2 = 1,33 - 0,13\, e^{-150t};$$
$$i_1(t) = i_2(t) + i_3(t) = 2,66 + 0,14\, e^{-150t}.$$

Решение операторным методом.

На рис. 5.2 представлена операторная схема замещения цепи (см. рис. 5.1).

Составляется система уравнений в изображениях (в операторной форме)

$$\begin{cases} I_1(p) = I_2(p) + I_3(p); \\ I_1(p)R_1 + I_2(p)R_2 = U/p; \\ I_2(p)R_2 - L[pI_3(p) - i_3(0)] - I_3(p)R_3 = 0. \end{cases} \quad (5.10)$$

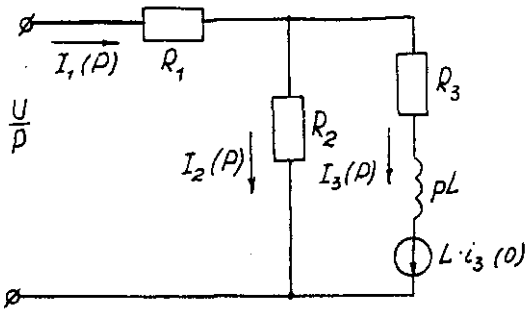


Рис. 5.2. Операторная схема замещения электрической цепи

Система уравнений решается относительно любого тока. Достаточно просто получаем уравнение в изображениях для тока через индуктивность, если использовать дифференциальное уравнение (5.4), из которого следует:

$$[pI_3(p) - i_3(0)]+150I_3(p)=200/p;$$

$$pI_3(p)+ 150I_3(p)= 200/p+ i_3(0)= 200/p+1,6$$

и окончательно

$$I_3(p)=(200+1,6p)/p(p+150)=F_1(p)/F_2(p), \quad (5.11)$$

где $F_1(p)$ - полином числителя; $F_2(p)$ - полином знаменателя.

Переход от изображения тока $I_3(p)$ к оригиналу $i_3(t)$ осуществляем по формуле разложения

$$i_3(t)=\Sigma\,([F_1(p)/F_2(p)]\cdot e^{p_k\cdot t}) \quad (5.12)$$

где $p_к$ - корни характеристического уравнения.

Характеристическим уравнением является полином знаменателя, равный нулю, т. е. $F_2(p) = 0$.

В рассматриваемом примере

$$P(p+150)=0,$$

откуда $p_1 =0$; $p_2= -150$.

Производная полинома знаменателя

$$F_2'(p)=(2p+150),$$

откуда $F_2'(p_1)=150$; $F_2'(p_2)= -150$.

Оригинал тока $i_3(t)$

$$i_3(t)= ([F_1(p_1)/F_2'(p_1)]\cdot e^{p_1 t})+ ([F_1(p_2)/F_2'(p_2)]\cdot e^{p_2 t})=$$

$$= [(200 +1,6\ 0) / 150]e^{150t}+ [(200 +1,6\ (-150) / (-150)]\cdot e^{-150\cdot t} =$$

$$= 1,33 + 0,27\ e^{-150t}.$$

На рис. 5.3 представлены переходные характеристики токов и напряжения на индуктивности.

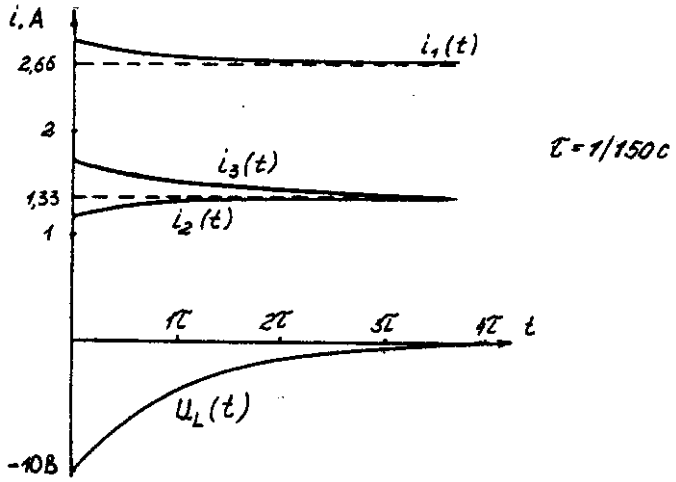


Рис. 5.3. Временные диаграммы токов и напряжения иа индуктивности

Пример расчета цепи содержащей емкость (рис. 5.4).

Исходные данные: U = 100 В; $R_1 = R_2 = R_3$ = 50 Ом; С = 100 мкФ.

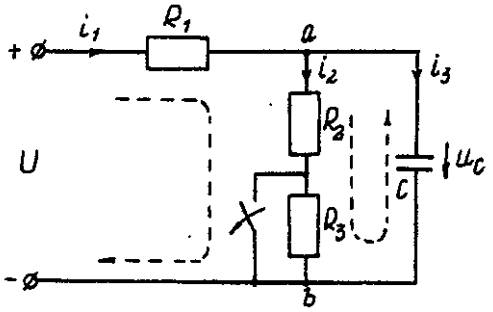


Рис. 5.4. Схема электрической цепи

Определить и построить следующие зависимости: $u_C(t)$, $u_1(t)$, $u_2(t)$, $u_3(t)$.

Решение классическим методом.

Составляем систему дифференциальных уравнений по законам Кирхгофа (три уравнения для определения трех неизвестных токов) для цепи, получающейся после коммутации

$$\begin{cases} i_1 = i_2 + i_3; \\ i_1 R_1 + i_2(R_1 + R_2) = U; \\ i_2(R_2 + R_3) = u_C \end{cases} \quad (5.13)$$

Между током и напряжением на емкости существует соотношение

$$\begin{cases} i_3 = C\frac{du_C}{dt}; \\ i_1 = i_2 + i_3 = i_2 + 100 \cdot 10^{-6}\left(\frac{du_C}{dt}\right); \\ i_1 50 + i_2(50 + 50) = 100; \\ i_2(50 + 50) - u_C = 0. \end{cases} \quad (5.14)$$

Решаем систему уравнений (5.14) относительно напряжения на емкости

$$du_c / dt + 300u_c = 20000. \quad (5.15)$$

Уравнение (5.15) - неоднородное дифференциальное уравнение первого порядка.

Решением уравнения (5.15) является сумма принужденной и свободной составляющих напряжения $u_C(t)$. Решение неоднородного дифференциального уравнения первого порядка рассмотрено выше для цепи с индуктивностью. По аналогии имеем

$$u_C(t) = u_C(t)_{пр} + u_C(t)_{св}. \quad (5.16)$$

Принужденная составляющая напряжения равна

$$u_C(t)_{пр} = 20000/300 = 66{,}7 \text{ В}.$$

Свободную составляющую напряжения находим из уравнения

$$u_C(t)_{СВ} = A\,e^{pt},$$

где $(p + 300) = 0$ - характеристическое уравнение; $p = -300$ - корень характеристического уравнения; τ - постоянная времени электрической цепи, $\tau = 1/300$; $u_C(0) = 50$ В, напряжение u_C в момент коммутации (определяется расчетом рассматриваемой цепи до коммутации):

$$u_C(t) = 66{,}7 + Ae^{-300t};$$

$u_C(0) = 66{,}7 + Ae^{p \cdot 0} = 50$В, откуда $A = -16{,}7$.

Окончательно имеем:

$$u_C(t) = 66{,}7 - 16{,}7 \cdot e^{-300t};$$
$$i_3(t) = C \cdot du_C/dt = 100 \cdot 10^{-6}(-16{,}7)(-300) \cdot e^{-300t} = 0{,}5 \cdot e^{-300t};$$
$$i_2(t) = u_{ав}(t)/(R_2 + R_3) = u_C(t)/(R_2 + R_3) = 0{,}667 - 0{,}167 \cdot e^{-300t};$$
$$i_1(t) = i_2(t) + i_3(t) = 0{,}667 + 0{,}333 \cdot e^{-300t}.$$

На рис. 5.5 представлены переходные характеристики токов и напряжения на емкости.

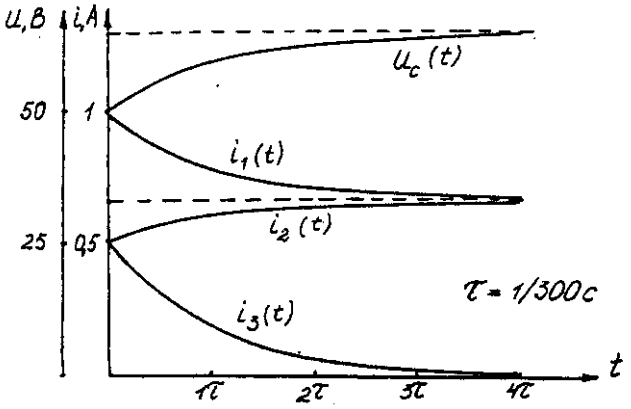


Рис. 5.5. Временные диаграммы токов и напряжения на емкости

Решение операторным методом.

Система уравнений в изображениях (в операторной форме) может быть составлена по операторной схеме замещения (рис. 5.6) или по системе дифференциальных уравнений (5.14)

$$\begin{cases} I_1(p) = I_2(p) + 100 \cdot 10^{-6}[pU_C(p) - u_C(0)]; \\ I_1(p)50 + [I_2(p)(50+50)] = \frac{100}{p}; \\ [I_2(p)(50+50)] - U_C(p) = 0. \end{cases} \quad (5.17)$$

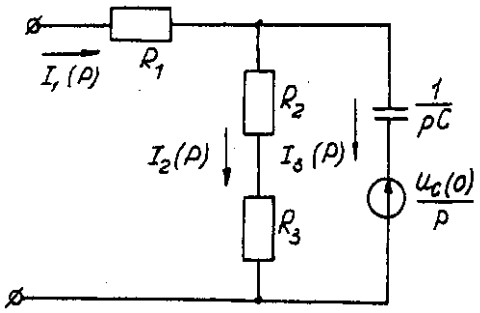


Рис. 5.6. Операторная схема замещения электрической цепи

Решаем систему алгебраических уравнений (5.17) относительно токов или напряжения на емкости $U_C(p)$.

Решение относительно напряжения $U_C(p)$ упрощается, если воспользуемся уравнением (5.15). Уравнение (5.15) преобразуем в уравнение в изображениях:

$$[pU_C(p)-u_C(0)]+300 \cdot U_C(p)=20000/p;$$

$$Uc\ (p)(p + 300) = 20000/p + 50;$$

$$U_c\ (p) = [20000 + 50p]\ /p(p + 300) = F_1(p)/\ F_2(p),$$

где $F_1(p)$ - полином числителя; $F_2(p)$ - полином знаменателя.

Переход от изображения напряжения $U_C(p)$ к оригиналу $u_C(t)$ осуществляем по формуле разложения

$$U_C(t)=\Sigma([F_1(p)/F_2'(p)] \cdot e^{p_k \cdot t}), \quad (5.18)$$

где $p_к$ - корни характеристического уравнения.

Характеристическим уравнением является полином знаменателя равный нулю, т. е. $F_2(p) = 0$.

В рассматриваемом примере

$$p(p+300)=0,$$

откуда $p_1 = 0$; $p_2 = -300$.

Производная полинома знаменателя

$$F_2'(p)=(2p+300),$$

откуда $F_2'(p_1)=300$; $F_2'(p_2)=-300$.

Оригинал напряжения $u_C(t)$

$$u_C(t) = ([F_1(p_1)/\ F_2'(p_1)] \cdot e^{p_1 t}) + ([F_1(p_2)/F_2'(p_2)] \cdot e^{p_2 \cdot t}) =$$

$$=[(20000 + 50\ 0) / 300] \cdot e^{300 \cdot 0} + [(20000+50\ (-300) / (-300)] \cdot e^{-300t}$$

$$= 66{,}7 - 16{,}7 \cdot e^{-300 \cdot t}.$$

Задача 6. РАСЧЕТ НЕЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА В УСТАНОВИВШЕМСЯ РЕЖИМЕ

Условие задачи.

Для заданной электрической схемы (табл. 6.1) с известными параметрами (табл. 6.2) определить токи в ветвях и напряжение на нелинейных элементах (НЭ).

Вольт-амперные характеристики НЭ, симметричные относительно начала координат, приведены на рис. 6.1.

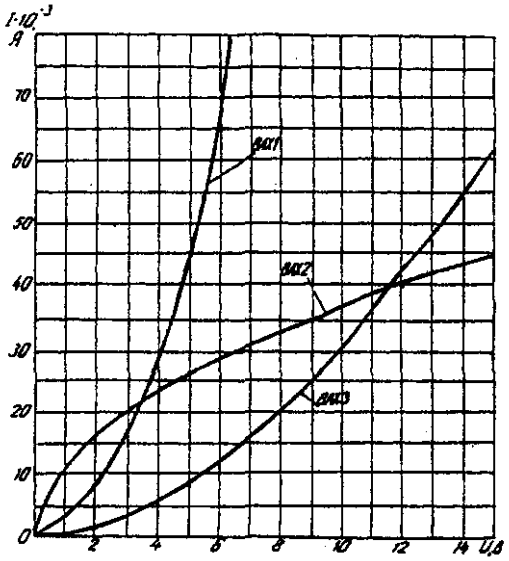


Рис. 6.1. Вольт-амперные характеристики нелинейных элементов

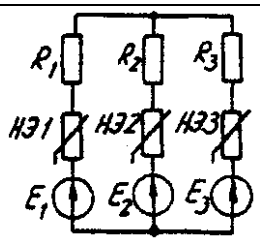
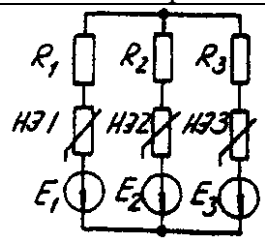
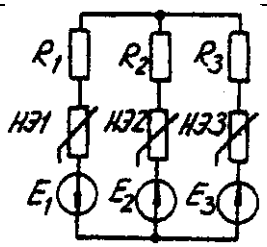
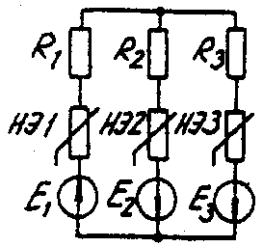
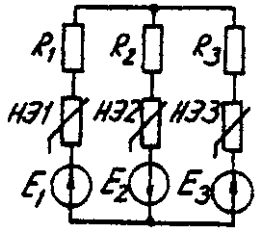
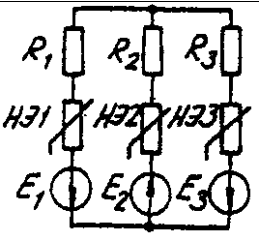
Методические указания.

Для нелинейных электрических цепей (НЭЦ) постоянного тока справедливы оба закона Кирхгофа

$$\sum_{k=1}^{n} I_k = 0; \quad \sum_{k=1}^{n} U_{k=0.}$$

Затруднения при рассмотрении НЭЦ с помощью законов Кирхгофа заключаются в том, что в НЭЦ напряжение и токи связаны между собой нелинейными соотношениями. По этой причине для решения задач теории НЭЦ приходится использовать различные приближенные методы решения, к которым относится метод двух узлов.

Расчетные электрические схемы

1		5	
2		6	
3		7	

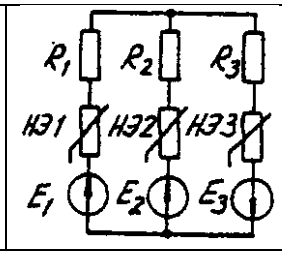
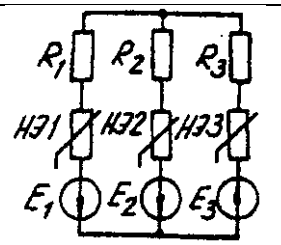
4	 R1 R2 R3 НЭ1 НЭ2 НЭ3 E1 E2 E3	8	 R1 R2 R3 НЭ1 НЭ2 НЭ3 E1 E2 E3

Таблица 6.2

Исходные данные к задаче 6

Вариант	Номер схемы	Значения параметров								
		R_1, Ом	R_2, Ом	R_3, Ом	НЭ1	НЭ2	НЭ3	E_1, В	E_2, В	E_3, В
1	1	600	300	400	ВАХ1	ВАХ3	ВАХ2	24	9	10
2	2	100	200	500	-	ВАХ2	ВАХ3	-	24	12
3	3	-	800	400	ВАХ2	ВАХ2	ВАХ3	-	15	20
4	4	400	300	600	-	ВАХ3	ВАХ1	10	8	14
5	5	-	800	600	ВАХ3	ВАХ2	ВАХ1	15	9	24
6	6	100	700	500	ВАХ1	-	ВАХ3	8	-	10
7	7	200	-	500	ВАХ2	ВАХ3	ВАХ1	6	-	12
8	8	1000	400	700	ВАХ2	-	ВАХ3	16	9	18
9	1	800	-	100	ВАХ1	ВАХ2	ВАХ3	10	15	20
10	3	400	700	200	ВАХ3	ВАХ2	ВАХ1	8	16	-
11	5	100	200		ВАХ2	ВАХ3	ВАХ1	24	12	-
12	7	600	200	400	ВАХ3	ВАХ1	-	15	10	20
13	2	500	700	-	ВАХ1	ВАХ2	ВАХ3	16	12	9
14	4	-	-	-	ВАХ3	ВАХ1	ВАХ2	14	20	8
15	6	200	100	-	-	ВАХ2	ВАХ3	10	8	15
16	8	-	500	-	ВАХ1	-	ВАХ3	12	6	18
17	1	-	-	600	ВАХ1	ВАХ3	-	20	-	4
18	2	800	-	-	-	ВАХ2	ВАХ3	15	10	5
19	3	-	900	-	ВАХ1	-	ВАХ3	6	12	8
20	4	-	-	100	ВАХ3	ВАХ1	-	16	18	9
21	5	400	-	200	-	ВАХ2	ВАХ3	9	4	10
22	6	-	-	-	ВАХ1	ВАХ2	ВАХ3	-		18
23	7	-	-	500	ВАХ2	ВАХ3	-	14	12	6
24	8	-	300	-	ВАХ1	-	ВАХ3	-	20	10

Расчет сложной НЭЦ, состоящей из нескольких параллельных ветвей, которые наряду с нелинейными элементами могут содержать и источники постоянной э. д. с, включенные последовательно с нелинейными элементами, сводится к нахождению токов и напряжений на участках цепи с помощью вольт-амперных характеристик.

Для этого предварительно строится вольтамперная характеристика каждой ветви, которая получается смещением соответствующей характеристики НЭ на величину заданной э. д. с. влево или вправо от начала координат, в зависимости от направления э. д. с. Затем, на основании первого закона Кирхгофа, строится результирующая характеристика. Она получается смещенной относительно начала координат на величину э. д. с. *(E),* которую можно рассматривать как э. д. с. эквивалентной цепи.

Так как сумма токов в узле равна нулю, то в эквивалентной цепи ток отсутствует. Следовательно, значение э. д. с. *(E)* равно разности потенциалов верхнего узла относительно нижнего узла исходной схемы.

Отсюда находят напряжение в каждом НЭ

$$U_{Нэк}=E_к-E$$

Ток в каждом НЭ определяется по соответствующей вольт-амперной характеристике.

Последовательность решения задачи.

1. Задаться положительным направлением токов в ветвях схемы.

2. На основании второго закона Кирхгофа построить эквивалентные вольт-амперные характеристики для ветвей.

3. На основании первого закона Кирхгофа построить результирующую вольт-амперную характеристику всей электрической цепи.

4. По результирующей вольт-амперной характеристике определить напряжения на каждом НЭ и токи в каждой ветви по соответствующим вольт-амперным характеристикам.

Пример решения задачи.

Для заданной электрической схемы (рис. 6.2, *а)* с известными параметрами E_1 =12 В, E_2 = 10 В, E_3 = 3 В,

R_1 =200 Ом, НЭ1, НЭ2 и НЭ3 (вольт-амперные характеристики которых приведены на рис. 6.3) определить токи в ветвях и напряжения на НЭ.

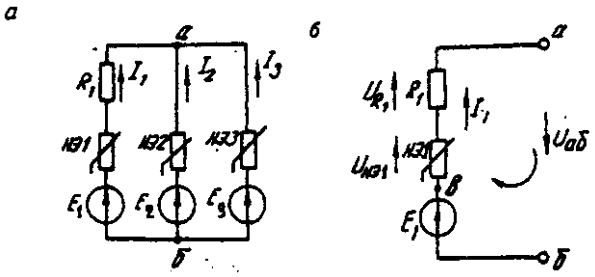


Рис. 6.2. Заданная *(а)* и расчетная (б) электрические схемы

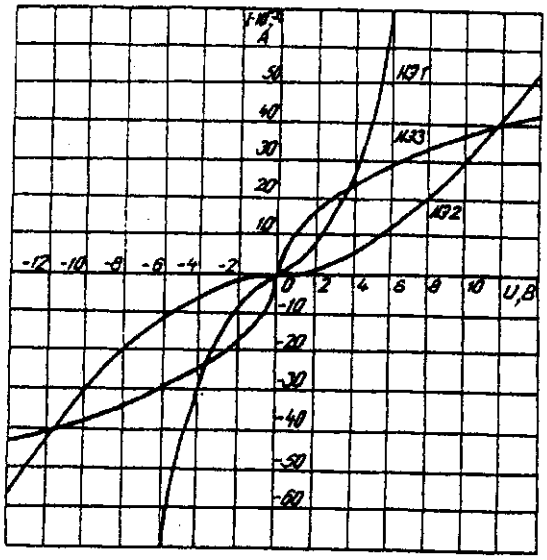


Рис. 6.3. Вольт-амперные характеристики нелинейных элементов

1. Задаемся положительным направлением токов во всех ветвях цепи.

2. Так как каждый из токов является нелинейной функцией падения напряжения на своем НЭ, необходимо выразить его в функции одного переменного напряжения $U_{аб}$ между узлами *а* и *б.*

Рассмотрим первую ветвь, содержащую последовательно соединенные резистор R_1, НЭ1 и источник постоянной э. д. с. E_1 (рис. 6,2, *б).*

На основании второго закона Кирхгофа для контура, указанного на рис. 6.2, *б* круговой стрелкой, запишем

$$E_1=U_{аб}+U_{R1}+U_{НЭ1} \text{ или } U_{аб}=E_1-(U_{R1}+U_{НЭ1}).$$

Если э. д. с. *(E_1)* действует в направлении выбранного положительного тока, т. е. $E_1>0$, то при положительном токе она способствует прохождению тока и при $E_1< U_{аб}$ уменьшает значение.

На рис. 6.4 изображены характеристики первого нелинейного элемента $I_1=f(U_{НЭ1})$, резистора $I_1=f(U_{R1})$, суммарная

$I_1=f(U_{аб})$ и прямая, соответствующая $E_1 > 0$. Здесь же нанесена результирующая характеристика $I_1=f(U_{аб})$.

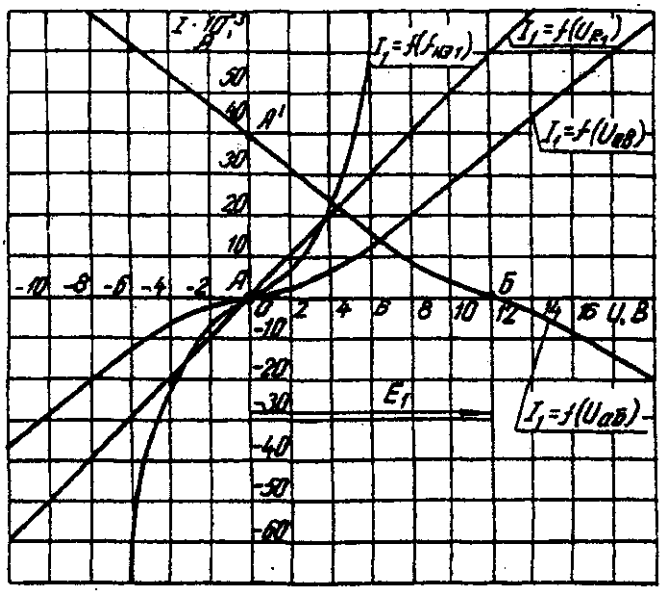


Рис. 6.4. Вольт-амперные характеристики первого нелинейного элемента

Для т. *А* кривой $I_1 = f(U_{НЭ1})$ напряжение на первом нелинейном элементе будет равно нулю ($U_{НЭ1} = 0$) при $I_1 = 0$. При этом $U_{аб} = E_1$ т. е. начало) кривой $I_1 = f(U_{аб})$ сдвинуто в точку *Б*, в которой $U_{аб} = E_1$. Росту $U_{аб}$, при $U_{аб} > 0$ соответствует уменьшение $U_{аб}$. Для точки *А*' при $U_{аб} = E_1$, $U_{аб} = 0$. Росту $U_{аб}$ при $U_{аб} < 0$ отвечает увеличение $U_{аб}$, причем $U_{аб} > E_1$.

Аналогичным образом перестраивают кривые $I_2 = f(U_{НЭ2})$ и $I_3 = f(U_{нэз})$ для других ветвей схемы (рис. 6.5 и 6.6).

3. Нанесем кривые $I_1 = f(U_{аб})$, $I_2 = f(U_{аб})$ и $I_3 = f(U_{аб})$ на одном рисунке и построим результирующую вольт-амперную характеристику $I = f(U_{аб})$ просуммировав ординаты кривых (рис. 6.7).

4. Точка *А* пересечения кривой $I = f(U_{аб})$ с осью абсцисс дает значение Саб, при котором удовлетворяется уравнение

$$I_1 + I_2 + I_3 = 0.$$

Восстанавливаем в этой точке перпендикуляр к оси абсцисс до пересечения с кривыми $I_1 = f(U_{аб})$, $I_2 = f(U_{аб})$ и $I_3 = f(U_{аб})$ и находим токи I_1, I_2 и I_3 как по величине, так и по знаку.

Для рассматриваемого примера имеем (см. рис. 6.7), А

$$I_1 = 15 \cdot 10^{-3};$$
$$I_2 = 5 \cdot 10^{-3};$$
$$I_3 = -20 \cdot 10^{-3}.w$$

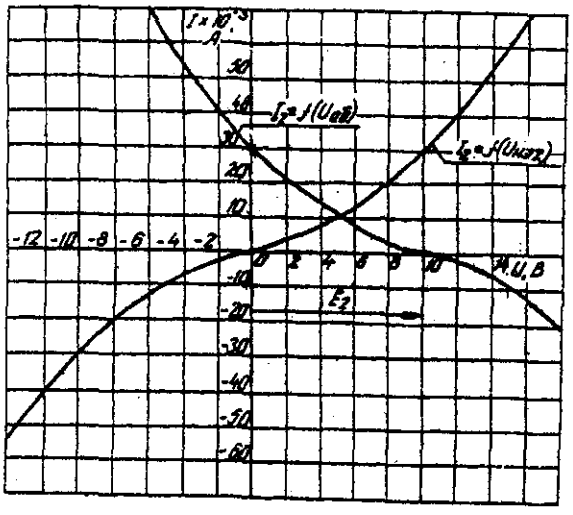


Рис. 6.5. Вольт-амперные характеристики второго нелинейного элемента

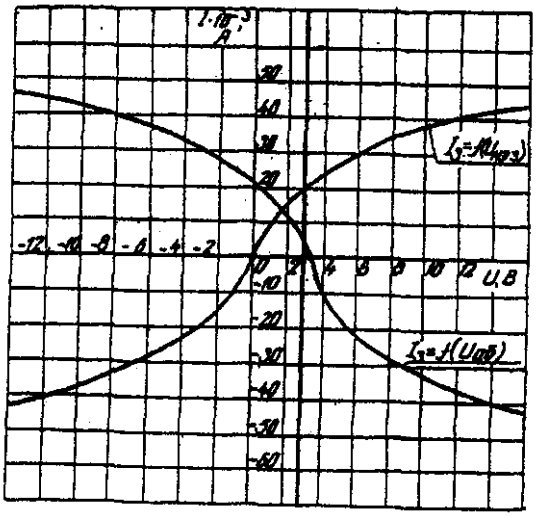


Рис 6.6. Вольт-амперные характеристики третьего нелинейного элемента

Сделаем проверку

$$I_1 + I_2 + I_3 = 15 \cdot 10^{-3} + 5 \cdot 10^{-3} - 20 \cdot 10^{-3} = 0 \text{ А.}$$

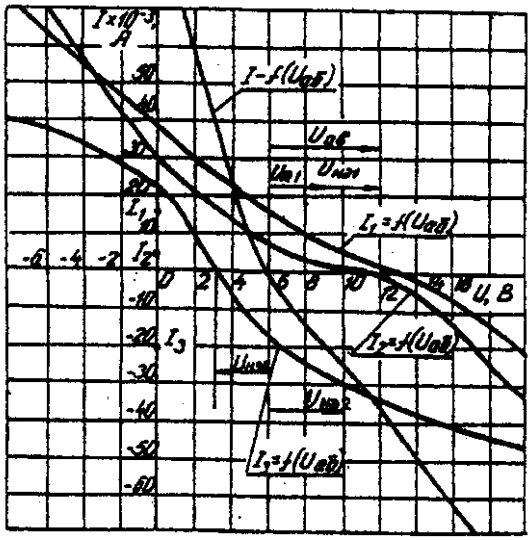


Рис. 6.7. Результирующие вольт-амперные характеристики

Располагая построенными характеристиками, легко находим напряжения на всех нелинейных элементах цепи (см. рис. 6.7):

$U_{НЭ1} = 3$; $U_{НЭ1} = 2$; $U_{НЭ1} = 3$.

ЗАДАЧА 7. РАСЧЕТ МАГНИТНЫХ ЦЕПЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА.

7.1. Неразветвленные магнитные цепи.

Методические указания.

Магнитной цепью называют совокупность магнитодвижущих сил (МДС),ферромагнитных тел или каких-либо иных тел или сред, по которым замыкается магнитный поток.

Магнитные цепи могут быть подразделены на неразветвленные (рис. 1) и разветвленные (рис. 2).

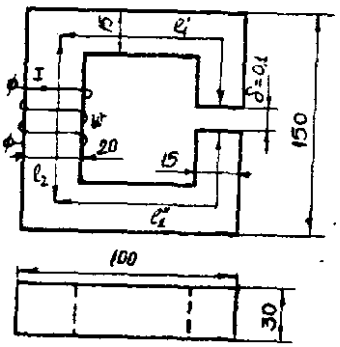


Рис. 7.1. Неразветвленная магнитная цепь

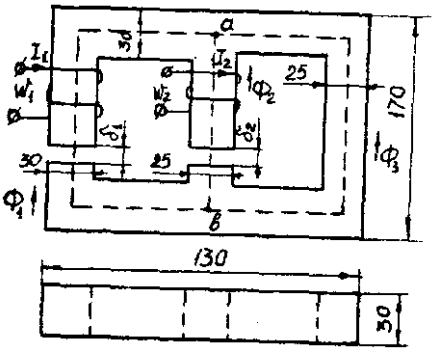


Рис. 7.2. Разветвленная магнитная цепь

Основными величинами, характеризующими магнитное поле и используемыми при расчете к анализе магнитных цепей, являются магнитная индукция B и напряженность магнитного поля H.

Эти величины связаны между собой зависимостью:

$$B = \mu_0 \cdot \mu \cdot H$$

где μ_0 — постоянная, характеризующая свойства вакуума,

$$\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \text{ Гн/м}$$

μ — относительная магнитная проницаемость.

$$H = 0{,}8 \cdot 10^6 B$$

Магнитную индукцию B измеряют в теслах (1 Тл = 1 Вс/м^2). Единицей напряженности магнитного поля H является 1 А/м,

Магнитная индукция и напряженность магнитного поля — векторные величины.

Величиной. служащей для интегральной оценки магнитного поля, является магнитный поток Ф, представляющий собой поток вектора магнитной индукции сквозь поверхность dS

$$\Phi = \int_S B dS$$

Если магнитный поток проходит сквозь поверхность, расположенную перпендикулярно линиям магнитной индукции поля, то магнитный поток определяется по формуле

$$\Phi = BS$$

Магнитны поток измеряют в веберах (1 Вб = 1 Вс).

Магнитное поле создается электрическими тока. Напряженность магнитного поля связана с токами, возбуждающими поле, за коном полного тока, согласно которому линейный интеграл вектора напряженности магнитного поля вдоль замкнутого контура равен алгебраической сумме токов, охватываемых этим контуром

$$\oint Hdl = \sum I$$

где l — длина участка магнитной цепи, вдоль которого идет интегрирование. Длина участка отсчитывается по средней линии магнитопровода.

Заменив интеграл суммой интегралов по участкам и учитывая, что пределах одного участка магнитная цепь имеет одинаковое поперечное сечение и одинаковую магнитную проницаемость, получим закон полного тока в общем виде

$$\sum_K H_K l_K = \sum Iw$$

где H_K — напряженность магнитного поля на каждом участке магнитной цепи;

l_K - длина каждого участка магнитной цепи;

w - число витков катушки.

Произведение числа витков катушки w на протекающий по ней ток I называют магнитодвижущей силой катушки F.

$$\sum Iw = \sum F$$

МДС вызывает магнитный поток в магнитной цепи подобно тому, как ЭДС вызывает электрический ток в электрической цепи. Как и ЭДС, МДС величина векторная. Положительное направление МДС совпадает с движением острия правоходового винта, если его вращать по направлению тока в обмотке.

Падением магнитного напряжения U_{MAB} между точками a и b магнитной цепи, называют произведением Hl_{AB}. Здесь , - длина пути между точками a и b.

Магнитное напряжение измеряют в амперах (А).

Если участок магнитной цепи между точками a и b может быть подразделен на n отдельных частей так, что для каждой части $H=H_K$ постоянно, то

$$U_{MAB} = \sum_{K=1}^{K=n} H_K l_K$$

Отношение падения магнитного напряжения U_M к магнитному потоку Ф называют магнитным сопротивлением цепи

$$\Phi w = \Psi = Li$$

$$R_M = \frac{U_M}{\Phi} = \frac{l}{\mu_0 \mu S}$$

Величину, обратную магнитному сопротивлению называют магнитной проводимостью цепи

$$G_M = \frac{1}{R_M} = \frac{\mu_0 \mu S}{l}$$

Соотношение $\Phi = \frac{U_M}{R_M}$ - называют законом Ома для магнитной цепи.

Надо отметить, что между магнитными и электрическими величинами есть формальная аналогии. Аналогом тока в электрической цепи является поток в магнитной цепи. Аналогом ЭДС — МДС. Аналогом падения напряжения на участке электрической цепи падение магнитного напряжения. Аналогом вольтамперной характеристики нелинейного сопротивления — веберная характеристика участка магнитной цепи.

Соответствие электрических и магнитных величин можно представить в виде таблицы (табл. 7.1).

Таблица соответствия электрических и магнитных величин — Таблица 7.1

Электрические величины	Магнитные величины
I – ток, А	Ф – магнитный поток, Вб
E – ЭДС, В	F – МДС, А
U – напряжение, В	U_M – магнитное напряжение, А
R – сопротивление, Ом	R_M – магнитное сопротивление, 1/Гн
G – проводимость, 1/Ом	G_M – магнитная проводимость,

При расчете и анализе магнитных цепей используют первый и второй законы Кирхгофа.

Первый закон Кирхгофа: алгебраическая сумма магнитных потоков в любом узле магнитной цепи равна нулю:

$$\sum \Phi = 0$$

Второй закон Кирхгофа: алгебраическая сумма падений магнитного напряжения вдоль любого замкнутого контура равна алгебраической сумме МДС вдоль того же контура:

$$\sum U_M = \sum Iw$$

В качестве примера составим уравнения по законам Кирхгофа для разветвленной магнитной цепи, изображенной на рис. 7.2.

Произвольно выбираем направление потоков в ветвях. Для узла “а” составим уравнение по первому закону Кирхгофа

$$\Phi_1 + \Phi_2 + \Phi_3 = 0$$

По второму закону Кирхгофа составляем уравнение для контура, состоящего из левой и средней ветвей.

$$H_1 l_1 + H_1 \delta_2 - H_2 l_2 + H_2 \delta_2 = I_1 w_1 - I_2 w_2$$

Под вебер-амперной характеристикой понимают зависимость потока Ф по какому-либо участку магнитной цепи от падения магнитного напряжения на этом участке U_M.

$$\Phi = \int (U_M)$$

Расчет неразветвленной магнитной цепи разделяют на прямую и обратную задачи.

7.1.1. Прямая задача. Определить МДС цепи по заданному магнитному потоку.

Порядок расчета следующий:

1) магнитная цепь разбивается на участки, имеющие одинаковое сечение и одинаковую магнитную проницаемость;

2) по известным геометрическим размерам магнитного сердечника определяются длины l и площади поперечного сечения выделенных участков;

3) исходя из постоянства магнитного потока вдоль всей цепи определяются значения магнитной индукции для выделенных участков магнитной цепи по заданному магнитному потоку;

4) по заданной кривой намагничивания определяются значения напряженности магнитного поля для известных значений магнитной индукции.

Напряженность поля и воздушном зазоре определяется по формуле:

5) подсчитывается сумма падений магнитного напряжения вдоль всей магнитной цепи $\Sigma H_K l_K$ и на основании закона полного тока приравнивается эта сумма полному току I_W или МДС.

$$\sum H_K l_K = Iw$$

Пример. Геометрические размеры магнитной цепи даны на рис. 4. Найти какой ток должен протекать по обмотке с числом витков w=500 чтобы магнитная индукция в воздушном зазоре B_δ=1 Тл.

Решение. Магнитную цепь разбиваем на три участка:

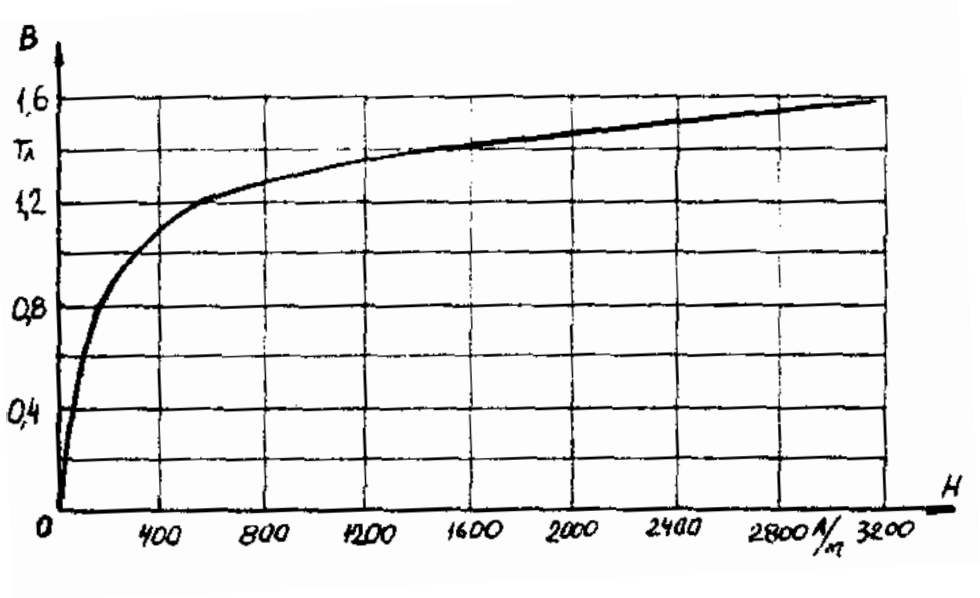


Рис. 7.4. Кривая намагничивания

$$l_1 = l`_1 + l``_1 = 30 \quad см$$

$$S_1 = 4{,}5 \quad см^2$$

$$l_2 = 13{,}5 \quad см$$

$$S_2 = 6 \quad см^2$$

Воздушный зазор

$$\delta = 0{,}01 \quad см$$

$$S_2 = S_1 = 4{,}5 \quad см^2$$

Индукция

$$B_1 = B_\delta = 1 \quad Тл$$

Индукцию на участке l_2 найдем, разделив поток $\Phi = B_\delta S_\delta$ на сечение S_2 второго участка

$$B_2 = \frac{\Phi}{S_2} = \frac{B_\delta S_\delta}{S_2} = \frac{1 \cdot 4{,}5}{6} = 0{,}75 \quad Тл$$

Напряженности поля на первом и втором участках определяем согласно кривой намагничивания (рис. 4) по известным значениям B_1 и B_2;

$H_1 = 300$ А/м; $H_2 = 115$ А/м

Напряженность поля в воздушном зазоре

$H_\delta = 0{,}8 \cdot 10^6 \cdot B_\delta = 0{,}8 \cdot 10^6 \cdot 1 = 8 \cdot 10^5$ А/м

Определяем падение магнитного напряжения вдоль всей магнитной цепи:

$$\sum H_K l_K = H_1 l_1 + H_2 l_2 + H_\delta \delta = 300 \cdot 0{,}3 + 115 \cdot 0{,}135 +$$

$$+ 8 \cdot 10^5 \cdot 10^{-4} = 185{,}6 \quad A$$

Ток в обмотке

$$I = \frac{\sum H_K l_K}{w} = \frac{185{,}6}{500} = 0{,}371 \quad A$$

7.1.2. Обратная задача. Определить магнитный поток в цепи по заданной МДС

Условие задачи:

Для заданной магнитной цепи (рис. 7.2.) с известными параметрами (таб. 7.2.). Найти магнитные потоки в магнитной цепи.

Примечание – геометрические размеры даны в мм, кривая намагничивания дана на рис. 7.4.

Порядок решения обратной задачи следующий:

1) магнитная цепь разбивается на участки с одинаковыми сечением и магнитной проницаемостью. Определяются длины и сечения этих участков;

2) строится вебер-амперная характеристика $\Phi = \int (U_м)$ цепи;

3) пользуясь вебер-амперной характеристикой, по заданной, МДС определяют магнитный поток Ф.

Пример. Найти магнитную индукцию в воздушном зазоре магнитной цепи (рис. 7.1), если Iw = 350 А. Кривая намагничивания представлена на рис. 7.4.

Решение. Строим вебер-амперную характеристику. Для этого задаемся значениями B_δ; равными 0,5; 1,1; 1,2 и 1,3 Тл, и для каждого из них определяем параметры, указанные в табл. 1. Так же, как и в предыдущей задаче определяем $\sum H_K l_K$

Результаты расчетов сводим в табл. 7.2.

Результаты расчетов для построения $\Phi = \int (U_м)$

Таблица 7.2

B_δ, Тл	0,5	1,1	1,2	1,3
B_1, Тл	0,5	1,1	1,2	1,3
B_2, Тл	0,375	0,825	0,9	0,975
H_1, А/м	50	460	700	1020
H_2, А/м	25	150	200	300
H_δ, А/м	$4 \cdot 10^5$	$8{,}8 \cdot 10^5$	$9{,}6 \cdot 10^5$	$10{,}4 \cdot 10^5$
$\Sigma H_K l_K$, А	58,3	246,3	333	450,5
Ф, Вб	$22{,}5 \cdot 10^{-5}$	$49{,}5 \cdot 10^{-5}$	$54 \cdot 10^{-5}$	$58{,}5 \cdot 10^{-5}$

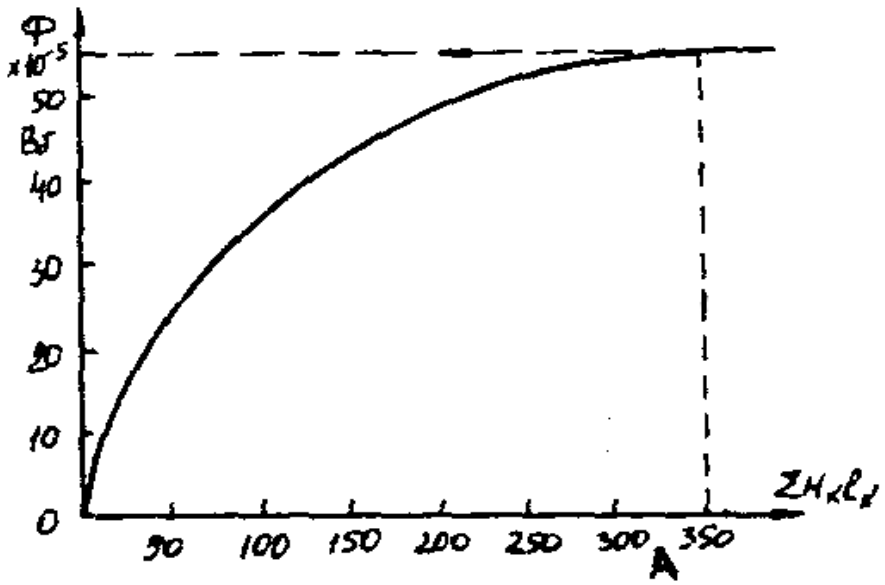


Рис. 7.5. Вебер-амперная характеристика цепи

По данным табл. 7.2 строим вебер-амперную характеристику $\Phi = \int (U_м)$ (рис. 7.5) и по ней определяем, что при Iw = 350 А

$\Phi = 55 \cdot 10^{-5}$ Вб

Следовательно,

$$B_\delta = \frac{\Phi}{S_\delta} = \frac{55 \cdot 10^{-5}}{4{,}5 \cdot 10^{-4}} = 1{,}21 \quad Тл$$

Расчет разветвленной магнитной цепи

аналогичен соответствующей электрической с сосредоточенными параметрами.

Так как, магнитные цепи являются нелинейными, то методы их расчета при этих условиях аналогичны методам расчета нелинейных электрических цепей. Все методы расчета электрических цепей с нелинейными сопротивлениями полностью применимы к расчету магнитных цепей, так как и магнитные, к электрические цепи подчиняются одним и тем же законам - законам Кирхгофа.

В качестве примера рассмотрим расчет разветвленной цепи методом двух узлов.

Найти магнитные потоки в ветвях магнитной цепи (рис. 7.2). Геометрические размеры даны в мм. Кривая намагничивания представлена на рис. 4. I_1w_1 = 80 А; I_1w_1 =300 А; зазоры δ_1 = 0,05 мм и δ_2 = 0,22 мм.

Решение. Составам электрическую схему замещения магнитной цепи (рис. 7.6). Узловые точки обозначим буквами «a» и «b».

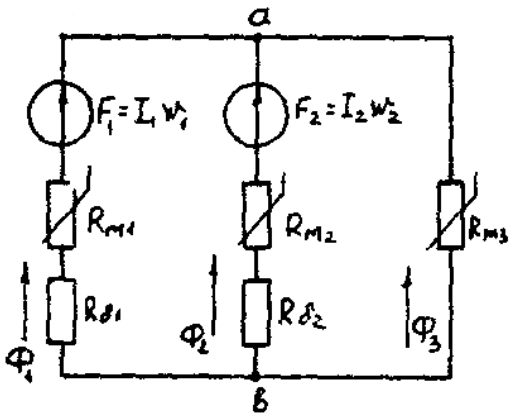


Рис. 7.6. Схема замещения магнитной цепи

Определим длины участков магнитной цепи

$l_1 = 0{,}24м;$ $l_2 = 0{,}138м;$

$l_3^{`} = 0{,}1м;$ $l_3^{``} = 0{,}14м.$

Длинам $l_3^{`}$ и $l_3^{``}$ участки третьей ветви, имеющей площади сечения 9 и 7,5 см^2.

Выберем положительные направления магнитных потоков Φ_1, Φ_2 и Φ_3 к узлу «a».

Построим зависимость потока от падения магнитного напряжения первой ветви U_{M1}. Для этого произвольно задаемся рядом числовых значений Φ_1, для каждого значения находим индукцию B_1 и по кривой намагничивания — напряженность H_1 на пути в стали по первой ветви.

Магнитное напряжение на первом участке

$$U_{M1} = H_1 l_1 + 0{,}8 \cdot 10^5 B_1 \delta_1$$

Таким образом, для каждого значения потока Φ_1 подсчитываем U_{M1} и по точкам строим зависимость $\Phi_1 = \int (U_{M1})$ (кривая 1 рис. 7.7). Аналогично строим зависимость $\Phi_2 = \int (U_{M2})$ (кривая 2 рис. 7.7)

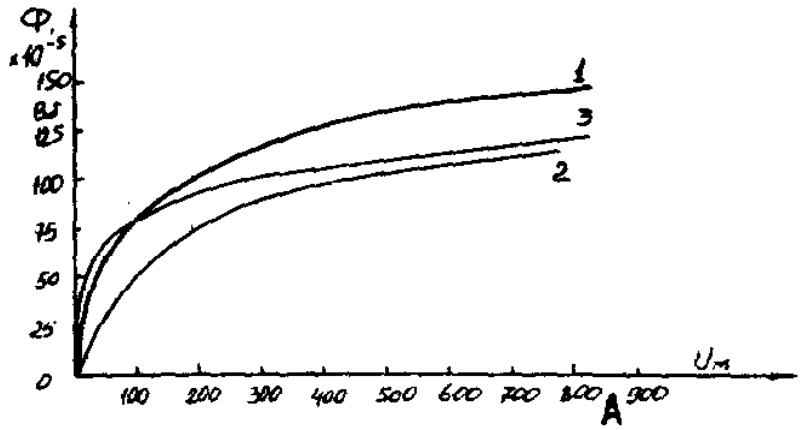


Рис. 7.7. Вебер-амперные характеристики ветвей

Кривая 3 (рис. 7.7) есть зависимость $\Phi_3 = \int (U_{M3})$

$$U_{M3} = H_3^{`} l_3^{`} + H_3^{``} l_3^{``}$$

Для определения потоков Φ_1, Φ_2 и Φ_3 постройте зависимости этих потоков от магнитного падения напряжения U_{Mab} между узлами «a» и «b» (рис. 7.6).

Запишем уравнение по второму закону Кирхгофа для первой ветви:

$$F_1 = I_1 w_1 = U_{M1} + U_{Mab}$$

отсюда

$$U_{Mab} = I_1 w_1 - U_{M1}$$

Согласно выражению приведенному выше строим зависимость $\Phi_1 = \int (U_{Mab})$ (рис. 7.8). Для этого кривую 1 (рис. 7.7) при переносе на рис.7.8 смещаем вправо на величину I_1w_1 и, так как перед U_{M1} стоит знак "-", зеркально отобразим относительно вертикальной оси.

Запишем уравнение по второму закону Кирхгофа для второй ветви

$$I_2 w_2 = U_{M2} + U_{Mab}$$

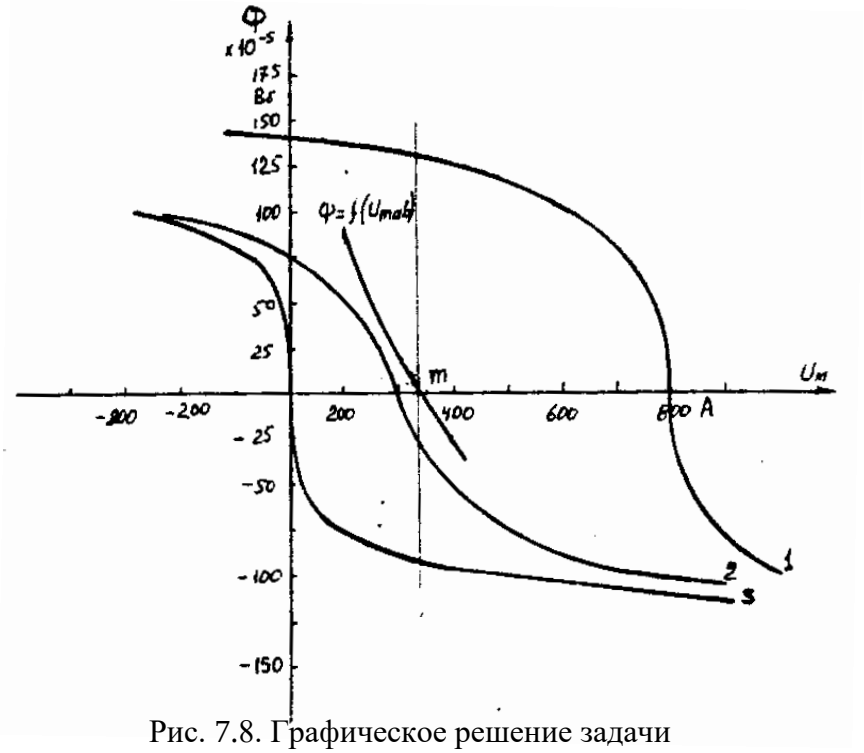


Рис. 7.8. Графическое решение задачи

отсюда

$$U_{Mab} = I_2 w_2 - U_{M2}$$

Построим зависимость $\Phi_2 = \int (U_{Mab})$ (рис. 7.8). Для этого кривую 2 (рис. 7.7) смещаем вправо от начала координат на величину I_2w_2 и зеркально отобразим относительно вертикальной оси.

В аналогичном порядке строим зависимость $\Phi_3 = \int (U_{Mab})$ (рис. 7.8)

$$U_{Mab} = U_{M1}$$

Зависимость $\Phi_3 = \int (U_{Mab})$ так же, как и кривая 3 (рис. 7.7) проходит через начало координат.

Построим кривую $\Phi = \int (U_{Mab})$ (рис. 7.8)

$$\text{Где } \Phi = \Phi_1 + \Phi_2 + \Phi_3$$

Точка (m) пересечения кривой $\Phi = \int (U_{Mab})$ с осью абсцисс дает значение U_{Mab}, удовлетворяющее первому закону Кирхгофа $\Phi_1 + \Phi_2 + \Phi_3 = 0$.

Восстановим в этой точке перпендикуляр к оси абсцисс. Ординаты пересечения перпендикуляра с кривыми дадут значения магнитных потоков в ветвях;

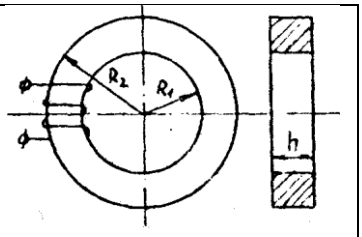
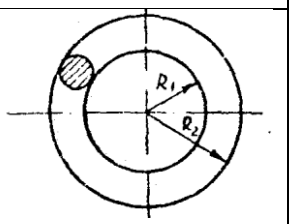
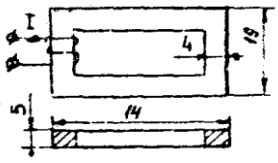
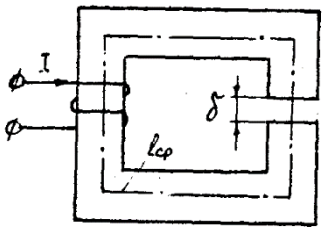
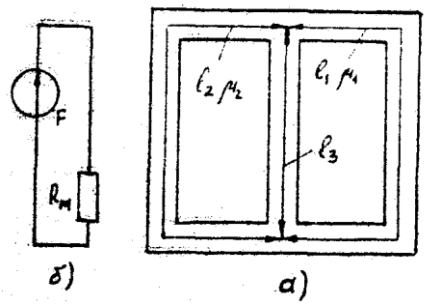
$$\Phi_1 = 126{,}2 \cdot 10^{-5} \text{ Вб}; \Phi_2 = -25 \cdot 10^{-5} \text{ Вб}; \Phi_3 = -101{,}2 \cdot 10^{-5} \text{ Вб}.$$

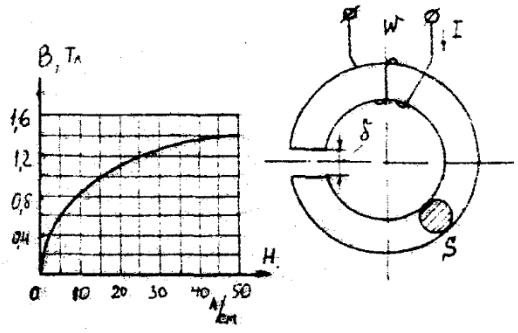
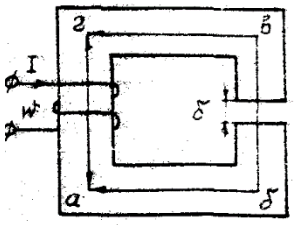
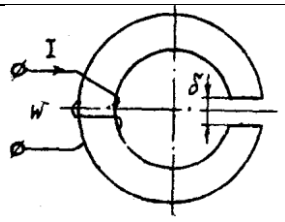
В результате расчета потоки Φ_2 и Φ_3, оказались отрицательными. Это означает, что в действительности они направлены противоположно выбранным ранее для них направлениям, показанным на рис. 7.2 и рис. 7.6.

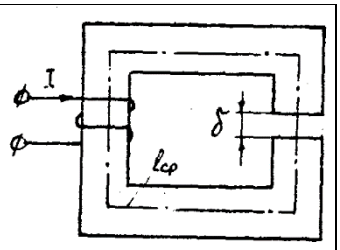
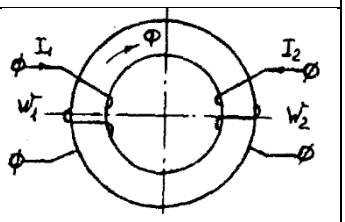
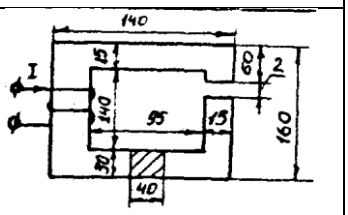
Задания к задаче 7.1.

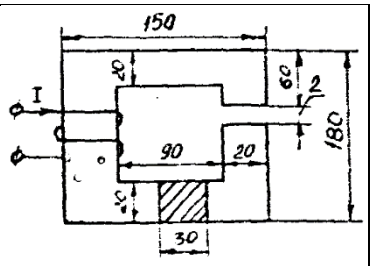
Таблица 7.3

Номер вари-анта	Содержание задания

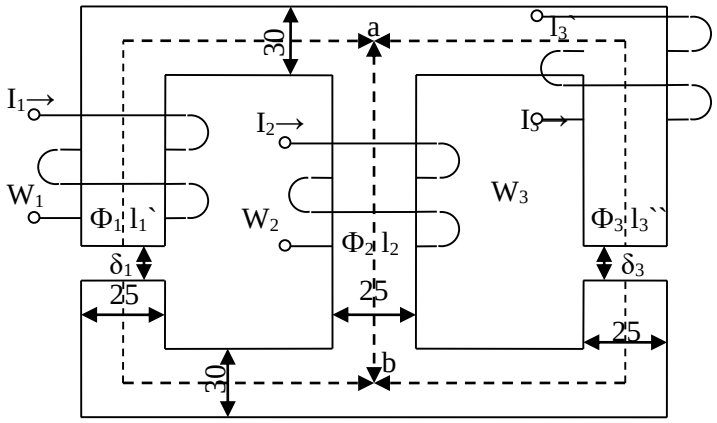
1	Катушка с количеством витков w = 1000 равномерно намотана на ферромагнитный сердечник с размерами: R_1 = 8 см; R_2 = 12 см, h = 15 см. Значение магнитного потока Ф = 0,025 Вб, магнитная проницаемость μ = 2080. Определить ток в катушке.	
2	На ферромагнитный сердечник равномерно намотана обмотка, w = 2000 витков. По обмотке протекает ток I = 0,1 А. Магнитная проницаемость μ = 1000. Определить значение магнитного потока в сердечнике.	
3	Определить ток в катушке, если значение магнитного потока в сердечнике с магнитной проницаемостью μ = 1000, Ф = 0,025 Вб. Число витков w = 1500.	
4	Катушка равномерно намотана на ферромагнитный сердечник с размерами R_1 = 8 см, R_2 = 12 см (см. рис. варианта 2). Магнитный поток в сердечнике Ф = $50 \cdot 10^{-3}$ Вб создается намагничивающей силой F = 4000 А. Определить магнитную проницаемость сердечника μ	
5	В стальном сердечнике, кривая намагничивания которого представлена на рис. варианта 10, магнитная индукция B=I,2 Тл,$l_{ср}$=30 см. Какой воздушный зазор δ нужно сделать в сердечнике, чтобы индукция уменьшилась в 1,5 раза. Ток в катушке поддерживается постоянным.	
6	Катушка равномерно намотана на сердечник (см. рис. варианта 1) с размерами:R_1 =I0 см; R_2=I4 см. Магнитная проницаемость сердечника μ=1000; число витков обмотки W=1000; сила тока в обмотке I=0,2 А. Определить значение магнитного потока в сердечнике.	
7	 Магнитопровод (рис .а) с одинаковым сечением всех ветвей S=1 $см^2$ имеет размеры: l_1=l_2=I25,2см; l_3=62,5 см; μ_1=200; μ_2=100; μ_3=100.Такой	

	магнитопровод можно заменить эквивалентной схемой (рис б), эквивалентное магнитное сопротивление $R_м$.
8	Катушка, намотанная на тороидальный сердечник круглого сечения, имеет =200 витков. Размеры сердечника (см. рис. варианта 2): R_1=10 см; R_2=20 см; μ=800. Определить максимальное значение магнитной индукции внутри сердечника, ток в катушке I = I А.
9	Определить индуктивность l катушки, если магния проницаемость сердечника μ= I0^{-3} Гн/м. Число витков W= 100. Размеры сердечника указаны на рис. варианта 3 в сантиметрах.
10	Намагничивающая сила катушки f=1860 А; длина средней линии кольца $l_{ср}$=69 ,9 см; сечение S=10 $см^2$; зазор δ =0,1 см. Пользуясь характеристикой стали B=f(H), вычислить, магнитный поток в кольце. 
11	На участке *абвг* стальной сердечник имеет сечение S_1=12 $см^2$, длина средней линии на этом участке l=22 см. На участке *аг* сечение сердечника S_2=6 $см^2$. Намагничивающая сила обмоток F=450 А; магнитный поток Ф=6*10^{-4} Вб. Кривая намагничивания представлена на рис. Варианта 10. Определить длину учаска *аг*, если величина воздушного зазора δ=0,1 мм. 
12	Найти , $R_м$ воздушного зазора постоянного магнита и магнитный поток, если δ=0,5 см, площадь поперечного сечения воздушного зазора S=1,5 $см^2$. Магнитное напряжение на воздушном зазоре 1920 А.
13	Длина стальной части сердечника $l_{ср}$=I38 см; воздушный зазор δ=0,1 мм. Кривая намагничивания материала сердечника представлена на рис. варианта 10. Определить намагничивающую силу F обмотки, которая создала бы в воздушном зазоре индукцию B=I Тл. 

14	В стальном сердечнике, кривая намагничивания которого представлена на рис. варианта10, магнитная индукция B=I Тл,$l_{ср}$=20 см. Какой воздушный зазор δ нужно сделать в сердечнике, чтобы индукция уменьшилась в два раза. Ток в катушке поддерживается постоянным.	
15	На стальное кольцо, средняя длина которого , $l_{ср}$=120 см, намотаны две обмотки: W_4= 100 витков и W_2=500 витков. Известен ток второй обмотки I_2=2 А и кривая намагничивания сердечника (см. рис. варианта 10). Определить ток первой обмотки, который обеспечил бы в сердечнике индукцию B=1,2 Тл	
16	Определить МДС и ток обмотки, если в воздушном зазоре цепи требуется получить $B_δ$=1,4 Тл. Число витков обмотки W=1000, кривая намагничивания стали приведена на рис. варианта 10.	
17	для магнитопровода, изображенного на рис. варианта 5, задано: l_1=15 см; l_2=5 см; δ=2 мм; l_3=l_5=6 см, l_4=17 см ; l_6=32 см; H_1=H_2=H_3=H_4=H_5=H_6=8 А/см; W=100 витков. Определить ток.	
18	Пользуясь характеристикой стали B=f(H), изображенной на рис. варианта 10, вычислить магнитный поток в кольце, если намагничивающая сила катушки F=2000 А; длина средней линии кольца 75 см; S=I0 см; зазор δ=0,1 см.	
19	Определить индуктивность L катушки, если абсолютная магнитная проницаемость сердечника μ = 3*10 Гн/м. Число витков W=200. Размеры сердечника указаны на рис. варианта 3 в сантиметрах.	
20	Катушка намотана на ферромагнитный сердечник (рис. варианта 1). размеры сердечника: R_1=10 см; R_2=16 см; h=16 см. Значение магнитного потока Φ=0,040 Вб, магнитная проницаемость μ=2080. Определить число витков катушки при токе I=2 А.	
21	Длина стальной части сердечника, представленного на рис. варианта 10 $l_{ср}$=69,9 см, воздушный зазор δ=0,I мм. Кривая намагничивания материала сердечника представлена на рис. варианта 10. Определить намагничивающую силу F обмотки, которая создала бы в воздушном зазоре индукцию B=3 Тл.	

22	Определить число витков обмотки, если в воздушном зазоре цепи требуется получить B_δ= 2 ,б Тл. Ток, протекающий по обмотке, I=10 А. Кривая намагничивания стали приведена на рис. варианта 10.	
23	Найти $R_м$, воздушного зазора постоянного магнита и магнитный поток, если δ=0,2 см, площадь поперечного сечения воздушного зазора S_δ=1,5 см^2. Магнитное напряжение на воздушном зазоре 2400 А.	
24	Определить значение магнитного потока сердечнике, изображенном на рис. варианта 1. Размеры сердечника R_1=12 см; R_2=18 см; h=10 см. По обмотке с числом витков W=3000 протекает ток I=2 А. Магнитная проницаемость μ=1000.	

2.2. Разветвленная цепь синусоидального тока.



l_1` = 0,24 м S_1 = 9 см^2 U_{Mab}- ?
l_2 = 0,138 м S_2 = 7,5 см^2 Φ = ∫(U_{ab})
l_3`` = 0,14 м $S_3$`` = 7,5 см^2 $Φ_1$, $Φ_2$, $Φ_3$ - ?
l_3` = 0,1 м $S_3$` = 9 см^2

Рис. 7.9.

Таблица 7.4

Варианты	I_1w_1, А	I_2w_2, А	I_3w_3, А	$δ_1$, мм	$δ_2$, мм	$δ_3$, мм
1	300	800	0	0	0,05	0,22
2	0	300	550	0,05	0,11	0
3	600	0	300	0,22	0	0,11
4	800	400	0	0	0,22	0,11
5	0	500	600	0,11	0	0,05
6	600	0	0	0	0,05	0,11
7	300	500	0	0,22	0	0,05
8	0	300	800	0,11	0,22	0

9	800	0	600	0,05	0	0,22
10	600	300	0	0,22	0,11	0
11	0	300	600	0	0,22	0,11
12	400	0	800	0,11	0	0,22
13	500	300	0	0,22	0,05	0
14	0	800	300	0	0,11	0,22
15	800	0	300	0,11	0,05	0
16	400	600	0	0,05	0	0,11
17	0	600	400	0	0,22	0,05
18	800	0	300	0,22	0,11	0
19	500	800	0	0,15	0	0,11
20	0	500	400	0	0,15	0,11
21	550	0	600	0,22	0,15	0
22	500	600	0	0,05	0	0,15
23	0	600	300	0	0,11	0,15
24	300	0	600	0,15	0,05	0

Задача 8. ТРАНСФОРМАТОРЫ

Условие задачи.

Паспортные данные трансформатора берут из табл. 8.1, где:

m - число фаз, *m=3;*

ВН/НН-*N* - схема и группа соединения обмоток;

$S_Н$ - номинальная полная мощность;

$U_{лн}^{вн}$ - номинальное (линейное) напряжение обмотки ВН;

$U_{лн}^{нн}$ - номинальное (линейное) напряжение обмотки НН;

$P_{он}$ - потери холостого хода (мощность холостого хода при номинальном напряжении);

$P_{кн}$ - потери короткого замыкания (мощность короткого замыкания при напряжении короткого замыкания);

$u_к$ - напряжение короткого замыкания, *%*, где $u_к = [U_{кн}/U_н]\cdot 100\%$;

i_0 - ток холостого хода, %, где $i_0 = [I_{0н}/I_{1н}]\cdot 100\%$.

При всех расчетах первичной считать обмотку ВН.

Последовательность решения.

По известным паспортным данным сделать следующие расчеты и построения:

1. Начертить схему соединения обмоток трансформатора заданной группы и построить векторную диаграмму напряжений для доказательства, что начерченная схема соответствует заданной группе.

2. На схеме соединения обмоток трансформатора показать линейные и фазные напряжения и токи,

3. Определить номинальные фазные значения напряжений и токов ВН и НН: $U_{1н}$, $U_{2н}$, $I_{1н}$, $I_{2н}$.

4. Рассчитать коэффициент трансформации - *K.*

5. Определить параметры Т-образной электрической схемы замещения трансформатора: R_m, X_m, R_1, R'_2, X_1, X'_2 (при расчете полагать $R_1 = R_2$ и $X_1 = X'_2$). Начертить Т-образную схему замещения с указанием всех параметров и величин.

6. Рассчитать параметры короткого замыкания R_K, X_K, Z_K, $u_{ка}$ (%), $u_{кр}$(%).

7. Составить упрощенную электрическую схему замещения трансформатора и определить фазные значения тока I_2 и напряжения U_2 при включении во вторичную цепь обмотки нагрузки Z_H (см. табл. 8.1). При расчете определить в комплексной форме приведенные значения тока I'_2 и напряжения U_2' а затем их действующие значения I_2, U_2 .

Таблица 8.1

Исходные данные для задачи 8

Номер вари-анта	ВН/НН-N	$S_к$, кВА	$U_{ЛН}^{ВН}$, кВ	$U_{ЛН}^{НН}$, кВ	$P_{0Н}$, Вт	$P_{КН}$, Вт	$U_К$, %	I_0, %	$Z_Н$, Ом
1	Y/Δ - 11	160	35	0,4	700	2650	6,5	2,4	3+ j3
2	Y/Y_N - 0	160	35	0,69	700	2650	6,5	2,4	3+ j2,25
3	Y/Δ -11	250	35	0,4	1000	3700	6,5	2,3	3+ j2,25
4	Y/Y_N - 0	250	35	0,69	1000	3700	6,5	2,3	1,6+ j1,2
5	Y/Δ -11	400	6	0,4	2180	3700	3,5	2,1	1,2+ j0,9
6	Y/Y_N - 0	400	6	0,69	2180	3700	3,5	2,1	1,1+ j1,0
7	Y/Δ -11	630	6	0,4	1560	8500	5,5	2,0	0,8+ j0,6
8	Y/Y_N - 0	630	6	0,69	1560	8500	5,5	2,0	0,7+ j0,7
9	Y/Δ -11	320	6	0,4	1675	2630	2,5	2,2	1,6+ j1,2
10	Y/Y_N - 0	320	6	0,69	1675	2630	2,5	2,2	1,4+ j1,4
11	Y/Y_N - 0	630	35	0,69	1900	7600	6,5	2,0	0,7+ j0,7
12	Y/Δ -11	630	35	0,4	1900	7600	6,5	2,0	0,6+ j0,8
13	Y/Y_N - 0	400	35	0,69	1350	5500	6,5	2,1	1,0+ j1,0
14	Y/Δ -11	400	35	0,4	1350	5500	6,5	2,1	0,6+ j0,8
15	Y/Y_N - 0	250	6	0,23	660	3700	4,5	4	0,2+j0,15
16	Δ/Y_N - 11	250	10	0,69	660	4200	4,7	4	2+ j1,5
17	Y/Δ -11	400	10	0,23	920	5500	4,5	3,5	0,4+ j0,3
18	Δ/Y_N - 11	400	6	0,69	920	5900	4,5	3,5	1,2+ j0,9
19	Y/Y_N - 0	630	10	0,4	1310	7600	5,5	3	0,4+ j0,3
20	Δ/Y_N - 11	630	6	0,69	1310	8500	5,5	3	0,8+ j0,6
21	Y/Δ - 11	200	6	0,4	875	2535	2,8	2,5	2,4+ j1,8
22	Y/Y_N - 0	200	6	0,69	875	2535	2,8	2,5	2,4+ j1,8
23	Y/Y_N - 0	250	6	0,4	740	3350	3,4	2,3	2+ j1,5
24	Y/Y_N - 0	250	6	0,69	740	3350	3,4	2,3	2+ j1,5

8. Определить значение коэффициента нагрузки при включении во вторичную цепь нагрузки $Z_Н$ и оптимальное значения коэффициента нагрузки трансформатора $\beta_{опт}$.

9. Рассчитать изменение вторичного напряжения при:

а) включении во вторичную цепь нагрузки $Z_Н$;

б) оптимальном коэффициенте нагрузки $\beta_{опт}$ и cos□$_{2=}$ 0,95 (созф2 устанавливает предприятию энергоснабжающая организация).

10. Определить КПД трансформатора при:

а) включении во вторичную цепь нагрузки $Z_Н$;

б) оптимальном коэффициенте нагрузки fW и coscp2 = 0,95. Сравнить полученные в пунктах *а* и *б* значения к. п. д. и сделать вывод.

Методические рекомендации.

При расчете многофазных симметричных электрических цепей переменного тока расчеты выполняют, как правило, на одну фазу, т. е. используя фазные значения напряжений и токов, а все энергетические параметры: мощности на входе и выходе, потери и т. п. обычно рассчитывают на все фазы, паспортные данные по мощности указаны также на все фазы.

Например:

$S=m\cdot I_Ф\cdot U_Ф$; $P=m\cdot I_Ф\cdot U_Ф\cdot cos$□$_Ф$; $\Delta P=m\cdot R\cdot I^2{}_Ф$ и т. д., где m – число фаз.

К пункту 7. При переходе от Т-образной электрической схемы замещения приведенного трансформатора к упрощенной пренебрегают током холостого хода ($I_0 = 0$). В этом случае приведенный трансформатор заменяется эквивалентной электрической схемой замещения, представляющей собой комплекс полного сопротивления короткого замыкания

$Z_K = R_K + jX_K$.

К пункту 8. Оптимальным называется значение коэффициента нагрузки, соответствующее максимальному к. п. д. трансформатора при заданном коэффициенте мощности.

Задача 9. АСИНХРОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ С ФАЗНЫМ РОТОРОМ

Условие задачи.

Известны следующие технические данные асинхронного двигателя с фазным ротором, предназначенного для работы в сети с частотой f= 50 Гц (табл. 9.1):

- число фаз m = 3;
- . - схема соединения фаз обмотки статора Δ/Y;
- число полюсов 2р ;
- номинальная мощность (полезная) $P_{2н}$;
- номинальное линейное напряжение обмотки статора $U_{лн}(\Delta)/U_{лн}$ (Y)= 220/380 В (для всех вариантов задачи);
- номинальный к. п. д. $\eta_н$
- номинальный коэффициент мощности $\cos\varphi_н$;
- номинальная частота вращения $\eta_{2н}$;
- кратность номинального момента $K_м = M_{max}/M_{ном}$;
- активное сопротивление фазы обмотки статора R_1
- активное сопротивления фазы обмотки ротора R_2;
- схема соединения фаз обмотки ротора Y;
- линейная э. д. с. неподвижного ротора $E_{2л}$
- индуктивное сопротивление рассеяния фазы обмотки неподвижного ротора X_2.

Последовательность решения.

1. Определить следующие значения, соответствующие номинальному режиму:
- номинальные полную $S_Н$, активную $P_{1н}$ и реактивную $Q_{1н}$ мощности на зажимах обмотки статора асинхронного двигателя;
- номинальные фазные напряжение $U_{1н}$ и ток $I_{1н}$ статора;
- фазную э. д. с. неподвижного ротора E_2;
- номинальное скольжение $S_Н$;
- номинальный момент на валу $M_{2н}$,

2. Начертить электрические схемы замещения фазы обмотки вращающегося и неподвижного ротора и рассчитать:

а) для вращающегося ротора:
- частоту э. д. с. и тока ротора в номинальном режиме $f_{2н}$;
- номинальную фазную э. д. с. ротора $E_{2Sн}$ индуктивное сопротивление рассеяния фазы ротора в номинальном режиме $X_{2Sн}$;

Таблица 9.1

Исходные данные к задаче 9

Номер вари-анта	Тип двигателя	2р	$P_{2н}$, кВт	$\eta_н$, %	$\cos\varphi_н$	$n_{2н}$, об/мин	$K_М$	R_1, Ом	$E_{2Л}$, В	R_2, Ом	X_2, Ом
0	4АК16034УЗ	4	11,0	86,5	0,86	1438	3,2	0,373	305	0,321	0,576
1	4АК160М4УЗ	4	14,0	88,0	0,87	1448	3,5	0,255	300	0,207	0,385

2	4АК180М4У3	4	18,5	89,5	0,88	1457	4,0	0,135	294	0,125	0,232
3	4АК200М4У3	4	22,0	90,0	0,87	1467	4,0	0,124	338	0,107	0,309
4	4АК2004У3	4	30,0	90,0	0,87	1462	4,0	0,099	349	0,0964	0,281
5	4АК1606У3	6	7,7	88,5	0,77	951	3,5	0,664	300	0,518	0,906
6	4АКГ60М6У3	6	10,0	84,5	0,76	959	3,8	0,401	310	0,358	0,800
7	4АК180М6У3	6	13,0	86,0	0,86	957	4,0	0,267	324	0,317	0,608
8	4АК200М6У3	6	18,5	88,5	0,81	971	3,5	0,168	360	0,190	0,387
9	4АК2006У3	6	22,0	88,0	0,80	969	3,5	0,149	330	0,143	0,308
10	4АК225М6У3	6	30,0	90,0	0,85	976	2,5	0,106	141	0,015	0,046
11	4АК1608У3	8	5,5	80,0	0,70	706	2,5	0,887	301	0,861	1,605
12	4АК160М8У3	8	7,1	82,0	0,70	712	3,0	0,622	290	0,537	1,413
13	4АК180М8У3	8	11,0	85,5	0,72	718	3,5	0,333	267	0,253	0,684
14	4АК200М8У3	8	15,0	86,0	0,73	719	3,0	0,233	356	0,322	0,625
15	4АК2008У3	8	18,5	87,0	0,73	727	3,0	0,187	301	0,1405	0,366
16	4АНК1604У3	4	14,0	85,0	0,85	1425	3,0	0,358	328	0,349	0,572
17	4АНК160М4У3	4	17,0	87,5	0,87	1441	3,5	0,229	314	0,210	0,388

18	4АНК1804УЗ	4	22,0	87,0	0,86	1423	3,2	0,163	299	0,190	0,315
19	4АНК180М4УЗ	4	30,0	90,0	0,86	1450	3,2	0,097	291	0,088	0,164
20	4АНК1806УЗ	6	13,0	83,5	0,81	940	3,0	0,363	204	0,173	0,240
21	4АНК180М6УЗ	6	18,5	85,0	0,82	941	3,0	0,241	336	0,326	0,466
22	4АНК200М6УЗ	6	22,0	89,0	0,81	967	3,0	0,1505	379	0,201	0,514
23	4АНК1808УЗ	8	11,0	85,0	0,76	711	3,2	0,417	315	0,431	0,640
24	4АНК180М8УЗ	8	14,0	86,5	0,77	722	3,5	0,303	307	0,235	0,392
25	4АНК200М8УЗ	8	18,5	86,5	0,78	721	2,5	0,242	382	0,283	0,734
26	4АНК2008УЗ	8	22,0	86,0	0,79	713	2,5	0,1905	330	0,244	0,470

- номинальный фазный ток ротора $I_{2н}$;
- приведенный номинальный фазный ток $I'_{2н}$;, б) для неподвижного ротора:
- фазный ток ротора 1_2;
- приведенные значения R'_2, X'_2, E'_2, I'_2.

Сравнить вычисленные значения фазного тока $1_{2н}$ и 1_2 (или $I'_{2н}$ и I'_2).

3. Рассчитать энергетические параметры асинхронного двигателя, работающего в номинальном режиме:

- номинальные электромагнитную мощность $P_{эм.н}$ и электромагнитный момент $M_{эм.н}$; '
- номинальную полную механическую мощность $P_{мех.н}$,
- сумму потерь $\Sigma\Delta P$;
- построить энергетическую диаграмму преобразования активной энергии при работе двигателя в номинальном режиме.

4. Вычислить значение критического скольжения $S_{кр}$ при работе асинхронного двигателя с закороченным ротором (без добавочного сопротивления в цепи ротора); определить параметры короткого замыкания R_K и $X_к$ асинхронного двигателя.

5. Начертить электрическую схему пуска асинхронного двигателя с фазным ротором.

6. В одной системе координат построить следующие механические характеристики $n_2 = f(M_{ЭМ})$.

- естественную при соединении обмотки статора в треугольник и подключении к сети с линейным напряжением 220 В и закороченной обмоткой ротора;
- искусственную при том же соединении обмотки статора и включении в цепь ротора пускового реостата R_a сопротивление которого необходимо выбрать таким образом, чтобы

начальный пусковой момент был равен максимальному *($M_П=M_{max}$).* Рассчитать значение этого сопротивления.

Методические рекомендации.

К пункту 2. В связи с тем, что в асинхронном двигателе с фазным ротором число фаз обмотки статора всегда равно числу фаз обмотки ротора *($m_1 = m_2$),* коэффициент приведения э. д. с. равен коэффициенту приведения токов *($K_E = K_I$).* Коэффициент приведения э. д. с. можно определить из паспортных данных

$$K_E = K_{об1}\, W_1/K_{об2}\, W_2 = U_{1н}/E_2. \quad (9.1)$$

К пункту 3. Добавочные потери в асинхронном двигателе могут быть определены по формуле

$$\Delta P_Д = 0{,}005 P_{1н}(I_1/I_2)^2. \quad (9.2)$$

К пункту 4. Значение критического скольжения можно рассчитать по упрощенной формуле Клосса

$$M_{эм}/M_{max} = 2/(S/S_{кр} + S_{кр}/S) = 1/K_M. \quad (9.3)$$

При решении квадратного уравнения необходимо выбрать корень, удовлетворяющий условию $S_{кр} > S_Н$.

Также значение критического скольжения можно рассчитать по формуле

$$S_{кр} = R'_2/\sqrt{R_1^2 + X_к^2}. \quad (9.4)$$

Индуктивное сопротивление $X_к$ можно определить из

$$M_{max} = \frac{\left(\frac{m_1}{2\Omega_1}\right)\left(\frac{U_{1н}^2}{R_1+\sqrt{R_1^2+X_к^2}}\right)}{}, \quad (9.5)$$

где $\Omega_1 = \omega_1/p = 2\pi f_1/p$ - угловая скорость вращения магнитного поля в воздушном зазоре.

Задача 10. ДВИГАТЕЛЬ ПОСТОЯННОГО ТОКА ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ВОЗБУЖДЕНИЯ

Условие задачи.

Известны следующие технические данные двигателя постоянного тока параллельного возбуждения (табл. 10.1):

- номинальная полезная мощность *P^,*
- номинальное напряжение якоря и обмотки возбуждения £/н;
- номинальная частота вращения иН;
- номинальный к. п. д. %;
- сопротивление обмотки добавочных полюсов *R_{in}.;*
- сопротивление обмотки параллельного возбуждения *$г_в$;*
- падение напряжения на щетках Д[/щ = 2 В при /„ *Ф* 0.

Исходные данные для задачи 10

Таблица 10.1

Номер вари-анта	$P_{2Н}$, кВт	$U_Н$, В	$n_Н$, об/мин	$\eta_Н$, %	$R_а$, Ом	$R_{ДП}$, Ом	$r_В$, Ом	$R_Р$, Ом	$r_Р$, Ом
1	1,0	110	3000	71,5	0,6	0,35	365	5 $R_а$	$r_В$
2	0,9	110	2000	73,0	0,64	0,4	340	7 $R_а$	0,5 $r_В$
3	1,3	110	3150	76,0	0,36	0,36	340	9 $R_а$	$r_В$
4	0,55	220	3000	71,0	1,0	0,55	222	10 $R_а$	0,5 $r_В$
5	0,75	110	3000	78,5	0,64	0,4	720	4 $R_а$	$r_В$
6	1,2	220	2200	76,5	0,79	0,33	103	6 $R_а$	0,5 $r_В$
7	2,0	110	3000	78,5	0,2	0,14	265	8 $R_а$	$r_В$
8	1,1	220	1500	74,0	2,2	1,57	81	10 $R_а$	0,5 $r_В$
9	1,7	110	2200	77,0	0,29	0,24	295	5 $R_а$	$r_В$

10	2,2	220	3150	81,0	0,52	0,51	81	7 R_a	0,5 r_B
11	1,5	110	1590	70,0	0,42	0,36	181	9 R_a	r_B
12	2,5	220	2200	76,0	0,79	0,68	39,4	4 R_a	0,5 r_B
13	3,4	110	3350	79,5	0,46	0,05	96,3	6 R_a	r_B
14	5,3	220	3000	80,0	0,24	0,2	25,3	8 R_a	0,5 r_B
15	1,4	110	3000	78,5	0,2	0,13	403	10 R_a	r_B
16	1,6	110	790	68,0	0,47	0,31	134	5 R_a	0,5 r_B
17	7,0	110	2200	81,0	0,07	0,05	111	7 R_a	r_B
18	4,0	220	1500	79,0	0,56	0,34	35	9 R_a	0,5 r_B
19	10,5	440	3000	85,0	0,56	0,34	25,6	4 R_a	r_B
20	1,9	110	750	71,0	0,32	0,27	138	6 R_a	0,5 r_B
21	3,0	220	1000	75,5	0,88	0,64	37,5	8 R_a	r_B
22	5,5	110	1500	80,0	0,88	0,07	101	10 R_a	0,5 r_B
23	8,5	440	2240	84,5	0,67	0,45	25	5 R_a	r_B
24	3,7	220	2360	81,0	0,35	0,22	54,5	7 R_a	0,5 r_B

Последовательность решения.

1. Начертить электрическую схему двигателя постоянного тока параллельного возбуждения с включением добавочных регулировочных резисторов в цепь якоря R_P и в цепь обмотки возбуждения r_P.

2. Определить номинальную мощность на входе двигателя P_{1H}, номинальные токи якоря I_{AH} и возбуждения i_{BH} и номинальный момент на валу двигателя M_{2H}.

3. Рассчитать и построить в одной системе координат механические характеристики двигателя постоянного тока, включенного в сеть с номинальным напряжением U_H:

а) естественную ($R_P = 0$; $r_P = 0$);

б) искусственную при включении регулировочного реостата в цепь якоря ($R_P \neq 0$; $r_P = 0$);

в) искусственную при включении регулировочного реостата в цепь возбуждения ($R_P = 0$; $r_P \neq 0$).

4. Объяснить, что произойдет с работающим двигателем при обрыве в цепи возбуждения, если система автоматической защиты из-за неисправности не отключит вовремя двигатель от сети.

5. Рассчитать максимальные значения сопротивления пускового реостата R_{max}, включенного в цепь якоря, при реостатном способе пуска двигателя, если известно, что пусковой ток не должен превышать двойного номинального значения ($I_{AП} \leq 2I_{AH}$).

Методические рекомендации.

К пункту 2. В двигателе постоянного тока параллельного возбуждения номинальный ток $I_H = I_{AH} + i_{BH}$

К пункту 3. Для решения задачи необходимо рассчитать произведение конструктивной постоянной электрической машины на номинальный магнитный поток $c\Phi_H$, при U_n. Это значение можно определить из паспортных данных двигателя, используя выражения:

$$E_A = c\Phi_H \Omega_H$$

$$E_A = U_H - I_{AH}(R_a + R_{ДП}) - \Delta U_{Щ}$$

где E_A - э.д.с. якоря; Ω_H - угловая скорость двигателя постоянного тока; R_a - сопротивление обмотки якоря.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бессонов Л. А. Теоретические основы электротехники. Ч, 1. Электрические цепи. М.: Высшая школа. 1996. 628 с.

2. Каплянский А. Е., Лысенко А. П., Полотовский Л. С. Теоретические основы электротехники / Под ред. А. Е. Каплянского. М.: Высшая школа, 1972. 447 с.

3. Нейман Л.Р., Демирчан К.С. Теоретические основы электротехники. Т. 1: Ч. 1. Основные понятия и законы теории электромагнитного поля и теории электрических и магнитных цепей. Ч. 2. Теория линейных электрических цепей. Л.: Энергоиздат. Ленинградское отделение, 1981. 533 с.

4. Нейман Л. Р., Демирчан К. С. Теоретические основы электротехники. Т. 2: Ч. 3. Теория нелинейных электрических и магнитных цепей. Ч. 4. Теория электромагнитного поля. Л.: Энергоиздат. Ленинградское отделение. 1981.415 с.

5. Атабеков Г. И. Основы теории цепей: Учебник для вузов. М: Энергия, 1969. 424 с.

6. Атабеков Г. И. и др. Теоретические основы электротехники. Ч. 2. Нелинейные цепи. М.: Энергия, 1970. 232 с.

7. Нейман Л. Р., Демирчан К. С. Теоретические основы электротехники: Учебник для вузов. В 2-х тт. Том 2. 3-е изд., перераб. и доп. Л.: Энергоиздат. Ленинградское отделение, 1981. 416 с.

Федеральное агентство по образованию
ГОУ ВПО
«Уральский государственный горный университет»



Проректор по учебно-методическому комплексу
Упоров С.А.

Т. И. Королюк

ФУНКЦИИ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ

Учебное пособие
по разделу дисциплины «Математика в профессиональной деятельности»
для студентов специальности
15.02.16 Технология машиностроения

Екатеринбург

ОГЛАВЛЕНИЕ

ОГЛАВЛЕНИЕ…….....3
ВВЕДЕНИЕ…….4
1. КОМПЛЕКСНЫЕ ЧИСЛА И ПОНЯТИЕ ФУНКЦИИ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ…….....5
2. ВЫДЕЛЕНИЕ ДЕЙСТВИТЕЛЬНОЙ И МНИМОЙ ЧАСТЕЙ ФУНКЦИИ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ……6
3. ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ФУНКЦИИ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ….....7
4. ПРЕДЕЛ ФУНКЦИИ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ……..…12
5. НЕПРЕРЫВНОСТЬ ФУНКЦИИ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ…….....14
6. НЕКОТОРЫЕ ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ ФУНКЦИИ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ……...15
6.1. Показательная функция e^z ……..…….……...15
6.2. Тригонометрические функции sin *z*, cos *z* ……..……..…..16
6.3. Логарифмическая функция *Ln z* ……..……..16
6.4. Общая степенная функция z^γ ……..……...17
7. ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЕ ФУНКЦИЙ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ.....19
7.1. Определение производной…….……..…19
7.2. Необходимые и достаточные условия дифференцируемости функции комплексной переменной (условия Коши-Римана)……..…….....19
7.3. Правила дифференцирования……..…….....22
7.4. Аналитические функции……..…….....22
7.5. Геометрический смысл производной функции комплексной переменной.....23
8. ИНТЕГРИРОВАНИЕ ФУНКЦИЙ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ...…….....25
8.1. Интеграл от функции комплексной переменной……..25
8.2. Вычисление интеграла от функции комплексной переменной.……..27
8.3. Основная теорема Коши…….……..……...29
8.4. Теорема Коши для многосвязной области…….....31
8.5. Вычисление интеграла от аналитической функции...…….....32
8.6. Особые точки – полюсы…….....34
8.7. Определение вычета…….....34
8.8. Формулы для вычисления вычетов……..…….....35
8.9. Теорема Коши о вычетах……..…….....36
9. ВЫЧИСЛЕНИЕ НЕСОБСТВЕННЫХ ИНТЕГРАЛОВ……..…….....40
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ……43

ВВЕДЕНИЕ

Предлагаемое пособие предназначено для студентов всех специальностей. В пособии приведены теоретические сведения по теме « Функции комплексной переменной» в объеме курса лекций по этому разделу дисциплины «Математика в профессиональной деятельности». Теоретический материал сопровождается решением задач с подробными объяснениями, а также даны варианты заданий, которые могут быть использованы как для самостоятельной работы студентов в аудитории в присутствии преподавателя, так и в качестве домашних и аудиторных контрольных работ.

Целью работы является активация самостоятельной работы студентов и содействие более глубокому усвоению одного из разделов курса математики.

ФУНКЦИИ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ

1. КОМПЛЕКСНЫЕ ЧИСЛА И ПОНЯТИЕ ФУНКЦИИ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ

Число вида $z = x + iy$, где x и y – действительные числа, а i – так называемая мнимая единица $(i^2 = -1)$, называется комплексным числом. Действительные числа x и y называются соответственно действительной и мнимой частями комплексного числа z и обозначаются: $x = \mathrm{Re}\, z,\ y = Jmz,$ где Re – начальные буквы латинского слова *realis* – действительный, *Jm* – начальные буквы слова *imaginarius* – мнимый.

Два комплексных числа считаются равными, если равны одновременно их действительные и мнимые части.

Геометрически комплексное число $z = x + iy$ изображается либо точкой плоскости xOy с координатами (x, y), либо вектором, направленным из начала координат в эту точку. Если комплексное число z – действительное, т. е. $z = x$, то соответствующая ему точка лежит на оси Ox, поэтому ось абсцисс называется действительной осью. Чисто мнимые числа $z = iy$ изображаются точками оси Oy, поэтому ось ординат называется мнимой осью.

Если $z = x + iy$, то сопряженное с ним есть $\bar{z} = x - iy$.

Комплексная величина $z = x + iy$, где x и y – действительные переменные, называется комплексной переменной. Плоскость, на которой изображаются комплексные числа или комплексная переменная z, называется комплексной плоскостью C.

Введем понятие функции комплексной переменной.

Пусть дано некоторое множество D комплексных чисел. Если каждому значению переменной $z \in D$ ставится в соответствие вполне определенное значение переменной w, то переменная w называется функцией комплексной переменной z, в записи: $w = f(z)$. Если каждому значению $z \in D$ соответствует несколько значений w, то функция называется многозначной.

Множество D, состоящее из всех значений независимой переменной z, называется областью определения функции $w = f(z)$, а о функции говорят, что она определена или задана на множестве D. Геометрически область определе-

ния функции изображается некоторым множеством точек на комплексной плоскости z.

Примеры

1. Функция $w = z^2$ определена на всей плоскости z, функция однозначная.
2. Функция $w = \sqrt{z}$ определена на всей плоскости и двузначна.
3. Функция $w = \dfrac{1}{z-3}$ определена при всех значениях z, кроме $z = 3$, поэтому область ее определения есть вся комплексная плоскость z, из которой удалена точка $z = 3$. Функция однозначная.

2. ВЫДЕЛЕНИЕ ДЕЙСТВИТЕЛЬНОЙ И МНИМОЙ ЧАСТЕЙ ФУНКЦИИ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ

Пусть дана функция $w = f(z)$. Обозначим $z = x + iy$, $w = u + iv$. Тогда $w = f(z)$ перепишется в виде $u + iv = f(x + iy)$.

Отсюда видно, что действительная и мнимая части u, v переменной w являются функциями действительной и мнимой частей x, y переменной z:
$u = u(x, y)$, $v = v(x, y)$.

Итак, задание функции комплексной переменной $w = f(z)$ равносильно заданию двух действительных функций от двух действительных переменных.

Примеры

1. Для функции $w = z^2$, при $z = x + iy$, $w = u + iv$ имеем $w = u + iv = (x + iy)^2$ или $u + iv = x^2 - y^2 + i2xy$, откуда $u = x^2 - y^2$, $v = 2xy$.

2. $w = \dfrac{1}{z}$, $z \neq 0$.

$$z = x + iy,\ w = u + iv, \text{ тогда } u + iv = \frac{1}{x + iy}$$

или $u + iv = \dfrac{x - iy}{x^2 + y^2}$, откуда $u = \dfrac{x}{x^2 + y^2}$, $v = -\dfrac{y}{x^2 + y^2}$.

3. $w = Jmz$

$$u + iv = y, \text{ откуда } u = y, \quad v = 0.$$

3. ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ФУНКЦИИ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ

Геометрическую интерпретацию функции одной действительной переменной $y = f(x)$ можно получить с помощью ее графика в плоскости Oxy, строя для каждой пары соответствующих друг другу значений x и y точку с координатами (x, y).

В случае же комплексных переменных, поступая аналогично, нужно было бы строить точку для каждой пары соответствующих друг другу комплексных чисел $z = x + iy$ и $w = u + iv$. Такая точка (z, w) должна определяться четырьмя действительными координатами (x, y, u, v). В трехмерном пространстве построить такую точку нельзя. Поэтому поступим так.

Возьмем две плоскости: на одной – плоскости аргумента (плоскость Oxy, плоскость (z)) – будем изображать комплексные числа $z = x + iy$, $z \in D$, D – область определения функции $w = f(z)$, а на другой – плоскости функции (пл. 0, uv, плоскость (w)) – соответствующие им комплексные числа w (рис. 1). Получим, что задание функции $w = f(z)$ позволяет каждой точке $z \in D$ плоскости аргумента поставить в соответствие точку $w \in D_1$ плоскости функции,

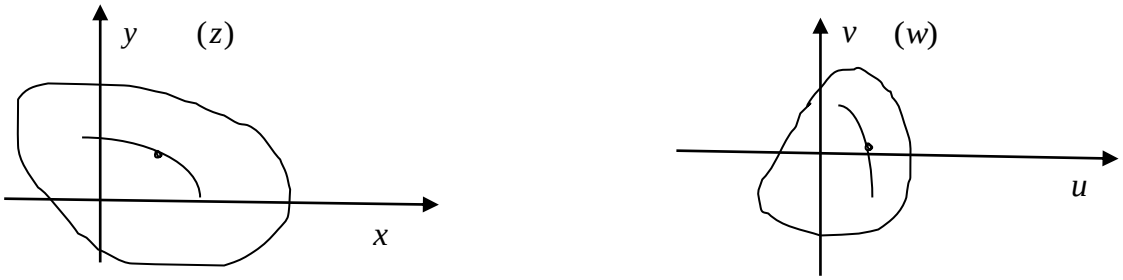


Рис. 1. Геометрическое изображение функции комплексной переменной

т. е. отображает множество D на множество D_1.

Иногда удобно плоскости Oxy и O_1uv совместить (ось O_1u с осью Ox, ось O_1v с осью Oy). Тогда значения незави симой переменной z и функции w изображаются точками одной и той же плоскости.

Пусть $w = f(z)$ – функция комплексной переменной. Если точка $z = x + iy$ описывает какую-либо кривую L в плоскости Oxy, все точки кривой принадлежат множеству D, то соответствующая точка $w = u + iv$ описывает в плоскости

O_1uv, как правило, тоже некоторую линию L_1 (рис. 1). Можно сказать, что при отображении $w = f(z)$ кривая L переходит в кривую L_1.

Но не всякая функция комплексной переменной отображает кривую в кривую, а область в область. Так функция $w = \operatorname{Re} z$ отображает всю плоскость z в действительную ось плоскости w.

Для «хороших» функций (например, аналитических, которые мы рассмотрим позже), как правило, образ кривой – кривая, образ области – область.

Поставим вопрос: как, зная кривую L, найти кривую L_1. Если кривая L задана уравнением в комплексной форме $z = g(t)$, то, заменив в равенстве $w = f(z)$ переменную z функцией $g(t)$, мы получим уравнение $w = f(g(t))$ кривой L_1 в комплексной форме. Однако чаще кривая L задается уравнением в прямоугольных координатах $\varphi(x, y) = 0$.

Для кривой L_1 обозначим текущие координаты через u и v, поскольку эта кривая описывается точкой $w = u + iv$. Уравнение кривой L_1 мы должны получить в форме $\Psi(u, v) = 0$. Возьмем на кривой L_1 некоторую точку $w = u + iv$. Она соответствует некоторой точке $z = x + iy$ кривой L. Так как z и w связаны соотношением $w = f(z)$, то $u = u(x, y)$, $v = v(x, y)$. Решая эту систему уравнений относительно x и y, получим $x = x(u, v)$, $y = y(u, v)$. Подставляя эти выражения для x и y в уравнение $\varphi(x, y) = 0$, получим уравнение $\varphi(x(u, v), y(u, v)) = 0$. Это уравнение и будет уравнением $\psi(u, v) = 0$ кривой L_1.

Если плоскости Oxy и O_1uv совмещены, то кривые L и L_1 расположены на одной плоскости. Линия L_1 называется образом линии L.

Иногда удобно выразить из уравнения $w = f(z)$ сначала z без w, а затем x и y через u и v.

Пример 1

Кривая L задана на плоскости Oxy уравнением $x^2 + y^2 = 4$. Найти ее образ при отображении $w = 2iz - 1$.

Решение

Положим $z = x + iy$, $w = u + iv$. Тогда равенство $w = 2iz - 1$ перепишется в виде $u + iv = 2i(x + iy) - 1$, откуда $u = -2y - 1$, $v = 2x$. Выражаем x и y через u и v: $x = \frac{v}{2}$, $y = -\frac{u+1}{2}$. Подставляем найденные выражения для x и y в уравнение

$x^2+y^2=4$ кривой $L:\ \left(\frac{v}{2}\right)^2+\frac{(u+1)^2}{4}=4$. После упрощения получаем уравнение кривой L_1 в виде $(u+1)^2+v^2=16$.

Итак, кривая L – окружность с центром в начале координат радиуса 2 – преобразуется с помощью заданной функции $w=2\,i\,z-1$ в кривую L_1 – окружность с центром $(-1;\,0)$ радиуса 4.

Пример 2

При отображении $w=\frac{1}{z}$ найти образ прямой линии $y=x+1$.

Решение

Из уравнения $w=\frac{1}{z}$ находим $z=\frac{1}{w}$. Подставим $z=x+iy$,

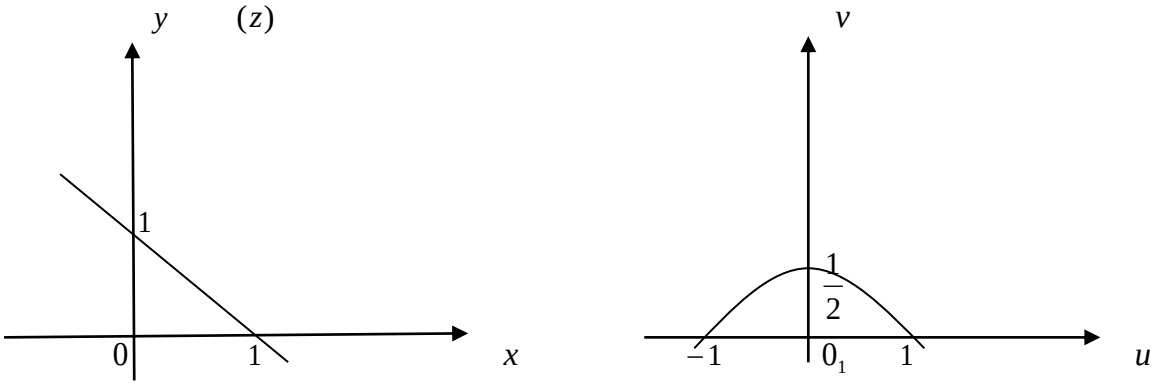
$w=u+iv:\ x+iy=\frac{1}{u+iv}$, $x+iy=\frac{u-iv}{u^2+v^2}$, откуда $x=\frac{u}{u^2+v^2}$, $y=-\frac{v}{u^2+v^2}$.

Найденные выражения для x и y подставим в уравнение линии $L\quad y=x+1$: $\quad -\frac{v}{u^2+v^2}=\frac{u}{u^2+v^2}+1$, после преобразования имеем $u^2+v^2+u+v=0$ или $\left(u+\frac{1}{2}\right)^2+\left(v+\frac{1}{2}\right)^2=\frac{1}{2}$. Это уравнение в плоскости O_1uv определяет линию L_1 - окружность с центром $\left(-\frac{1}{2};-\frac{1}{2}\right)$ радиуса $\frac{1}{\sqrt{2}}$.

Пример 3

Пусть $w=z^2$. Найти образ прямой $x+y=1$.

Выделяя действительную и мнимую части функции $w=z^2$, получим $u=x^2-y^2,\ \ v=2xy$. Далее из трех уравнений $u=x^2-y^2,\ \ v=2xy,\ \ x+y=1$ исключаем x и y: $\quad u=(x-y)(x+y)\quad$ или $\quad u=(x-y)$, так как $x+y=1$, тогда $u^2+2v=x^2-2xy+y^2+4xy=(x+y)^2=1$. Получили уравнение образа $u^2+2v=1$ – это уравнение параболы в плоскости O_1uv, вершина которой – точка $\left(0;\,\frac{1}{2}\right)$.



Пример 4

Построить на комплексной плоскости множество точек z, удовлетворяющих условиям:

а) $|z-3+2i|=1$; б) $-1<\operatorname{Re} z<1$; в) $Jmz=-2$; г) $|z-1|+|z+1|<3$;

д) $1<|z+2i|<2$; е) $\frac{\pi}{4}<\arg z<\pi$; ж) $|z|<1$; $-\frac{\pi}{4}<\arg z<\frac{\pi}{4}$.

Решение

а) $|z-3+2i|=|z-(3-2i)|$ есть расстояние от точки z до точки $3-2i$.

Значит, уравнению *а*) удовлетворяют все точки z, лежащие на окружности радиуса 1 с центром $(3;-2)$.

б) Полагая $z=x+iy$, имеем $\operatorname{Re} z=\operatorname{Re}(x+iy)=x$.

Значит, условие *б*) можно записать так: $-1<x<1$. Очевидно, этому условию удовлетворяют точки z, лежащие в полосе между прямыми $x=-1$ и $x=1$, параллельными оси Oy.

в) Полагая $z=x+iy$, имеем $Jmz=Jm(x+iy)=y$.

Значит, условие *в*) можно записать так: $y=-2$. Этому условию удовлетворяют точки прямой $y=-2$, параллельной оси Oy.

г) Равенство $|z-1|+|z+1|<3$ выражает, что сумма расстояний от точки z до точек $+1$ и -1 равна 3. Множество таких точек есть эллипс с фокусами в точках $+1$ и -1 $(c=1)$ и с большой осью $2a=3$. Значит, неравенству *г*) удовлетворяют точки, лежащие внутри этого эллипса с полуосями $a=\frac{3}{2}$, $b=\frac{\sqrt{5}}{2}$.

д) Неравенству *д*) удовлетворяют все точки кольца, ограниченного концентрическими окружностями радиусов 1 и 2 с центром в точке $(0, -2)$.

е) Неравенство *е*) определяет множество точек z, лежащих внутри угла, вершина которого находится в начале координат, а сторонами являются лучи, наклоненные к положительному направлению оси Ox под углами $\frac{\pi}{4}$ и π.

ж) Система неравенств *ж*) определяет сектор, ограниченный окружностью с центром в начале координат радиуса 1 и радиусами, образующими с осью Ox углы $-\frac{\pi}{4}$ и $\frac{\pi}{4}$.

Для проверки усвоения пройденного материала на практических занятиях студентам можно предложить выполнить самостоятельные работы.

Самостоятельная работа № 1

Вариант 1

1) Найти модули и аргументы комплексных чисел:

$$z_1 = -2; \quad z_2 = 1 - i; \quad z_3 = -1 - \sqrt{3}\, i; \quad z_4 = 5.$$

2) Построить на комплексной плоскости (z) кривые, заданные уравнениями:

а) $|z| = 3$; б) $|z + 1 - 2i| = 2$; в) $Jmz = 4$; г) $\arg z = \frac{\pi}{6}$.

Вариант 2

1) Найти модули и аргументы комплексных чисел:

$z_1 = -2i$; $z_2 = -\sqrt{3} + i$; $z_3 = -2 - 2i$; $z_4 = -4$.

2) Построить на комплексной плоскости (z) кривые, заданные уравнениями:

а) $|z - 3 + 2i| = 1$; б) $|z| = 2$; в) $\operatorname{Re} z = 4$; г) $\arg z = \frac{2\pi}{3}$.

Самостоятельная работа № 2

Вариант 1

1) Найти образ линии $x^2 + y^2 = 1$ при отображении $w = \frac{1}{z}$.

2) Построить на комплексной плоскости (z) множества точек z, удовлетворяющих неравенствам:

а) $2 < |z + 2i| < 4$; б) $\mathrm{Re}\, z < -1$; в) $\frac{\pi}{2} < \arg z < \frac{3\pi}{4}$; г) $|z + 1| < 1$ и $Jmz < 0$.

Вариант 2

1) Найти образ линии $y = x^2$ при отображении $w = i\,z + 1$.

2) Построить на комплексной плоскости (z) множества точек z, удовлетворяющих неравенствам:

а) $-1 < Jmz < 2$; б) $|z + 3 + i| > 1$; в) $\arg z > \frac{\pi}{3}$; г) $|z + 1| < 1$ и $\mathrm{Re}\, z < -1$.

4. ПРЕДЕЛ ФУНКЦИИ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ

Пусть $w = f(z)$ – однозначная функция, определенная для любого $z \in D$ за исключением, может быть, точки z_0.

Говорят, что функция $f(z)$ стремится к пределу $A (A \neq \infty)$, когда $z \to z_0$ (конечному), и пишут $\lim_{z \to z_0} f(z) = A$, если для любого сколь угодно малого положительного числа ξ можно найти положительное число $\delta = \delta(\xi)$ такое, что для всех z, отличных от z_0 и удовлетворяющих неравенству $|z - z_0| < \delta$, выполняется неравенство $|f(z) - A| < \xi$. Геометрически это означает, что как только z попадет в δ – окрестность точки z_0, то $w = f(z)$ попадет в ξ- окрестность точки A.

Полагая $A = B + iC$, $f(z) = u(x, y) + iv(x, y)$, $z_0 = x_0 + i\,y_0$, докажем теорему, устанавливающую связь между пределом функции и пределами ее действительной и мнимой частей.

Теорема

Если существует $\lim_{z\to z_0} f(z) = A = B + iC$, то существуют

$\lim\limits_{\substack{x\to x_0\\ y\to y_0}} u(x, y) = B$ и $\lim\limits_{\substack{x\to x_0\\ y\to y_0}} v(x, y) = C$.

Доказательство

$$f(z) - A = u(x, y) - B + i(v(x, y) - C).$$

Тогда $|f(z) - A| = \sqrt{(u(x, y) - B)^2 + (v(x, y) - C)^2} < \xi$

при $|z - z_0| = \sqrt{(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2} < \delta$ по определению предела.

Отсюда следует, что $|u(x, y) - B| < \xi$ и $|v(x, y) - C| < \xi$

при $|x - x_0| < \delta$ и $|y - y_0| < \delta$.

А это означает, что $\lim\limits_{\substack{x\to x_0\\ y\to y_0}} u(x, y) = B$ и $\lim\limits_{\substack{x\to x_0\\ y\to y_0}} v(x, y) = C$.

Справедливо и обратное утверждение.

Из доказанной теоремы следует: если $f(z) \to A$, то $|f(z)| \to |A|$, $\arg f(z) \to \arg A$ при условии $A \neq 0, \infty$.

Действительно,

$$|f(z)| = \sqrt{u^2 + v^2} \to \sqrt{B^2 + C^2} = |A|;\ \arg f(z) = arc\,tg\frac{v}{u} \to arc\,tg\frac{C}{B} = \arg A.$$

Поэтому основные теоремы о пределах функций действительных переменных распространяются без изменения на пределы функций комплексной переменной.

Например, если функции $f(z)$ и $g(z)$ определены в некоторой области D и для них $\lim_{z\to z_0} f(z) = A_1$; $\lim_{z\to z_0} q(z) = A_2$, то $\lim_{z\to z_0} (f(z) \pm q(z)) = A_1 \pm A_2$; $\lim_{z\to z_0} f(z)\,q(z) = A_1 A_2$; $\lim_{z\to z_0} \frac{f(z)}{q(z)} = \frac{A_1}{A_2}$, если $A_2 \neq 0$.

Говорят, что $\lim_{z\to z_0} f(z) = A$, $A \neq \infty$, если для любого $\xi > 0$ существует $N(\xi)$ такое, что при $|z| > N(\xi)$ выполняется неравенство $|f(z) - A| < \xi$.

Говорят, что $\lim_{z \to z_0} f(z) = \infty$, если для любого $N > 0$ можно указать такую окрестность точки z_0, что если $z \in D$ и $z \neq z_0$ принадлежит этой окрестности, то $|f(z)| > N$.

Часто применяется понятие о пределе функции по кривой. Говорят, что $f(z) \to A$ при $z \to z_0$ по кривой L, если выполнение условия $|f(z) - A| < \xi$ при $|z - z_0| < \delta$ рассматривается только для точек z, лежащих на кривой L.

Очевидно, если $f(z) \to A$ при $z \to z_0$, то $f(z) \to A$ и по любой кривой. Если же по двум кривым функция имеет разные пределы или по какой-нибудь кривой предела вовсе нет, то $\lim_{z \to z_0} f(z)$ не существует.

5. НЕПРЕРЫВНОСТЬ ФУНКЦИИ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ

Пусть функция $w = f(z)$ определена в точке z_0 и в некоторой ее окрестности.

Функция $f(z)$ называется непрерывной в точке z_0, если $\lim_{z \to z_0} f(z) = f(z_0)$.

Как и в анализе функций действительных переменных, назовем $z - z_0 = \Delta z$ приращением аргумента, а $f(z) - f(z_0) = \Delta w$ – приращением функции. Тогда функция $f(z)$ будет непрерывной в точке z_0, если $\lim_{\Delta z \to 0} \Delta w = 0$. Условие непрерывности функции $f(z) = u(x, y) + iv(x, y)$ в точке $z_0 = x_0 + iy_0$ эквивалентно двум следующим: $\lim\limits_{\substack{x \to x_0 \\ y \to y_0}} u(x, y) = u(x_0, y_0)$ и $\lim\limits_{\substack{x \to x_0 \\ y \to y_0}} v(x, y) = v(x_0, y_0)$, выражающим непрерывность двух действительных функций $u(x, y)$ и $v(x, y)$ в той же точке (x_0, y_0). Справедливо и обратное утверждение. Отсюда следует, что теоремы о непрерывности суммы, произведения и частного непрерывных функций действительных переменных будут справедливы и для непрерывных функций комплексной переменной.

Если функция $f(z)$ непрерывна в каждой точке множества D, то она называется непрерывной на этом множестве.

Точками разрыва функции $f(z)$ называются точки, в которых нарушается непрерывность функции.

Функция $w = \dfrac{z}{z-i}$ непрерывна на всей комплексной плоскости, кроме точки $z = i$, а функция $w = \dfrac{2z+1}{|z-2|-3}$ непрерывна на всей комплексной плоскости, кроме точек окружности $|z-2| = 3$.

6. НЕКОТОРЫЕ ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ ФУНКЦИИ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ

6.1. Показательная функция e^z

Показательная функция e^z, где $z = x + iy$, определяется так:

$$e^z = e^{x+iy} = e^x (\cos y + i \sin y).$$

Функция $e^z \neq 0$ на всей комплексной плоскости. Для e^z сохраняются правила действий с показателями:

$$(e^z)^m = e^{nz}; \quad e^{z_1+z_2} = e^{z_1} e^{z_2}.$$

Показательная функция e^z имеет основной период $2\pi i$, т. е. любой другой ее период равен $2\pi k i$, где k – целое число.

Действительно, $e^{z+2\pi i} = e^z e^{2\pi i} = e^z(\cos 2\pi + i \sin 2\pi) = e^z$.

Пример

Вычислить значение $e^{-1+\frac{\pi}{4}i}$, записать его модуль, действительную и мнимую части.

Решение

$$e^{-1+\frac{\pi}{4}i} = e^{-1}\left(\cos\frac{\pi}{4} + i \sin\frac{\pi}{4}\right) = \frac{1}{e}\left(\frac{\sqrt{2}}{2} + i\,\frac{\sqrt{2}}{2}\right) = \frac{\sqrt{2}}{2e}(1+i), \quad \operatorname{Re}\left(e^{-1+\frac{\pi}{4}i}\right) = \frac{\sqrt{2}}{2e};$$

$$Jm\left(e^{-1+\frac{\pi}{4}i}\right) = \frac{\sqrt{2}}{2e}, \quad \left|e^{-1}e^{\frac{\pi}{4}i}\right| e^{-1} = \frac{1}{e}.$$

6.2. Тригогометрические функции $\sin z,\ \cos z$

Тригонометрические функции $z = \sin z,\ \ z = \cos z$ определяются так:

$$\sin z = \frac{e^{iz} - e^{-iz}}{2i},\quad \cos z = \frac{e^{iz} + e^{-iz}}{2},\quad z \in C.$$

$\sin z$ и $\cos z$ сохраняют многие свойства тригонометрических функций действительной переменной.

Например, $\sin^2 z + \cos^2 z = 1,\ \ \sin(z_1 + z_2) = \sin z_1 \cos z_2 + \sin z_2 \cos z_1,$
$\cos(z_1 + z_2) = \cos z_1 \cos z_2 - \sin z_1 \sin z_2.$

Так как показательная функция e^z имеет основной период $2\pi i$, то показательная функция e^{iz} имеет основной период 2π, тогда $\sin z$ и $\cos z$ тоже имеют основной период 2π.

Пример

Вычислить $\cos(2 + 3i)$.

Решение

$\cos z = \frac{e^{iz} + e^{-iz}}{2}$. Подставляя $z = 2 + 3i,$ получим

$$\cos(2 + 3i) = \frac{e^{i(2+3i)} + e^{-i(2+3i)}}{2} = \frac{e^{2i-3} + e^{2i+3}}{2} = \frac{1}{2}(e^{-3}(\cos 2 + i \sin 2) + e^{3}(\cos 2 - i \sin 2)) =$$
$$= \frac{1}{2}(e^{3} + e^{-3}) \cos 2 - i \frac{1}{2}(e^{3} - e^{-3}) \sin 2 = ch\,3 \cdot \cos 2 - i\, sh3 \cdot \sin 2.$$

6.3. Логарифмическая функция $Ln\ z$

Если $e^w = z$, где $z \neq 0,\ \ z \neq \infty$, то число w называется логарифмом комплексного числа z (по основанию e) и обозначается $w = Ln\ z$.

Чтобы получить формулу для вычисления логарифма комплексного числа в равенстве $e^w = z$, положим $w = u + iv$, а $z = r(\cos\varphi + i \sin\varphi)$, тогда $e^{u+iv} = r(\cos\varphi + i \sin\varphi)$ или $e^u = r(\cos v + i \sin v) = r(\cos v + i \sin v) = r(\cos\varphi + i \sin\varphi)$. По определению, два комплексных числа равны тогда и только тогда, когда равны их модули, а аргументы отличаются на число, кратное 2π. Следовательно, $e^u = r$, а $v = \varphi + 2\pi k$, где $k = 0, \pm 1, \pm 2, \ldots$, откуда $u = \ln r = \ln|z|$.

Итак,

$$Ln\ z = w = u + iv = \ln r + i(\varphi + 2\pi k).$$

Окончательно

$$Ln\ z = \ln \left| z \right| + i \arg z + 2\pi ki, \qquad k = 0, \pm 1, \pm 2,...$$

Значение логарифма при $k = 0$ называется главным, его обозначают $\ln z$, оно равно $\ln z = \ln \left| z \right| + i \arg z.$

Из изложенного следует, что логарифмы можно находить не только для положительных чисел, но и для произвольных комплексных чисел. При этом обнаружилось, что логарифмическая функция не однозначная, а многозначная, то есть каждое комплексное число имеет бесконечное множество логарифмов. В частности, имеют логарифмы и отрицательные числа, но при этом все значения логарифма комплексные.

Если $z = x-$ действительное положительное число, то $\left| z \right| = x$, а $\arg z = 0$. Поэтому главное значение логарифма действительного положительного числа совпадает со значением $\ln z$, приводимым обычно в таблицах натуральных логарифмов. Но, кроме этих действительных значений, логарифмы положительных чисел имеют еще и бесконечное множество комплексных значений.

Все значения логарифма комплексного числа имеют одну и ту же действительную часть $\ln \left| z \right|$, поэтому геометрически значения логарифма изображаются на плоскости (w) точками вертикальной прямой $u = \ln \left| z \right|$.

Пример

Найти $Ln(-1+i)$ и $\ln(-1+i)$.

Решение

$\left|-1+i\right| = \sqrt{2}$, $\arg(-1+i) = \dfrac{3\pi}{4}$.

Поэтому $Ln(-1+i) = \ln\sqrt{2} + i\dfrac{3\pi}{4} + 2\pi ki, k = 0,\pm1,\pm2,...;\ \ln(-1+i) = \ln\sqrt{2} + \dfrac{3\pi}{4}i$.

6.4. Общая степенная функция z^γ

Если $w = z^\gamma$, где z – произвольное, отличное от 0 и ∞ комплексное число, а γ – любое комплексное число, то полагают по определению

$$w = z^\gamma = e^{\gamma Lnz}.$$

Пусть $z = re^{i\varphi}, \gamma = a + bi$ тогда

$$w = z^\gamma = e^{\gamma Lnz} = e^{(a+bi)(\ln r + i\varphi + 2\pi ki)} = e^{a\ln r - b\varphi - 2\pi kb} \cdot e^{i(b\ln r + a\varphi + 2\pi ka)},\ k = 0, \pm 1, \pm 2,...$$

Так как логарифм комплексного числа имеет бесконечное множество значений, то и выражение z^γ имеет бесконечное множество значений, но в частных случаях они могут все совпадать (если γ – целое число) или среди них может быть только конечное число различных значений (если γ – дробное число).

Пример

Вычислить: а) 2^{3+5i}; б) i^i.

Решение

а)

$$2^{3+5i} = e^{(3+5i)Ln2} = e^{(3+5i)(\ln 2+2\pi ki)} = e^{(3\ln 2-10\pi k)+i(5\ln 2+6\pi k)}$$

$$= e^{3\ln 2-10\pi k}\cdot e^{i5\ln 2} = = e^{3\ln 2-10\pi k}(\cos(5\ln 2)+i\sin(5\ln 2)); k = 0,\pm 1,\pm 2,...$$

б) $i^i = e^{iLni} = e^{i(\ln 1+i\frac{\pi}{2}+2\pi ki)} = e^{-(\frac{\pi}{2}+2\pi k)}, k = 0,\pm 1,\pm 2,...$

Видно, что все полученные значения i^i – действительные числа.

Например, при $k = 0$ имеем $i^i = e^{-\frac{\pi}{2}} \approx 0{,}2079$.

Самостоятельная работа № 3

Вариант 1

1) Выделить действительную и мнимую части функции $w = ie^{\pi - i}$.
2) Вычислить:

а) $\sin(4-i)$; б) $Ln(-\sqrt{3}-i)$; в) $(1-i)^{2+i}$.

Вариант 2

1) Выделить действительную и мнимую части функции $w = \sin z$.
2) Вычислить:

а) $\cos(2+5i)$; б) $\ln(-\sqrt{3}-i)$; в) $(1+i)^{3-i}$.

7. ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЕ ФУНКЦИЙ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ

7.1. Определение производной

Пусть $w = f(z)$ есть однозначная функция, определенная в области D плоскости комплексной переменной (z).

1. $z \in D, z + \Delta z \in D, w = f(z), w + \Delta w = f(z + \Delta z).$

2. $\Delta w = f(z + \Delta z) - f(z)$ есть приращение функции $f(z)$ при переходе от точки z к точке $z + \Delta z$.

3. $\frac{\Delta w}{\Delta z} = \frac{f(z + \Delta z) - f(z)}{\Delta z}$.

4. Если существует конечный предел отношения $\frac{\Delta w}{\Delta z}$ при произвольном стремлении $\Delta z \to 0$, то этот предел называется *производной функции* $f(z)$ в точке z и обозначается $w' = f'(z) = \lim\limits_{\Delta z \to 0} \frac{\Delta w}{\Delta z}$, а функция $f(z)$ называется *дифференцируемой в точке* z.

Из дифференцируемости $f(z)$ в точке z следует ее непрерывность в этой точке: $\frac{\Delta w}{\Delta z} = f'(z) + \alpha$, где $\alpha \to 0$ при $\Delta z \to 0$.

Тогда $\Delta w = f'(z)\Delta z + \alpha \Delta z$, откуда $\lim\limits_{\Delta z \to 0} \Delta w = 0$, что означает непрерывность $f(z)$ в точке z.

Из непрерывности $f(z)$ в точке z дифференцируемость $f(z)$ не следует.

Если функция $f(z)$ имеет производную в каждой точке области D, то она называется *дифференцируемой в этой области.*

7.2. Необходимые и достаточные условия дифференцируемости функции комплексной переменной (условия Коши-Римана)

Пусть $w = f(z)$ – однозначная функция, определенная в области D плоскости комплексной переменной (z). Точки $z = x + iy$ и $z + \Delta z = (x + \Delta x) + i(y + \Delta y)$ принадлежат области D.

Тогда

$$\Delta z = \Delta x + i\Delta y; \Delta w = f(z + \Delta z) - f(z) =$$

$$= (u(x + \Delta x, y + \Delta y) + iv(x + \Delta x, y + \Delta y)) - (u(x, y) + iv(x, y)) = \Delta u + i\Delta v,$$

где $\Delta u = u(x+\Delta x, y+\Delta y) - u(x,y)$ и $\Delta v = v(x+\Delta x, y+\Delta y) - v(x,y)$ есть полные приращения функций $u(x,y)$ и $v(x,y)$.

Теорема

Для того, чтобы однозначная функция $w = f(z) = u(x,y) + iv(x,y)$ была дифференцируема в точке $z = x + iy$, необходимо и достаточно, чтобы в точке (x,y) существовали частные производные функций $u(x,y)$ и $v(x,y)$, причем эти производные удовлетворяли условиям:

$$\frac{\partial u}{\partial x} = \frac{\partial v}{\partial y}; \frac{\partial u}{\partial y} = -\frac{\partial v}{\partial x}.$$

Эти условия называют условиями Коши - Римана.

Так как эти условия значительно раньше были найдены Даламбером и Эйлером, то их называют также условиями Даламбера - Эйлера.

Доказательство

Необходимость

Функция $w = f(z)$ дифференцируема в точке z, поэтому существует конечный предел $\lim\limits_{\substack{\Delta x \to 0 \\ \Delta y \to 0}} \frac{\Delta w}{\Delta z} = \lim\limits_{\substack{\Delta x \to 0 \\ \Delta y \to 0}} \frac{\Delta u + i\Delta v}{\Delta x + i\Delta y} = f'(z)$, предел не зависит от того, как точка $z + \Delta z \to z$.

Предположим, что точка $z + \Delta z$ приближается к точке z, например, по прямой, параллельной оси $0x$, тогда $\Delta y = 0, \Delta z = \Delta x$ и

$$f'(z) = \lim_{\Delta z \to 0} \frac{\Delta w}{\Delta z} = \lim_{\Delta x \to 0} \frac{\Delta u + i\Delta v}{\Delta x} = \lim_{\Delta x \to 0} \left(\frac{\Delta u}{\Delta x} + i\frac{\Delta v}{\Delta x}\right) = \lim_{\Delta x \to 0} \frac{\Delta u}{\Delta x} + i \lim_{\Delta x \to 0} \frac{\Delta v}{\Delta x} = \frac{\partial u}{\partial x} + i\frac{\partial v}{\partial x}.$$

Если точка $z + \Delta z \to z$ по прямой, параллельной оси $0y$, то $\Delta x = 0, \Delta z = i\Delta y$, поэтому

$$f'(z) = \lim_{\Delta z \to 0} \frac{\Delta w}{\Delta z} = \lim_{\Delta y \to 0} \frac{\Delta u + i\Delta v}{i\Delta y} = \lim_{\Delta y \to 0} \left(\frac{\Delta v}{\Delta y} - i\frac{\Delta u}{\Delta y}\right) = \frac{\partial v}{\partial y} - i\frac{\partial u}{\partial y}.$$

Так как $\lim\limits_{\Delta z \to 0} \frac{\Delta w}{\Delta z}$ не зависит от способа стремления $\Delta z \to 0$, то, приравнивая полученные выражения для $f'(z)$, находим $f'(z) = \frac{\partial u}{\partial x} + i\frac{\partial v}{\partial x} = \frac{\partial v}{\partial y} - i\frac{\partial u}{\partial y}$ откуда по определению равенства двух комплексных чисел получаем условия Коши-Римана: $\frac{\partial u}{\partial x} = \frac{\partial v}{\partial y}; \frac{\partial u}{\partial y} = -\frac{\partial v}{\partial x}$.

Необходимость доказана.

Достаточность

Так как функции $u(x,y)$ и $v(x,y)$ дифференцируемы в точке (x,y), то их полные приращения в этой точке можно представить в виде

$$\Delta u = \frac{\partial u}{\partial x}\Delta x + \frac{\partial u}{\partial y}\Delta y + \alpha_1; \Delta v = \frac{\partial v}{\partial x}\Delta x + \frac{\partial v}{\partial y}\Delta y + \alpha_2,$$

где α_1 и $\alpha_2 \to 0$ при $|\Delta z| = \sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2} \to 0$, причем $\frac{\alpha_1}{\Delta z} \to 0$ и $\frac{\alpha_2}{\Delta z} \to 0$.

Тогда при условии, что частные производные функций $u(x,y)$ и $v(x,y)$ в точке (x,y) удовлетворяют условиям Коши-Римана, приращение функции $w = f(z)$ запишется в виде

$$\Delta w = f(z+\Delta z) - f(z) = \Delta u + i\Delta v =$$

$$= \frac{\partial u}{\partial x}\Delta x + \frac{\partial u}{\partial y}\Delta y + \alpha_1 + i(\frac{\partial v}{\partial x}\Delta x + \frac{\partial v}{\partial y}\Delta y + \alpha_2) =$$

$$= (\frac{\partial u}{\partial x} + i\frac{\partial v}{\partial x})\Delta x + i\Delta y(\frac{\partial u}{\partial x} + i\frac{\partial v}{\partial x}) + \alpha = (\frac{\partial u}{\partial x} + i\frac{\partial v}{\partial x})\Delta z + \alpha = A\Delta z + \alpha,$$

где $A = \frac{\partial u}{\partial x} + i\frac{\partial v}{\partial x}$ - некоторое постоянное комплексное число, не зависящее от Δz, а $\alpha = \alpha_1 + i\alpha_2$ – бесконечно малая более высокого порядка, чем $|\Delta z|$, т. е. $\to 0$ при $|\Delta z| \to 0$.

Найдем $\lim\limits_{\Delta z \to 0} \frac{\Delta w}{\Delta z} = \lim\limits_{\Delta z \to 0} \frac{A\Delta z + \alpha}{\Delta z} = \lim\limits_{\Delta z \to 0} (A + \frac{\alpha}{\Delta z}) = A$.

Следовательно, $\lim\limits_{\Delta z \to 0} \frac{\Delta w}{\Delta z}$ существует, конечен и не зависит от способа стремления $\Delta z \to 0$, а значит, существует производная функции $w = f(z)$ в точке $z = x + iy$.

Если функция $w = f(z)$ в некоторой точке удовлетворяет условиям Коши-Римана, то производная в этой точке может быть вычислена по одной из формул:

$$f'(z) = \frac{\partial u}{\partial x} + i\frac{\partial v}{\partial x} = \frac{\partial v}{\partial y} - i\frac{\partial u}{\partial y} = \frac{\partial u}{\partial x} - i\frac{\partial u}{\partial y} = \frac{\partial v}{\partial y} + i\frac{\partial v}{\partial x}.$$

7.3. Правила дифференцирования

Из определения производной, правил алгебраических действий и теорем о пределах функций комплексной переменной следует, что основные правила дифференцирования функций действительного аргумента остаются справедливыми и для функций комплексной переменной.

7.4. Аналитические функции

Определение 1

Если однозначная функция $w = f(z)$ дифференцируема в области D, то она называется аналитической в этой области.

Определение 2

Однозначная функция $w = f(z)$ называется аналитической в точке z, если она дифференцируема как в самой точке z, так и в некоторой ее окрестности.

Пример

Является ли аналитической а) $w = e^z$; б) $w = (\bar{z})^2$?

Решение

а) $w = u + iv, z = x + iy$

$$w = e^z = e^x(\cos y + i\sin y), \text{ тогда } u = e^x \cos y, v = e^x \sin y$$

Найдем частные производные этих функций

$$\frac{\partial u}{\partial x} = e^x \cos y; \quad \frac{\partial u}{\partial y} = -e^x \sin y; \quad \frac{\partial v}{\partial x} = e^x \sin y; \quad \frac{\partial v}{\partial y} = e^x \cos y..$$

Условия Коши-Римана $\frac{\partial u}{\partial x} = \frac{\partial v}{\partial y}; \frac{\partial u}{\partial y} = -\frac{\partial v}{\partial x}$ выполняются в любой (x, y), следовательно, функция $w = e^z$ дифференцируема на всей комплексной плоскости (z), а значит и аналитическая на всей комплексной плоскости.

б) $w = u + iv, z = x + iy; u + iv = (x - iy)^2; u + iv = x^2 - 2xyi - y^2;$

тогда $u = x^2 - y^2; v = -2xy; \quad \frac{\partial u}{\partial x} = 2x; \frac{\partial u}{\partial y} = -2y; \quad \frac{\partial v}{\partial x} = -2y; \quad \frac{\partial v}{\partial y} = -2x.$

Условия Коши-Римана выполняются только в точке $z = 0$, так как равенства $2x = -2x$ и $-2y = 2y$ имеют место лишь при $x = y = 0$.

Следовательно, функция $w = (\bar{z})^2$ дифференцируема лишь в точке $z = 0$. Но, так как в окрестности точки $z = 0$ заданная функция не дифференцируема, она не будет аналитической в точке $z = 0$.

7.5. Геометрический смысл производной функции комплексной переменной

Пусть функция $w = f(z)$, аналитическая в области D плоскости (z), отображает эту область в область G плоскости (W). Пусть, далее, точка $z_0 \in D$,

а соответствующая ей при отображении точка $w_0 \in G$ и $f'(z_0) \neq 0$. Тогда величина $k = |f'(z_0)| = \lim\limits_{z \to z_0} \dfrac{|w - w_0|}{|z - z_0|}$ есть коэффициент искажения или масштаб в точке z_0 при отображении $w = f(z)$.

Если $k > 1$, то дуги при отображении растягиваются, если $k < 1$, то дуги сжимаются, если $k = 1$, то масштаб при отображении не меняется. Так как производная в точке z_0 не зависит от того, по какой кривой $z \to z_0$, то все бесконечно малые дуги, проходящие через точку z_0, при отображении будут подвергаться одинаковому искажению.

$\arg f'(z_0) = \lim\limits_{z \to z_0} (\arg(w - w_0) - \arg(z - z_0))$ - это угол, на который нужно повернуть касательную к некоторой линии L в точке z_0 для того, чтобы получить направление касательной к преобразованной кривой L_1 в точке $w_0 = f(z_0)$.

При отображении с помощью аналитической функции углы между кривыми сохраняются не только по величине, но и по направлению, во всех точках, где $f'(z_0) \neq 0$.

Определение

Всякое отображение, обладающее в некоторой точке свойством постоянства углов и свойством постоянства растяжений, называется конформным в этой точке.

Отображение с помощью аналитической функции $w = f(z)$ в точке z_0, для которой $f'(z_0) \neq 0$, является конформным отображением.

Самостоятельная работа № 4

Вариант 1

1) Найти область дифференцируемости функции $w = z^2 + (3 - i)z + i$ и ее производную.
2) Вычислить:

   а) $\cos(1 - 3i)$; б) $Ln(\sqrt{3} + i)$; в) $(2i)^{5+i}$.

Вариант 2

1) Найти область дифференцируемости функции $w = \cos z$ и её производную.
2) Вычислить:

а) $(i-\sqrt{3})^{2i+1}$; б) $\ln(-3-\sqrt{3}i)$; в) $\sin(i-2)$

Самостоятельная работа № 5

Вариант 1

1) Сформулируйте достаточные условия дифференцируемости функции $f(z)$.
2) Дифференцируема ли функция $w=\overline{z}$?
3) Вычислить:

   а) $\ln(-4-4i)$; б) 5^{4-3i}; в) $\sin 3i$.

Вариант 2

1) Какая функция называется аналитической в точке и в области?
2) Установить, дифференцируема ли функция $w=e^{\overline{z}}$.
3) Вычислить:

   а) 2^{1+5i}; б) $Ln(-5i)$; в) $\cos(4+i)$.

Самостоятельная работа № 6

Вариант 1

1) Найти область аналитичности функции $w=e^{2z}+iz$.
2) Найти образ линии $x^2+y^2=4$ при отображении $w=iz+2$.

Вариант 2

1) Найти образ линии $x^2+(y-1)^2=1$ при отображении $w=\overline{\frac{2}{z}}$.
2) Проверить условия Коши-Римана для функции $w=e^{\overline{z}^2}$.

8. ИНТЕГРИРОВАНИЕ ФУНКЦИЙ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ

8.1. Интеграл от функции комплексной переменной

Пусть в некоторой области D плоскости комплексной переменной (z) задана однозначная и непрерывная функция $w = f(z) = u(x, y) + iv(x, y)$, и пусть γ – произвольная гладкая или кусочно-гладкая кривая, целиком лежащая в области D.

Выберем на дуге γ направление обхода от точки a к точке b.

1) Разобьем дугу γ произвольно на n частичных дуг точками $z_0 = a, z_1, z_2, ..., z_{n-1}, z_n = b;$; обозначим $z_k - z_{k-1} = \Delta z_k = \Delta x_k + i\,\Delta y_k$.
2) Выберем на каждом участке (z_{k-1}, z_k) дуги γ по точке $\varsigma_k = \xi_k + i\eta_k$.
3) Образуем сумму

$$\sigma_n = \sum_{k=1}^{n} f(\varsigma_k)\Delta z_k = \sum_{k=1}^{n} (u(\xi_k, \eta_k) + iv(\xi_k, \eta_k)) \cdot (\Delta x_k + i\Delta y_k) = \sum_{k=1}^{n} (u(\xi_k, \eta_k)\Delta x_k - v(\xi_k, \eta_k)\Delta y_k) +$$

$$+ i\sum_{k=1}^{n} (u(\xi_k, \eta_k)\Delta y_k + v(\xi_k, \eta_k)\Delta x_k),$$

которую назовем интегральной суммой функции $f(z)$.

Предел интегральной суммы σ_n, вычисленный при стремлении к нулю длины наибольшей из частичных дуг (при $n \to \infty$), не зависящий ни от способа разбиения дуги γ на частичные дуги (z_{k-1}, z_k), ни от выбора точек ς_k, называется интегралом от функции $f(z)$ по дуге γ и обозначается

$$\int_{\gamma} f(z)dz = \lim_{\max|\Delta z_k| \to 0} \sum_{k=1}^{n} f(\varsigma_k)\Delta z_k \ .$$

При указанных выше требованиях к функции $f(z)$ и контуру γ этот предел всегда существует.

Действительно,

$$\int_{\gamma} f(z)dz = \lim_{n\to\infty} \sum_{k=1}^{n} (u(\xi_k,\ \eta_k)\Delta x_k - v(\xi_k, \eta_k)\Delta y_k) + i \lim_{n\to\infty} \sum_{k=1}^{n} (u(\xi_k, \eta_k)\Delta y_k + v(\xi_k, \eta_k)\Delta x_k).$$

По условию $f(z)$ непрерывна в области D, значит, в этой области непрерывны и функции $u(x, y)$ и $v(x, y)$, а γ – гладкая или кусочно-гладкая кривая. Поэтому пределы сумм, стоящих в правой части последнего равенства, существуют и являются криволинейными интегралами по координатам от функций действительных переменных.

Таким образом,

$$\int_\gamma f(z)dz = \int_\gamma u(x,y)dx - v(x,y)dy + i\int_\gamma v(x,y)dx + u(x,y)dy\,.$$

Эта формула дает выражение интеграла от функции комплексной переменной через два криволинейных интеграла от действительных функций. Отсюда же следует, что основные свойства криволинейных интегралов по координатам распространяются и на интегралы от функций комплексной переменной.

Некоторые из этих свойств есть:

1) $\int\limits_{AB} f(z)dz = -\int\limits_{BA} f(z)dz$;

2) $\int\limits_\gamma af(z)dz = a\int\limits_\gamma f(z)dz$;

3) $\int\limits_\gamma (f_1(z) \pm f_2(z))dz = \int\limits_\gamma f_1(z)dz + \int\limits_\gamma f_2(z)dz$;

4) $\int\limits_{\gamma_1+\gamma_2} f(z)dz = \int\limits_{\gamma_1} f(z)dz + \int\limits_{\gamma_2} f(z)dz$.

8.2. Вычисление интеграла от функции комплексной переменной

1. Пусть дуга γ задана параметрическими уравнениями: $\begin{cases} x = x(t) \\ y = y(t) \end{cases}$, $\alpha \le t \le \beta$.

Тогда криволинейные интегралы сводим к определенным и получим

$$\int_\gamma f(z)\,dz = \int_\alpha^\beta u\,(x\,(t),\,y\,(t))\,x'(t)\,dt - v\,(x\,(t),y\,(t))\,y'(t)\,dt +$$

$$+ i\int_\alpha^\beta v\,(x\,(t),\,y\,(t))\,x'(t)\,dt + u\,(x\,(t),\,y\,(t))\,y'(t)\,dt =$$

$$= \int_\alpha^\beta (u\,(x\,(t),\,y\,(t)) + iv\,(x\,(t),\,y\,(t)))\,x'(t)\,dt +$$

$$+ \int_\alpha^\beta (u\,(x\,(t),\,y\,(t)) + iv\,(x\,(t),\,y\,(t)))\,iy'(t)\,dt = \int_\alpha^\beta (u\,(x\,(t),\,y\,(t)) + iv\,(x\,(t),$$

$$y\,(t)))\,(x'(t) + iy'(t))\,dt = \int_\alpha^\beta f\,(z\,(t))\,z'(t)\,dt = \int_\alpha^\beta f\,(z\,(t))\,dz\,(t),$$

то есть $\int\limits_{\gamma} f(z)\,dz = \int\limits_{\alpha}^{\beta} f\,(z\,(t))\,dz\,(t)$, где $z\,(t) = x\,(t) + iy\,(t)$.

2. Если дуга γ задана уравнением $y = g\,(x)$, где $a \le x \le b$, то, принимая за параметр x и записывая $z = x + ig(x)$, задачу сводим к случаю 1.

3. Если дуга γ задана уравнением $x = \varphi\,(y)$, где $x = \varphi\,(y)$, где $c \le y \le d$, то за параметр принимаем y и записываем $z = \varphi\,(y) + iy$. Задачу сводим к случаю 1.

Пример 1

Вычислить $\int\limits_{\gamma} (\bar{z})^2\,dz$ по отрезку, соединяющему точки $z = 0$ и $z = 1 + i$.

Решение

На прямой, соединяющей точки $z = 0$ и $z = 1 + i$, контур γ задается уравнением $z = x + ix = x\,(1 + i)$, где $0 \le x \le 1$. Тогда $\bar{z} = x\,(1 - i),\ dz = (1 + i)\,dx$ и

$$\int\limits_{\gamma} (\bar{z})^2\,dz = \int\limits_{0}^{1} x^2 (1-i)^2 (1+i)\,dx = 2\,(1-i) \int\limits_{0}^{1} x^2 dx = 2\,(1-i)\,\frac{x^3}{3}\Bigg|_0^1 = \frac{2}{3}\,(1-i)..$$

Пример 2

По ломаной γ с вершинами в точках $O\,(0, 0),\ A\,(1, 1),\ B\,(2, 1)$ вычислить интегралы:

а) $\int\limits_{\gamma} z^2 dz$; б) $\int\limits_{\gamma} \mathrm{Re}\, z dz$; в) $\int\limits_{\gamma} Jmz dz$; г) $\int\limits_{\gamma} |z| dz$.

Решение

а) Уравнение стороны $OA: y = x$, тогда $z = x + ix$ или $z = x\,(1 + i)$, где $0 \le x \le 1$, $dz = (1 + i)\,dx$, а

$$\int\limits_{OA} z^2 dz = \int\limits_{0}^{1} x^2 (1+i)^2 (1+i) dx = (1+i)^3 \int\limits_{0}^{1} x^2 dx = (1+i)^3\,\frac{x^3}{3}\Bigg|_0^1 = \frac{1}{3}(1 + 3i - 3 - i) = \frac{1}{3}(2i - 2) = -\frac{2}{3} + \frac{2}{3}i\,.$$

Уравнение стороны $AB: y = 1$, тогда $z = x + i,\quad dz = dx,\ \ 1 \le x \le 2$, а

$$\int\limits_{AB} z^2 dz = \int\limits_1^2 (x+i)^2 dx = \frac{(x+i)^3}{3}\Big|_1^2 = \frac{1}{3}((2+i)^3 - (1+i)^3) =$$

$$= \frac{1}{3}(2+i-1-i)((2+i)^2 + (2+i)(1+i) + (1+i)^2) = \frac{1}{3}(4+9i) = \frac{4}{3} + \frac{9}{3}i = \frac{4}{3} + 3i.$$

Окончательно, интеграл по всей ломаной равен

$$\int\limits_\gamma z^2 dz = \int\limits_{OA} z^2 dz + \int\limits_{AB} z^2 dz = -\frac{2}{3} + \frac{2}{3}i + \frac{4}{3} + 3i = \frac{2}{3} + \frac{11}{3}i.$$

б) $\operatorname{Re} z dz$. Для стороны OA: $z = x(1+i)$, $0 \le x \le 1$, $dz = (1+i)\,dx$. Тогда

$$\int\limits_{OA} \operatorname{Re}\, z\, dz = \int\limits_0^1 x\,(1+i)\,dx = (1+i)\,\frac{x^2}{2}\Big|_0^1 = \frac{1}{2} + \frac{1}{2}i.$$

Для стороны

$$AB:\ z = x+i,\quad 1 \le x \le 2,\quad dz = dx,\ \text{а}\ \int\limits_{AB} \operatorname{Re}\, z\, dz = \int\limits_1^2 x\,dx = \frac{x^2}{2}\Big|_1^0 = 2 - \frac{1}{2} = \frac{3}{2}.$$

Тогда

$$\int\limits_\gamma \operatorname{Re} z dz = \int\limits_{OA} \operatorname{Re} z dz + \int\limits_{AB} \operatorname{Re} z dz = \frac{1}{2} + \frac{1}{2}i + \frac{3}{2} = 2 + \frac{1}{2}i.$$

в) $J\ m\ z\ dz$.

$$\int\limits_\gamma Jmzdz = \int\limits_{OA} Jmzdz + \int\limits_{AB} Jmzdz = \int\limits_0^1 x\,(1+i)\,dx + \int\limits_1^2 dx = \frac{1}{2} + \frac{1}{2}i + 1 = \frac{3}{2} + \frac{1}{2}i.$$

г) $|\,z\,| = \sqrt{x^2 + y^2}$.

Для стороны OA: $y = x$, $z = x(1+i)$, $dz = (1+i)dx$, $0 \le x \le 1$

$$\int\limits_{OA} |\,z\,|\,dz = \int\limits_0^1 x\sqrt{2}\,(1+i)\,dx = \sqrt{2}\,(1+i)\,\frac{x^2}{2}\Big|_0^1 = \frac{\sqrt{2}}{2} + \frac{\sqrt{2}}{2}i.$$

Для стороны AB: $y = 1$, $z = x+i, dz = dx$, $1 \le x \le 2$,

$$\int\limits_{AB} |\, z \,|\, dz = \int\limits_{1}^{2} \sqrt{x^2+1}\, dx = \frac{1}{2} x\sqrt{x^2+1}\,\Big|_1^2 + \frac{1}{2}\ln(x+\sqrt{x^2+1})\,\Big|_1^2 =$$

$$= \sqrt{5} - \frac{1}{2}\sqrt{2} + \frac{1}{2}\ln(2+\sqrt{5}) - \frac{1}{2}\ln(1+\sqrt{2}).$$

Тогда

$$\int\limits_{\gamma} |\, z \,|\, dz = \int\limits_{OA} |\, z \,|\, dz + \int\limits_{AB} |\, z \,|\, dz = \sqrt{5} + \frac{1}{2}\ln(2+\sqrt{5}) - \frac{1}{2}\ln(1+\sqrt{2}) + \frac{\sqrt{2}}{2} i \approx 2{,}518 + 0{,}707i.$$

8.3. Основная теорема Коши

Теорема

Если $f(z)$ есть аналитическая функция односвязной области $\overline{D}$, то интеграл от $f(z)$ по любому замкнутому кусочно-гладкому контуру, целиком лежащему в области $\overline{D}$, равен нулю, т. е.

$$\oint\limits_{\gamma} f(z)\, dz = 0.$$

Доказательство

Известно, что $\oint\limits_{\gamma} f(z)\, dz = \oint\limits_{\gamma} u(x,y)\, dx - v(x,y)\, dy + i \oint\limits_{\gamma} v(x,y)\, dx + u(x,y)\, dy.$

Из аналитичности $f(z)$ в области D следует, что частные производные функций $u(x,y)$ и $v(x,y)$ существуют, удовлетворяют условиям Коши-Римана, $\frac{\partial u}{\partial x} = \frac{\partial v}{\partial y}$; $\frac{\partial u}{\partial y} = -\frac{\partial v}{\partial x}$, а из предположения о непрерывности $f'(z)$ в области D следует непрерывность частных производных. Поэтому, применяя к криволинейным интегралам формулу Грина, получим

$$\oint\limits_{\gamma} f(z)\, dz = \iint\limits_{D_1} \left(-\frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y}\right) dx\, dy + i \iint\limits_{D_1} \left(\frac{\partial u}{\partial x} - \frac{\partial v}{\partial y}\right) dx\, dy.$$

Из условий Коши-Римана подынтегральное выражение в каждом двойном интеграле равно нулю, поэтому

$$\oint\limits_{\gamma} f(z)\, dz = 0..$$

Теорема доказана.

Следствие

Если функция $f(z)$ аналитична в односвязной области $\overline{D}$, то $\int\limits_{AB} f(z)\,dz$ не зависит от пути, соединяющего точки A и B, если дуга AB целиком лежит внутри области $\overline{D}$.

Пример 1

Вычислить по ломаной OAB (см. пример 2 раздела 8) и по отрезку OB интегралы:

а) $\int\limits_{\gamma} z^2 dz$; б) $\int\limits_{\gamma} \operatorname{Re} z dz$;

Решение

а) $\int\limits_{OAB} z^2 dz = \frac{2}{3} + \frac{11}{3} i$ (см. пример 2 раздела 8)

$$\int\limits_{OB} z^2 dz = \int\limits_0^2 x^2 (1+\frac{i}{2})^2 (1+\frac{i}{2}) dx = (1+\frac{i}{2})^3 \int\limits_0^2 x^2 dx =$$

$$= (1+\frac{i}{2})^3 \left.\frac{x^3}{3}\right|_9^2 = \frac{8}{3}(1+\frac{i}{2})^3 = \frac{8}{3}(1+\frac{3i}{2}-\frac{3}{4}-\frac{i}{8}) = \frac{2}{3}+\frac{11}{3}i.$$

Получили, что $\int\limits_{OAB} z^2 dz = \int\limits_{OB} z^2 dz$, т. е. интеграл не зависит от пути, соединяющего точки $z=0$ и $z=2+i$, так как $f(z)=z^2$ - аналитическая функция на всей комплексной плоскости.

б) $w = \operatorname{Re} z$, $u+iv = x$, тогда $u = x$, $v = 0$; $\frac{\partial u}{\partial x} = 1$; $\frac{\partial u}{\partial y} = 0$; $\frac{\partial v}{\partial x} = 0$; $\frac{\partial v}{\partial y} = 0$.

Условие Коши-Римана $\frac{\partial u}{\partial x} = \frac{\partial v}{\partial y}$ не выполняется ни в одной точке на комплексной плоскости, так как $1 \neq 0$, поэтому $w = \operatorname{Re} z$ не является аналитической на всей комплексной плоскости.

$$\int\limits_{OAB} \operatorname{Re} z dz = 2 + \frac{1}{2} i \qquad \text{(см. пример 2 раздела 8),}$$

$$\int\limits_{OB} \operatorname{Re} z \; dz = \int\limits_0^2 x\,(1+\frac{i}{2})\,dx = (1+\frac{i}{2}) \int\limits_0^2 x\,dx = (1+\frac{i}{2}) \left.\frac{x^2}{2}\right|_0^2 = 2+i.$$

Так как функция $w = \operatorname{Re} z$ не является аналитической, интеграл $\int\limits_{\gamma} \operatorname{Re} z dz$ зависит от пути, соединяющего точки $z=0$ и $z=2+i$.

8.4. Теорема Коши для многосвязной области

Сначала рассмотрим двусвязную область (рис. 2), ограниченную простыми замкнутыми кривыми γ_1 и γ_2, которые не пересекаются, а γ_2 целиком лежит внутри γ_1. Допустим, что $f(z)$ является аналитической в области между контурами и на самих контурах γ_1 и γ_2. Проведём в заданной области разрез по линии AB. Предполагая, что разрез имеет как бы два берега, мы превратим эту область в односвязную. Положительное направление обхода по контуру указано на рисунке. Применим теорему Коши к полученной односвязной области, ограниченной контуром $\Gamma\{AEA + AB + BFB + BA\}$.

$$\int_{\Gamma} f(z)\,dz = 0 \quad \text{или} \quad \oint_{AEA} f(z)\,dz + \int_{AB} f(z)\,dz + \oint_{BFB} f(z)\,dz + \int_{BA} f(z)\,dz = 0.$$

Так как $\int_{AB} f(z)\,dz + \int_{BA} f(z)\,dz = 0$, то $\oint_{\gamma_1} f(z)\,dz = \oint_{\gamma_2} f(z)\,dz.$

Из полученной формулы видно, что интегралы от $f(z)$ по внешнему контуру γ_1 и по внутреннему контуру γ_2, обходимым в одном и том же направлении, равны по величине, но, вообще говоря, не равны нулю, так как $f(z)$ может быть неаналитической внутри области, ограниченной контуром γ_2.

Теперь рассмотрим теорему Коши для $(n+1)$- связной области, которая с помощью системы разрезов может быть сделан односвязной.

Если $f(z)$- аналитическая функция в замкнутой многосвязной области, ограниченной внешним замкнутым контуром γ и замкнутыми контурами γ_1, γ_2,...., γ_n,, лежащими внутри γ, то интеграл от этой функции по внешнему контуру γ равен сумме интегралов по внутренним контурам, причём интегрирование по всем контурам выполняется в одном и том же направлении, то есть

$$\oint_{\gamma} f(z)\,dz = \oint_{\gamma_1} f(z)\,dz + \oint_{\gamma_2} f(z)\,dz + ... + \oint_{\gamma_n} f(z)\,dz.$$

8.5. Вычисление интеграла от аналитической функции

Если функция $f(z)$, аналитическая в односвязной области D, содержащей внутри себя точки z_0 и z, то величина $\int\limits_{z_0}^{z} f(z)\,dz$ не зависит от пути интегрирования, а зависит, лишь от вида подынтегральной функции и точек z_0 и z.

Если точка z_0 зафиксирована, то интеграл $F(z)=\int\limits_{z_0}^{z} f(z)\,dz$ определяет функцию $F(z)$ для каждой выбранной точки $z \in D$. Функция $F(z)$ является аналитической в D и $F'(z)=f(z)$.

Назовём функцию $\Phi(z)$ первообразной для $f(z)$ в области D, если $\Phi(z)$ аналитическая в D и $\Phi'(z)=f(z)$. Тогда $\Phi(z)-F(z)=C$, где C постоянное комплексное число. При $z=z_0$ имеем $\Phi(z_0)-F(z_0)=C$, отсюда $C=\Phi(z_0)$, так как $F(z_0)=0$.

Следовательно, $\int\limits_{z_0}^{z} f(z)dz=\Phi(z)-\Phi(z_0).$

Полученная формула показывает, что значение интеграла от аналитической функции равно приращению какой-либо первообразной для подынтегральной функции на пути интегрирования.

Таким образом, определение первообразной и формула Ньютона-Лейбница для функций действительной переменной и аналитических функций комплексной переменной полностью совпадают. Поэтому интегралы от элементарных функций комплексной переменной вычисляются с помощью тех же формул и правил, что и в обычном анализе.

Пример 1

Вычислить: а) $\int\limits_{\gamma} z^2 dz$ вдоль контура γ, соединяющего точки $z=0$ и $z=2+i$; б) $\int\limits_{\gamma} e^z dz$ по отрезку, соединяющему точки $z=0$ и $z=i$.

Решение

а) Так как $f(z)=z^2$ - аналитическая функция на всей комплексной плоскости, а первообразной для неё является функция. $F(z)=\frac{z^3}{3}$, то

$$\int_{\gamma} z^2 dz = \int_{z=0}^{z=2+i} z^2 dz = \frac{z^3}{3}\Big|_0^{2+i} = \frac{(2+i)^3}{3} = \frac{1}{3}(8+12i-6-i) = \frac{2}{3}+\frac{11}{3}i.$$

Получили тот же результат, что и в примере 8.3.1

б) Так как $f(z)=e^z$ - аналитическая функция на всей комплексной плоскости, а первообразной для неё является функция $F(z)=e^z$, то

$$\int_{\gamma} e^z dz = \int_{z=0}^{z=i} e^z dz = e^z\Big|_0^i = e^i - e^0 = e^i - 1 = \cos 1 + i\sin 1 - 1 = (\cos 1 - 1) + i\sin 1.$$

8.6. Особые точки - полюсы

Точка z_0 называется особой точкой для $f(z)$, если в этой точке нарушается аналитичность функции. Точка z_0 называется изолированной особой точкой, если можно указать такую окрестность точки $z_0 : |z - z_0| < r$, в которой, кроме z_0, других особых точек функции $f(z)$ нет.

Если $\lim\limits_{z \to z_0} f(z) = \infty$, то точка $z = z_0$ называется полюсом функции $f(z)$.

Функция $f(z) = \dfrac{\varphi(z)}{z - z_0}$ имеет в z_0 простой полюс или полюс первого порядка, а функция $g(z) = \dfrac{\varphi(z)}{(z - z_0)^m}$ имеет в z_0 полюс m-го порядка, если $\varphi(z)$ аналитическая функция в точке z_0 и $\varphi(z_0) \neq 0$.

Так для функции $f(z) = \dfrac{z^2 - 1}{z(z-3)(z+1)^4} = \dfrac{z-1}{z(z-3)(z+1)^3}$ точки $z = 0$ и $z = 3$ - простые полюсы, а точка $z = -1$ - полюс третьего порядка.

8.7. Определение вычета

Понятие вычета является одним из важнейших понятий теории функций комплексной переменной в силу большой практической ценности основной теоремы о вычетах, которую мы рассмотрим ниже.

Если $f(z)$ - аналитическая функция в односвязной области D, то $\oint\limits_{\gamma} f(z)\,dz = 0$, где γ - любой замкнутый контур, лежащий целиком в области D. Если же внутри контура γ есть единственная изолированная особая точка функции $f(z)$, то $\oint\limits_{\gamma} f(z)\,dz$, вообще говоря, не равен нулю. Значение этого интеграла, как известно, не зависит от формы контура γ.

Условились величину этого интеграла, делённую на $2\pi i$, называть вычетом функции $f(z)$ относительно особой точки z_0 и обозначать символом

$$res[f(z);z_0]=\frac{1}{2\pi i}\oint_{\gamma} f(z)dz.$$

Здесь при интегрировании обход контура γ идёт против движения часовой стрелки.

8.8. Формулы для вычисления вычетов

1. Если z_0 есть простой полюс функции $f(z)$, то вычет $f(z)$ относительно z_0 равен

$$res[f(z);z_0]=\lim_{z\to z_0}(z-z_0)f(z).$$

2. Если z_0 - простой полюс функции $f(z)$, которая может быть представлена в виде $f(z)=\frac{f_1(z)}{f_2(z)}$, где $f_1(z)$ и $f_2(z)$ - аналитические функции в точке $z=z_0$, причём $z=z_0$ - простой полюс $f_2(z)$, а $f_1(z_0)\neq 0$. Тогда при $f_2'(z_0)\neq 0$

$$res[f(z);z_0]=\frac{f_1(z_0)}{f_2'(z_0)}.$$

3. Если точка $z=z_0$ - полюс порядка n функции $f(z)$, то



здесь вычисляется предел производной $(n-1)$ порядка.

Пример 1

Вычислить вычеты функции $f(z)=\frac{z+2}{(z+1)(z-1)^2}$ относительно всех её особых точек.

Решение

Для заданной функции точка $z=-1$ является простым полюсом, а $z=1$ - полюсом второго порядка.

$$res[f(z);-1]=\lim_{z\to -1}(z+1)\frac{z+2}{(z+1)(z-1)^2}=\lim_{z\to -1}\frac{z+2}{(z-1)^2}=\frac{1}{4};$$

$$res[f(z);1]=\frac{1}{1!}\lim_{z\to 1}((z-1)^2\frac{z+2}{(z+1)(z-1)^2})'=\lim_{z\to 1}(\frac{z+2}{z+1})'=\lim_{z\to 1}\frac{z+1-(z+2)}{(z+1)^2}=-\frac{1}{4}.$$

Пример 2

Найти вычеты в каждой из особых точек функций:

а) $f(z)=\frac{\cos z}{z^3}$; б) $f(z)=\frac{z^2-2}{z^2+z}$; в) $f(z)=\frac{e^z}{z^2+1}$.

Решение

а) Для $f(z)=\frac{\cos z}{z^3}$ точка $z=0$ является полюсом третьего порядка.

$$res[f(z);0]=\frac{1}{(3-1)!}\lim_{z\to 0}(z^3\frac{\cos z}{z^3})''=\frac{1}{2!}\lim_{z\to 0}(\cos z)''=\frac{1}{2}\lim_{z\to 0}(-\sin z)'=\frac{1}{2}\lim_{z\to 0}(-\cos z)=-\frac{1}{2};$$

б) Для функции $f(z)=\frac{z^2-2}{z^2+z}=\frac{z^2-2}{z(z+1)}$ точка $z=0$ является простым полюсом, а $z=-1$ - тоже простым полюсом

$$res[f(z);0]=\lim_{z\to 0}z\frac{(z^2-2)}{z(z+1)}=\lim_{z\to 0}\frac{z^2-2}{z+1}=-\frac{2}{1}=-2;$$

$$res[f(z);-1]=\lim_{z\to -1}(z+1)\frac{(z^2-2)}{z(z+1)}=\lim_{z\to -1}\frac{z^2-2}{z}=\frac{1-2}{-1}=1;$$

в) $z^2+1=0$ при $z=\pm i$. Поэтому точки $z=i$ и $z=-i$ являются простыми полюсами $f(z)=\frac{e^z}{z^2+1}$

$$res[f(z);i]=\lim_{z\to i}(z-i)\frac{e^z}{(z-i)(z+i)}=\lim_{z\to i}\frac{e^z}{z+i}=\frac{e^i}{2i}$$
$$=\frac{(\cos 1+i\sin 1)(-i)}{2i\,(-i)}=\frac{\sin 1-i\cos 1}{2}=\frac{\sin 1}{2}-i\frac{\cos 1}{2};$$

$$res[f(z);-i]=\lim_{z\to -i}(z+i)\frac{e^z}{(z-i)(z+i)}=\lim_{z\to -i}\frac{e^z}{z-i}=\frac{e^{-i}}{-2i}$$
$$=\frac{(\cos 1-i\sin 1)\,i}{2i\,(-i)}=\frac{\sin 1+i\cos 1}{2}=\frac{\sin 1}{2}+i\frac{\cos 1}{2}.$$

8.9. Теорема Коши о вычетах

Теорема

Если функция $f(z)$, аналитическая в односвязной области D, ограниченной контуром γ, всюду, кроме конечного числа особых точек $z_1, z_2, ..., z_n$, лежащих внутри области D (но не на кривой γ), то интеграл от функции $f(z)$ по кривой γ равен произведению $2\pi i$ на сумму вычетов $f(z)$ относительно всех особых точек, лежащих внутри γ, т. е.

$$\oint_{\gamma} f(z)\,dz = 2\pi\, i \sum_{k=1}^{n} res\,[f(z); z_k]\,.$$

Доказательство

Для простоты окружим точки $z_1, z_2, ..., z_n$ окружностями $\gamma_1, \gamma_2, ..., \gamma_n$ с центрами в этих точках и радиусами такими малыми, чтобы окружности не пересекались и лежали в области D, ограниченной контуром γ. Тогда функция $f(z)$ будет аналитической в многосвязной области, ограниченной контурами $\gamma_1, \gamma_2, ..., \gamma_n$.

По теореме Коши для многосвязной области имеем

$\oint_{\gamma} f(z)\,dz = \oint_{\gamma_1} f(z)\,dz + \oint_{\gamma_2} f(z)\,dz + ... + \oint_{\gamma_n} f(z)\,dz$, но $\oint_{\gamma_k} f(z)\,dz = 2\pi\, i\, res\,[f(z); z_k]\,.$

Тогда

$$\oint_{\gamma_k} f(z)\,dz = 2\pi\, i \sum_{k=1}^{n} res\,[f(z); z_k]\,.$$

Теорема доказана.

Пример 1

Найти значение $\int_{\gamma} \frac{(z+1)}{(z-2)^2}\,dz$, где

а) γ - окружность $|z| = 3$; б) γ - окружность $|z+2-i| = 1$.

Решение

Подынтегральная функция имеет единственную особую точку $z = 2$ - полюс второго порядка, которая находится внутри окружности $|z| = 3$ (центр вначале координат, радиус равен 3).

Тогда

$$\oint\limits_{|z|=3} \frac{(z+1)\,dz}{(z-2)^2} = 2\pi\, i\, res[\,f(z);\,2] = 2\pi\, i \frac{1}{1!} \lim_{z\to 2} ((z-2)^2 \frac{(z+1)}{(z-2)^2})' = 2\pi\, i \lim_{z\to 2} (z+i)' = 2\pi\, i\,.$$

б) Окружность $|\,z+2-i\,|=1$ имеет центр в точке $z_0 = -2+i$, радиус 1, а полюс $z=2$ лежит вне этой окружности. Поэтому в области, ограниченной этим контуром γ, функция аналитическая. Тогда по основной теореме Коши

$$\oint\limits_{\gamma} \frac{(z+1)}{(z-2)^2}\,dz = 0\,.$$

Пример 2

Вычислить $\oint\limits_{\gamma} \frac{dz}{(z-i)(z-1)}$, где γ - окружность $x^2+y^2 = 2x+2y$.

Решение

Преобразуем уравнение окружности $x^2+y^2 = 2x+2y$, выделяя полный квадрат по x и по y:

$$(x^2-2x+1)+(y^2-2y+1) = 2 \text{ или } (x-1)^2+(y-1)^2 = 2\,.$$

Точка $(-1;\ 1)$ - центр окружности, радиус - $\sqrt{2}$.

Для подынтегральной функции $f(z) = \frac{1}{(z-i)(z-1)}$ точки $z=i$ и $z=1$ являются простыми полюсами и находятся внутри окружности γ.

Тогда по теореме Коши о вычетах имеем:

$$\oint\limits_{\gamma} \frac{dz}{(z-i)(z-1)} = 2\pi\, i\,(res[\,f(z);\,i] + res[\,f(z);\,1]\,);$$

$$res[\,f(z);\,i] = \lim_{z\to i} (z-i)\,\frac{1}{(z-i)(z-1)} = \lim_{z\to i} \frac{1}{z-1} = \frac{e^i}{2i} = \frac{1}{i-1} = \frac{-i-1}{(i-1)(-i-1)} = \frac{-1-i}{2} = -\frac{1}{2} - \frac{1}{2}i;$$

$$res[\,f(z);\,1] = \lim_{z\to 1} (z-1)\,\frac{1}{(z-i)(z-1)} = \lim_{z\to 1} \frac{1}{z-i} = \frac{1}{1-i} = \frac{1+i}{(1-i)(1+i)} = \frac{1+i}{2} = \frac{1}{2} + \frac{1}{2}i.$$

Тогда

$$\oint\limits_{\gamma} f(z)\,dz = 2\pi\, i(-\frac{1}{2} - \frac{1}{2}i + \frac{1}{2} + \frac{1}{2}i) = 0.$$

Пример 3

Вычислить $\oint\limits_{\gamma} \frac{e^{-2z}}{z^2}$, где γ: $\frac{x^2}{9} + \frac{y^2}{4} = 1$.

Решение

Для подынтегральной функции $f(z)=\dfrac{e^{-2z}}{z^2}$ точка $z=0$ является полюсом второго порядка и находится внутри эллипса с полуосями 3 и 2.
По теореме Коши о вычетах

$$\oint_\gamma \frac{e^{-2z}}{z^2}dz = 2\pi\, i res[f(z);0] = 2\pi\, i \lim_{z\to 0}(z^2\frac{e^{-2z}}{z^2})' = 2\pi\, i \lim_{z\to 0}(e^{-2z})' =$$

$$= 2\pi\, i \lim_{z\to 0}(-2)e^{-2z} = 2\pi\, i \quad (-2)\, e^0 = -4\pi\, i.$$

Самостоятельная работа № 7

Вариант 1

1) Вычислить $\int_\gamma \cos z dz$ по отрезку прямой, соединяющему точки $z=i$ и $z=-2+i$.

2) Вычислить $\int_\gamma (4i+3\operatorname{Re} z)dz$, где $\gamma:\ 2x^2-y+3=0$ от $z=3i$ до $z=1+5i$.

Вариант 2

1) Вычислить $\int_\gamma \sin z dz$, где $\gamma:\ x-3y+1=0$ от $z=-1$ до $z=2+i$.

2) Вычислить $\int_\gamma (2i\ Jmz+3)\, dz$, где $\gamma:\ y=2-x^2$ от $z=2i$ до $z=1+i$.

Самостоятельная работа № 8

Вариант 1

1) Вычислить $\int_\gamma (2iz-z^2)dz$, где $\gamma:\ x^2+y^2-x=0$.

2) Найти вычеты в особых точках функции $f(z)=\dfrac{4z}{(z-1)^3(z+2)^2}$.

Вариант 2

1) Вычислить $\int_\gamma e^{z-2i}dz$, где $\gamma:\ |z-2|=2.$

2) Найти вычеты в особых точках функции $f(z)=\dfrac{\sin z}{(z+1)^2(z-i)}$.

Самостоятельная работа № 9

Вариант 1

С помощью вычетов вычислить интеграл $\oint_{\gamma} \frac{e^z}{(z^2-1)^2} dz$, γ: $x^2+4y^2=4$.

Вариант 2

С помощью вычетов вычислить интеграл $\oint_{\gamma} \frac{(3z^2+1)}{(z+2)^2(z-2i)} dz$, $\gamma: \left| z+1-i \right| = 3$.

Самостоятельная работа № 10

1) Вычислить: $(-1-i)^{2i}, \sin(3i+2)$.

2) Найти образ линии $x^2+y^2+x=0$ при отображении $w=3\bar{z}-i$.

3) Является ли аналитической функция $w=z+e^{\bar{z}}$?

4) На комплексной плоскости (z) построить множество точек z, удовлетворяющих условиям:

$$\begin{cases} \left| z+i \right| \le 2, \\ \operatorname{Re} z > -1. \end{cases}$$

5) Вычислить $\int_{\gamma} e^{\bar{z}} dz$ по отрезку прямой, соединяющему точки $z=0$ и $z=2-2i$.

4) С помощью вычетов вычислить интеграл $\oint_{\gamma} \frac{(z^2+3)\,dz}{z^3-1}; \gamma: x^2+y^2=9$.

Самостоятельная работа № 10 содержит набор основных типовых задач по теме изучаемого раздела математики и может быть использована для подготовки к контрольной работе.

С помощью вычетов удается вычислять некоторые определённые интегралы от функций действительной переменной, для чего эти интегралы предварительно преобразуются в интегралы по замкнутому контуру.

9. ВЫЧИСЛЕНИЕ НЕСОБСТВЕННЫХ ИНТЕГРАЛОВ

С помощью вычетов вычисляют некоторые несобственные интегралы от функции действительной переменной вида $\int_{-\infty}^{\infty} f(x)dx$.

Пусть $f(z)$- рациональная функция $f(z)=\frac{P_n(x)}{Q_m(x)}$, а разность степеней знаменателя и числителя $m-n>1, \quad Q_m(x) \neq 0, \quad x \in R$.

Пусть функция $f(z)$, аналитическая на действительной оси, имеет выше действительной оси (в верхней полуплоскости $Jmz > 0$) конечное число особых точек $z_1, z_2,..., z_n$. Тогда существует несобственный интеграл от функции $f(z)$ по промежутку $(-\infty, \infty)$ и

$$\int_{-\infty}^{\infty} f(x)\,dx = 2\pi\, i \sum_{k=1}^{n} res\,[f(z); z_k].$$

Пример

Вычислить $\int_{-\infty}^{\infty} \frac{x^2 dx}{(1+x^2)^3}$.

Функция $f(x) = \frac{x^2}{(1+x^2)^3}$.

Решение

Введём функцию комплексной переменной z

$$f(z) = \frac{z^2}{(1+z^2)^3}.$$

Она имеет в верхней полуплоскости $Jmz > 0$ единственную особую точку $z = i$-полюс третьего порядка. Тогда $\int_{-\infty}^{\infty} \frac{x^2 dx}{(1+x^2)^3} = 2\pi\, i\, res\,[f(z); i].$

Найдем

$$res\,[f(z); i] = \frac{1}{2!} \lim_{z\to i} ((z-i)^3 \frac{z^2}{(z-i)^3(z+i)^3})'' = \frac{1}{2} \lim_{z\to i} (\frac{z^2}{(z+i)^3})'' =$$

$$= \frac{1}{2} \lim_{z\to i} (\frac{2z(z+i)^3 - z^2 3(z+i)^2}{(z+i)^6})' = = \frac{1}{2} \lim_{z\to i} (\frac{2z^2 + 2zi - 3z^2}{(z+i)^4})' = \frac{1}{2} \lim_{z\to i} (\frac{2zi - z^2}{(z+i)^4})' =$$

$$= \frac{1}{2} \lim_{z\to i} \frac{(2i-2z)(z+i)^4 - (2zi - z^2)4(z+i)^3}{(z+i)^8} =$$

$$= \frac{1}{2} \lim_{z\to i} \frac{2z^2 - 2 - 8zi}{(z+i)^5} = \frac{1}{2} \frac{(-2-2+8)}{(2i)^5} = \frac{4}{2\cdot 32i} = \frac{1}{16i} = \frac{-i}{16i\,(-i)} = -\frac{i}{16}.$$

Окончательно получим

$$\int_{-\infty}^{\infty} \frac{x^2 dx}{(1+x^2)^3} = 2\pi\, i\, (-\frac{i}{16}) = \frac{\pi}{8}.$$

Если функция $f(z)$ удовлетворяет условиям:

1) $f(z) = e^{imz} \cdot F(z)$, где $m > 0$ и $F(z) \to 0$ при $|z| \to \infty$ равномерно по φ для $Jmz \geq 0$;

2) $f(z)$ на действительной оси имеет конечное число простых полюсов $x_1, x_2,..., x_p$;

3) $f(z)$ аналитична в верхней полуплоскости всюду, за исключением конечного числа особых точек $z_1, z_2, ..., z_n$, то

$$\int_{-\infty}^{\infty} f(x)\,dx = 2\pi\, i\,(\sum_{k=1}^{n} res[\,f(z); z_k\,] + \frac{1}{2}\sum_{k=1}^{p} res[\,f(z); x_k\,]).$$

Пример

Вычислить интеграл Дирихле $\int_0^{\infty} \frac{\sin x}{x}\,dx$.

Решение

Рассмотрим $\int_{-\infty}^{\infty} \frac{e^{ix}}{x}\,dx$. Введём функцию $f(z) = \frac{e^{iz}}{z}$. Здесь $m = 1, \quad F(z) = \frac{1}{z} \to 0$ при $|\,z\,| \to \infty$. Для $f(z)$ точка $z = 0$ - простой полюс, расположенный на действительной оси. Других особых точек нет.

Тогда

$$\int_{-\infty}^{\infty} \frac{e^{ix}}{x}\,dx = 2\pi\, i\,\frac{1}{2}\, res[\,f(z); 0] = \pi\, i \lim_{z\to 0} z\,\frac{e^{iz}}{z} = \pi\, i \lim_{z\to 0} e^{iz} = \pi\, i.$$

Но $e^{ix} = \cos x + i \sin x$, поэтому

$$\int_{-\infty}^{\infty} (\frac{\cos x}{x} + i\frac{\sin x}{x})\,dx = \pi i.$$

В силу определения равенства двух комплексных чисел имеем:

$$\int_{-\infty}^{\infty} \frac{\cos x}{x}\,dx = 0, \quad \text{а} \quad \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\sin x}{x}\,dx = \pi.$$

Так как $\frac{\sin x}{x}$ - чётная функция, то $\int_{-\infty}^{\infty} \frac{\sin x}{x}\,dx = 2\int_0^{\infty} \frac{\sin x}{x}\,dx = \pi$, откуда

$$\int_0^{\infty} \frac{\sin x}{x}\,dx = \frac{\pi}{2}.$$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Араманович, И. Г. Функции комплексного переменного. Операционное исчисление. Теория устойчивости / И. Г. Араманович, Г. Л. Лунц, Л. Э. Эльсгольц. - М.: Наука, 1970. – 380 с.

Волковысский, Л. И. Сборник задач по теории функций комплексного переменного / Л. И. Волковысский, Г. Л. Лунц, И. Г. Араманович. - М.: Наука, 1975. – 220 с.

Евграфов, М. А. Аналитические функции / М. А. Евграфов. - М.: Наука, 1968. – 620 с.

Лаврентьев, М. А. Методы теории функций комплексного переменного / М. А. Лаврентьев, Б. В. Шабат. - М.: Наука, 1979. – 410 с.

Маркушевич, А. И. Краткий курс теории аналитических функций / А. И. Маркушевич. - М.: Наука, 1978. – 360 с.

Привалов, И. И. Введение в теорию функций комплексного переменного / И. И. Привалов. - М.: Наука, 1984. – 480 с.

Свешников, А. Г. Теория функций комплексной переменной / А. Г. Свешников, А. Н. Тихонов. - М.: Наука, 1979. – 720 с.

Титчмарш, Е. Теория функций / Е. Титчмарш. - М.: Наука, 1980. – 510 с.

Министерство образования и науки РФ
ФГБОУ ВПО
«Уральский государственный горный университет»

Проректор по учебно-методическому комплексу
Уторов С.А.

Г. М. ПЛОТНИКОВА

ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ

Учебное пособие
по разделу дисциплины «Математика в профессиональной деятельности»
для студентов специальности
15.02.16 Технология машиностроения

Екатеринбург

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ ……... 4
МЕТОДИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ ПО РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ …… 5
ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ……..… 25
ОТВЕТЫ ….…… 71
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ……....83

ВВЕДЕНИЕ

Предлагаемое пособие предназначено для студентов всех специальностей очного обучения.

Пособие содержит 30 вариантов заданий по теме «Теория вероятностей». В начале пособия даны методические указания с подробными решениями аналогичных задач. В конце пособия указаны ответы.

Целью работы является активизация самостоятельной работы студентов и содействие более глубокому усвоению разделов курса математики и её приложений.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ

В данном разделе приведены подробные решения задач, подобных указанным в вариантах.

Задача 1

При массовом производстве полупроводниковых диодов вероятность брака при формовке 0,2. Какова вероятность того, что из 400 наугад взятых диодов ровно 84 будут бракованными?

Решение

Так как $n = 400$ представляет собой достаточно большое число и $p = 0{,}2$, то можно считать, согласно локальной теореме Лапласа, что случайная величина $X = k$ распределена по нормальному закону. Тогда вероятность того, что в n независимых испытаниях событие наступит ровно k раз, приближённо равна

$$P_n(k) = \frac{1}{\sqrt{npq}}\varphi(x),$$

где

$$\varphi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{\frac{-x^2}{2}}, \quad x = \frac{k-np}{\sqrt{npq}}.$$

По условиям задачи $k = 84$; $q = 0{,}8$, $p = 0{,}2$, $n = 400$, тогда

$$P(X = 84) \approx \frac{1}{\sqrt{400 \cdot 0{,}2 \cdot 0{,}8}} \varphi\left(\frac{84 - 400 \cdot 0{,}2}{\sqrt{400 \cdot 0{,}2 \cdot 0{,}8}}\right) =$$

$$= \frac{1}{8}\varphi(0{,}5) = \frac{1}{8} 0{,}3521 \approx 0{,}044.$$

Таблица функции $\varphi(x)$ для положительных значений x приводится в приложениях к учебникам (см., например [4], прил. 1. В. Е. Гмурман. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике). Для отрицательных значений x пользуются той же таблицей, так как функция $\varphi(x)$ – чётная.

Задача 2

Производится три выстрела по одной и той же мишени. Вероятности попадания при первом, втором и третьем выстрелах соответственно равны:

$$p_1 = 0{,}4;\ \ p_2 = 0{,}5;\ \ p_3 = 0{,}7.$$

Найти вероятности того, что в результате этих трёх выстрелов по мишени будет:

а) ровно одно попадание;

б) хотя бы одно попадание;

в) ровно два попадания.

Решение

а) Пусть событие A – одно попадание в мишень. Обозначим $A_1 - A_3 -$ события, означающие попадания в мишень соответственно при первом, втором и третьем выстрелах. Событие A выражается так

$$A = A_1\overline{A}_2\overline{A}_3 + \overline{A}_1A_2\overline{A}_3 + \overline{A}_1\overline{A}_2A_3,$$

где $\overline{A}_1 - \overline{A}_3 -$ события, противоположные соответственно событиям $A_1 - A_3$.

Применяя теорему сложения вероятностей для несовместных событий и теорему умножения для независимых событий, получим

$$P(A) = P(A_1\overline{A}_2\overline{A}_3) + P(\overline{A}_1A_2\overline{A}_3) + P(\overline{A}_1\overline{A}_2A_3) =$$

$$= P(A_1)\cdot P(\overline{A}_2)\cdot P(\overline{A}_3) + P(\overline{A}_1)\cdot P(A_2)\cdot P(\overline{A}_3) + P(\overline{A}_1)\cdot P(\overline{A}_2)\cdot P(A_3) =$$

$$= 0{,}4\cdot 0{,}5\cdot 0{,}3 + 0{,}6\cdot 0{,}5\cdot 0{,}3 + 0{,}6\cdot 0{,}5\cdot 0{,}7 = 0{,}36.$$

б) Пусть событие B – хотя бы одно попадание в мишень, тогда

$$B = A_1A_2A_3 + A_1A_2\overline{A}_3 + A_1\overline{A}_2A_3 + A_1\overline{A}_2\overline{A}_3 + \overline{A}_1A_2\overline{A}_3 + \overline{A}_1\overline{A}_2A_3.$$

Но легче подсчитать вероятность противоположного события $\overline{B}$ – ни одного попадания при трёх выстрелах:

$$\overline{B} = \overline{A}_1\overline{A}_2\overline{A}_3.$$

Тогда $P(B) = 1 - P(\overline{B}) = 1 - 0{,}6 \cdot 0{,}5 \cdot 0{,}3 = 1 - 0{,}09 = 0{,}91.$

в) Пусть событие C равно двум попаданиям, тогда

$$C = A_1A_2\overline{A}_3 + A_1\overline{A}_2A_3 + \overline{A}_1A_2A_3,$$

$$P(C) = 0{,}4 \cdot 0{,}5 \cdot 0{,}3 + 0{,}4 \cdot 0{,}5 \cdot 0{,}7 + 0{,}6 \cdot 0{,}5 \cdot 0{,}7 = 0{,}41.$$

Задача 3

По каналу связи передаётся один из двух возможных сигналов x_1 или x_2. Сигнал x_2 передаётся в среднем в два раза чаще, чем сигнал x_1. Из-за наличия помех возможны искажения: вместо сигнала x_1 на приёме может быть получен сигнал x_2 и наоборот. Свойства канала связи таковы, что сигнал x_1 подвергается искажениям в 10 %, а сигнал x_2 – в 20 % случаев. Предположим, что получен сигнал x_1. Какова вероятность, что передан этот же сигнал?

Решение

Введём обозначения:

событие A – передан сигнал x_1;

событие B – получен сигнал x_1.

Тогда событие $\overline{A}$ – передан сигнал x_2. Событие B может наступить лишь при появлении одного из несовместных событий (гипотез) A и $\overline{A}$.

По условиям задачи:

$$P(A) = \frac{1}{3}; \quad P(\overline{A}) = \frac{2}{3}.$$

Вероятность того, что получен сигнал x_1, при условии, если передали этот же сигнал:

$$P(B/A)=0{,}9.$$

Вероятность того, что получен сигнал x_1, если передали сигнал x_2:

$$P(B/\overline{A})=0{,}2.$$

Искомую вероятность $P(A/B)$ находим по формуле Бейеса

$$P(A/B)=\frac{P(A)\cdot P(B/A)}{P(A)\cdot P(B/A)+P(\overline{A})\cdot P(B/\overline{A})}=\frac{\frac{1}{3}\cdot 0{,}9}{\frac{1}{3}\cdot 0{,}9+\frac{2}{3}\cdot 0{,}2}\approx 0{,}692.$$

Задача 4

"n" стрелков независимо друг от друга стреляют по одной и той же цели. Вероятность попадания для каждого стрелка равна $p=0{,}004.$ Определить количество стрелков, которое потребуется для поражения цели с вероятностью не меньшей, чем $P=0{,}98.$

Решение

Пусть событие A – поражение цели стрелками, тогда $\overline{A}-$ промахи всех стрелков. Так как выстрелы производятся независимо друг от друга, то по теореме умножения вероятностей

$$P(\overline{A})=(1-p)^n,$$

а вероятность наступления события A

$$P(A)=1-P(\overline{A})=1-(1-p)^n.$$

По условию задачи необходимо, чтобы

$$1-(1-p)^n\geq P$$

или

$$1 - P \geq (1 - p)^n.$$

Отсюда

$$\lg(1 - P) \geq n \cdot \lg(1 - p)$$

и, с учетом того, что $\lg(1 - p) < 0$:

$$n \geq \frac{\lg(1 - P)}{\lg(1 - p)}.$$

При p = 0,004 и P = 0,98 получим

$$n \geq \frac{\lg 0{,}02}{\lg 0{,}996} \approx 976.$$

Ответ

Для поражения цели требуется не менее 976 стрелков.

Задача 5

Из партии, состоящей из 50 изделий, среди которых имеется 5 бракованных, выбраны случайным образом четыре изделия для проверки их качества. Построить ряд распределения случайного числа X бракованных изделий, содержащихся в выборке, и найти математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратическое отклонение случайной величины X. Найти функцию распределения $F(x)$ и построить её график.

Решение

Возможными значениями случайной величины X будут

$x_1 = 0$ (в выборке нет бракованных изделий);

$x_2 = 1$ (в выборке одно бракованное изделие);

$x_3 = 2; x_4 = 3; x_5 = 4$ (все четыре выбранных изделия бракованные).

Найдем вероятность того, что случайная величина X примет эти значения.

а) $x_1 = 0.$

Согласно классическому определению вероятности, вероятностью события A называется отношение числа благоприятных случаев m к общему числу случаев n:

$$P(A) = \frac{m}{n}.$$

Общее число состоит из возможных комбинаций, которые можно образовать из 50 изделий по четыре, т. е.

$$n = C_{50}^4,$$

где число сочетаний вычисляется по формуле

$$C_n^m = \frac{n!}{m!(n-m)!}.$$

Из этого числа случаев благоприятными являются только те выборки, которые не содержат бракованных изделий. Так как имеется 45 небракованных изделий, то число благоприятных случаев – это число способов, которыми можно выбрать 4 изделия из 45, т. е.

$$m = C_{45}^4,$$

тогда для $x_1 = 0$

$$p_1 = \frac{C_{45}^4}{C_{50}^4} = \frac{\frac{45!}{4!\cdot 41!}}{\frac{50!}{4!\cdot 46!}} = \frac{42\cdot 43\cdot 44\cdot 45}{47\cdot 48\cdot 49\cdot 50} = 0{,}64696.$$

б) $x_2 = 1.$

Общее число случаев $n = C_{50}^4.$

Благоприятными случаями являются те выборки, которые содержат одно бракованное изделие и три небракованных.

Число способов, которыми можно выбрать одного бракованное изделие из пяти, равно числу сочетаний из 5 по 1, т. е. $C_5^1.$

Кроме того, число способов, которыми можно выбрать остальные три небракованных изделия из 45, равно $C_{45}^3.$ А так как каждое выбранное бракованное изделие может оказаться в одной выборке с каждой из троек небракованных

изделий, то число всех выборок по 4 изделия, в которых одно бракованное, а три небракованных, равно: $C_5^1 \cdot C_{45}^3$, тогда

$$p_2 = \frac{C_5^1 \cdot C_{45}^3}{C_{50}^4} = 0{,}30807.$$

в) Вероятность того, что случайная величина X примет значение, равное 2, равна $(x_3 = 2)$

$$p_3 = \frac{C_5^2 \cdot C_{45}^2}{C_{50}^4} = 0{,}043.$$

г) $x_4 = 3.$

$$p_4 = \frac{C_5^3 \cdot C_{45}^1}{C_{50}^4} = 0{,}00195.$$

д) $x_5 = 4.$

$$p_5 = \frac{C_5^4 \cdot C_{45}^0}{C_{50}^4} = 0{,}00002.$$

Получим следующий ряд распределения:

X	0	1	2	3	4
P	0,64696	0,30807	0,043	0,00195	0,00002

Определяем математическое ожидание (округлим до 0,001).

$$M(X) = \sum_{i=1}^{5} x_i p_i = 0 \cdot 0{,}647 + 1 \cdot 0{,}308 + 2 \cdot 0{,}043 + 3 \cdot 0{,}002 + 4 \cdot 0 = 0{,}398 \approx 0{,}4.$$

Дисперсию вычислим по формуле

$$D(X) = \sum_{i=1}^{5} x_i^2 p_i - \left(M(X)\right)^2.$$

Для нахождения дисперсии составим ряд распределения для величины x^2 (вероятности округлены до 0,001)

X^2	0	1	4	9	16
P	0,647	0,308	0,043	0,002	0

тогда

$$D(X) = 0 \cdot 0{,}647 + 1 \cdot 0{,}308 + 4 \cdot 0{,}043 + 9 \cdot 0{,}002 + 16 \cdot 0 - (0{,}4)^2 \approx 0{,}338 \approx 0{,}34.$$

Среднее квадратическое отклонение $\sigma(x)$ рассчитывается по формуле

$$\sigma(X) = \sqrt{D(X)} = \sqrt{0{,}34} \approx 0{,}58.$$

Найдём функцию распределения $F(x)$. Согласно определению, функцией распределения случайной величины X называется вероятность того, что она примет значение меньшее, чем заданное x:

$$F(x) = P\{X < x\}.$$

1. Пусть $x \le 0$; так как число изделий отрицательным быть не может, то для любого $x \le 0$ (включая 0) $F(x) = 0.$
2. Пусть $0 < x \le 1$ (например, $x = 1/2$):

$$F(x) = P\{X = 0\} = 0{,}64696.$$

3. Пусть $1 < x \le 2$ (например, 1,75):

$$F(x) = P\{X < 2\} = P\{X = 0\} + P\{X = 1\} = 0{,}64696 + 0{,}30807 = 0{,}95503.$$

Очевидно, что и $F(2) = 0{,}95503.$

4. Пусть $2 < x \le 3$, тогда

$$F(x) = P\{X < 3\} = P\{x = 0\} + P\{x = 1\} + P\{x = 2\}$$

$$= 0{,}95503 + 0{,}043 = 0{,}99803.$$

5. Пусть $3 < x \le 4$: $F(x) = P\{X < 4\} = 0{,}99803 + 0{,}00195 = 0{,}999.$

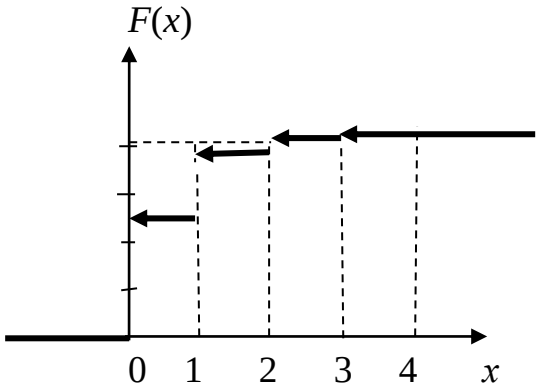
Тогда и $F(4) = 0{,}99998.$

6. Пусть $x > 4$: $F(x) = 0{,}99998 + 0{,}00002 = 1.$

Итого:

$$F(x) = \begin{cases} 0, & x \le 0, \\ 0{,}64696, & 0 < x \le 1, \\ 0{,}95503, & 1 < x \le 2, \\ 0{,}99803, & 2 < x \le 3, \\ 0{,}99998, & 3 < x \le 4, \\ 1, & x > 4 \end{cases}.$$

Изобразим графические функции $F(x)$:



Задача 6

Дискретная случайная величина X может принимать только два значения: x_1 и x_2, причем $x_1 < x_2$. Известны вероятность p_1 возможного значения x_1, математическое ожидание $M(X)$ и $D(X)$. Найти закон распределения этой случайной величины, если $p_1 = 0{,}3; \quad M(X) = 3{,}4; \quad D(X) = 0{,}84.$

Решение

Сумма вероятностей всех возможных значений дискретной случайной величины равна единице, поэтому вероятность того, что X примет x_2, равна 1 – 0,3 = 0,7.

Напишем закон распределения X:

X	x_1	x_2
P	0,3	0,7

Для отыскания x_1 и x_2 надо составить два уравнения, связывающие эти числа. С этой целью выразим известные математическое ожидание и дисперсию через x_1 и x_2

Найдем $M(X)$

$$M(X) = 0{,}3x_1 + 0{,}7x_2.$$

По условию: $M(X) = 3{,}4,$ следовательно,

$$0{,}3x_1 + 0{,}7x_2 = 3{,}4 \qquad (1)$$

Напишем закон распределения X^2

X^2	x_1^2	x_2^2
P	0,3	0,7

Найдём $M(X^2)$

$$M(X^2) = 0{,}3x_1^2 + 0{,}7x_2^2.$$

Формула для нахождения дисперсии имеет вид

$$D(X) = M(X^2) - [M(X)]^2.$$

Подставляя, $D(X) = 0{,}84,$ получим

$$0{,}3x_1^2 + 0{,}7x_2^2 - (3{,}4)^2 = 0{,}84$$

или

$$0{,}3x_1^2 + 0{,}7x_2^2 = 12{,}4. \qquad (2)$$

Объединяя уравнения (1) и (2), получим систему уравнений

$$\begin{cases} 0{,}3x_1 + 0{,}7x_2 = 3{,}4 \\ 0{,}3x_1^2 + 0{,}7x_2^2 = 12{,}4 \end{cases}$$

или

$$\begin{cases} 3x_1 + 7x_2 = 34 \\ 3x_1^2 + 7x_2^2 = 124. \end{cases}$$

Из первого уравнения находим

$$x_1 = \frac{34 - 7x_2}{3}.$$

Подставляя это значение x_1 во второе уравнение, получим после упрощения

$$5x_2^2 - 34x_2 + 56 = 0.$$

Корнями этого квадратного уравнения будут числа $x_2' = 2{,}8$ и $x_2'' = 4.$
Для $x_2' = 2{,}8$ находим

$$x_1' = \frac{34 - 7 \cdot 28}{3} = 4{,}8.$$

Для $x_2'' = 4$ находим

$$x_1'' = \frac{34 - 7 \cdot 4}{3} = 2.$$

Но по условию задачи $x_1 < x_2$, поэтому остаётся принять, что $x_1 = 2$ и $x_2 = 4.$

Таким образом, закон распределения случайной величины X имеет вид

X	2	4
P	0,3	0,7

Задача 7

Случайная величина X задана интегральной функцией распределения $F(x)$. Найти плотность вероятности $f(x)$, математическое ожидание $M(x)$, дисперсию $D(x)$. Построить график функций $F(x)$ и $f(x)$. Найти вероятность того, что случайная величина X примет значение, заключенное в интервале $\left(\frac{\pi}{16};\frac{\pi}{12}\right)$, если

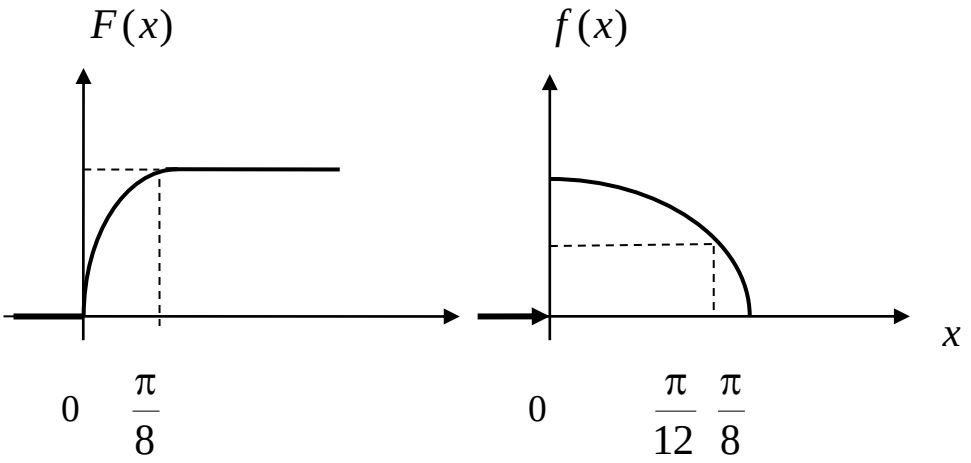
$$F(x)=\begin{cases}0, & \text{при} \quad x<0\\ \sin 4x, & \text{при} \quad 0\le x\le \frac{\pi}{8}\\ 1, & \text{при} \quad x>\frac{\pi}{8}\end{cases}$$

Решение

Для нахождения плотности вероятности $f(x)$ воспользуемся формулой $f(x)=F'(x)$. Тогда

$$f(x)=\begin{cases}0, & \text{при} \quad x<0\\ 4\cos 4x, & \text{при} \quad 0<x\le \frac{\pi}{8}\\ 0, & \text{при} \quad x>\frac{\pi}{8}.\end{cases}$$

Графики $F(x)$ и $f(x)$ таковы:



Для нахождения математического ожидания используем формулу

$$M(X)=\int_a^b x\cdot f(x)\,dx,$$

где a и b – границы интервала, которому принадлежат все возможные значения X.

Подставив $a=0;\quad b=\dfrac{\pi}{8};\quad f(x)=4\cos 4x$, получим

$$M(X)=\int_0^{\pi/8} x\cdot 4\cos 4x\,dx=4\int_0^{\pi/8} x\cdot\cos 4x\,dx=$$

$$=\left|\begin{array}{ll} u=x; & dv=\cos 4x\,dx \\ du=dx; & v=\dfrac{1}{4}\sin 4x \end{array}\right|=$$

$$=4x\frac{1}{4}\sin 4x\Big|_0^{\pi/8}-4\int_0^{\pi/8}\frac{1}{4}\sin 4x=$$

$$=x\sin 4x\Big|_0^{\pi/8}-4\int_0^{\pi/8}\sin 4x\,dx=$$

$$=\frac{\pi}{8}\cdot\sin\frac{4\pi}{8}+\frac{1}{4}\cos 4x\Big|_0^{\pi/8}=\frac{\pi}{8}-\frac{1}{4}.$$

Для нахождения дисперсии воспользуемся формулой

$$D(X) = \int_a^b x^2 f(x)dx - M^2(X),$$

тогда

$$D(X) = 4\int_a^b x^2 \cos 4xdx - \left(\frac{\pi}{8} - \frac{1}{4}\right)^2 =$$

$$= \left| \begin{array}{ll} u = x^2, & \cos 4xdx = dv \\ du = 2xdx, & v = \frac{1}{4}\sin 4x \end{array} \right| =$$

$$= 4\frac{1}{4}\sin 4x \cdot x^2 \Big|_0^{\pi/8} - 4\frac{1}{4}\int_0^{\pi/8} 2x\sin 4x - \left(\frac{\pi}{8} - \frac{1}{4}\right)^2 =$$

$$= x^2 \sin 4x \Big|_0^{\pi/8} - 2\int_0^{\pi/8} x\sin 4xdx - \left(\frac{\pi}{8} - \frac{1}{4}\right)^2 =$$

$$= \left| \begin{array}{ll} x = u, & \sin 4xdx = dv \\ dx = du, & v = -\frac{1}{4}\cos x \end{array} \right| =$$

$$\frac{\pi^2}{64} - 2(-\frac{1}{4}x\cos 4x\Big|_0^{\pi/8} + \frac{1}{4}\int_0^{\pi/8}\cos 4xdx) - \left(\frac{\pi}{8} - \frac{1}{4}\right)^2 =$$

$$= \frac{\pi^2}{64} - 2\frac{1}{16}\sin 4x\Big|_0^{\pi/8} - -\left(\frac{\pi}{8} - \frac{1}{4}\right)^2 =$$

$$= \frac{\pi^2}{64} - \frac{1}{8} - \left(\frac{\pi}{8} - \frac{1}{4}\right)^2 = \frac{\pi - 3}{16}.$$

Вероятность того, что заданная величина X примет значения, заключённые в интервале $\left(\frac{\pi}{16};\frac{\pi}{12}\right)$, находится по формуле

$$P(a<X<b)=\int_a^b f(x)dx=F(b)-F(a),$$

тогда

$$P\left(\frac{\pi}{16}<X<\frac{\pi}{12}\right)=\sin 4x\Big|_{\pi/16}^{\pi/12}=\sin\frac{\pi}{3}-\sin\frac{\pi}{4}=$$

$$=\frac{\sqrt{3}-\sqrt{2}}{2}\approx 0{,}159.$$

Задача 8

Найти вероятность того, что в четырёх независимых испытаниях событие A повторится:

а) ровно два раза;

б) не менее двух раз;

в) не более двух раз;

г) хотя бы один раз,

если в каждом испытании вероятность появления события A равна 0,4.

Решение

Для решения задачи воспользуемся формулой Бернулли: вероятность того, что в n независимых испытаниях, в каждом из которых вероятность появления события $p(0<p<1)$, событие наступит ровно k раз (безразлично, в какой последовательности), равна

$$P_n(k)=C_n^k p^k q^{n-k},$$

где $q=1-p;$ тогда вероятность того, что в четырёх испытаниях событие A наступит:

а) ровно два раза, равна

$$P_4(2)=C_4^2\cdot 0{,}4^2\cdot 0{,}6^2=\frac{4!}{2!\cdot 2!}0{,}16\cdot 0{,}36=0{,}3456;$$

б) не менее двух раз:

$$P_4(2)+P_4(3)+P_4(4)=0{,}3456+0{,}1536+0{,}0256=0{,}5248;$$

в) не более двух раз:

$$P_4(0)+P_4(1)+P_4(2)=1-P_4(3)-P_4(4)=$$

$$=1-0{,}1536-0{,}0256=0{,}8208;$$

г) хотя бы один раз:

$$P_4(1)+P_4(2)+P_4(3)+P_4(4)=1-P_4(0)=$$

$$=1-C_4^0\cdot 0{,}4^0\cdot 0{,}6^4=1-0{,}1296=0{,}8704.$$

Задача 9

Известны математическое ожидание $a=7$ и среднее квадратическое отклонение σ нормально распределённой величины X. Найти вероятность попадания этой величины в заданный интервал (4, 13).

Решение

Вероятность того, что нормально распределённая величина X примет значение, принадлежащее интервалу (α,β), равна:

$$P(\alpha<X<\beta)=\Phi\left(\frac{\beta-a}{\sigma}\right)-\Phi\left(\frac{\alpha-a}{\sigma}\right),$$

где $\Phi(x)$ – функция Лапласа.

Подставив $\alpha=4,\quad \beta=13,\quad a=7$ и $\sigma=3$, получим

$$P(4<X<13)=\Phi\left(\frac{13-7}{3}\right)-\Phi\left(\frac{4-7}{3}\right)=\Phi(2)-\Phi(-1)=\Phi(2)+\Phi(1).$$

По таблице значений функций Лапласа (смотреть, например [4]. Гмурман В. Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике, прил. 2) находим:

$$\Phi(2) = 0{,}4772; \quad \Phi(1) = 0{,}3413,$$

тогда

$$P(4 < X < 13) = 0{,}4772 + 0{,}3413 = 0{,}8185.$$

Задача 10

В лифт семиэтажного дома на первом этаже вошли три человека. Каждый из них с одинаковой вероятностью выходит на любом из этажей, начиная со второго. Найти вероятности следующих событий:

A – все пассажиры выйдут на четвёртом этаже;

B – все пассажиры выйдут одновременно (на одном и том же этаже);

C – все пассажиры выйдут на разных этажах.

Решение

Общее число случаев $n = 6^3 = 216, \quad P(A) = \frac{1}{216}$. Вероятность события B вшестеро больше вероятности события A (так как этажей, на которых можно выйти, 6); $m = 6$ и $\mathrm{P(B)} = \frac{6}{216} = \frac{1}{36}$. Для события C число способов, которыми можно распределить трёх пассажиров по шести этажам: $m = C_6^3 = 20;$ $P(C) = \frac{20}{216} = \frac{5}{54.}$

Задача 11

Двое поочередно бросают монету. Выигрывает тот, у которого раньше появится герб. Определить вероятность выигрыша для каждого из игроков.

Решение

Вероятность выигрыша для игроков обозначим p_1 и p_2.

$$p_1 = \frac{1}{2} + \frac{1}{2^3} + \frac{1}{2^5} + \cdots = \frac{2}{3}.$$

Имеем сумму бесконечно убывающей геометрической прогрессии, где $b_1 = \frac{1}{2}, \quad q = \frac{1}{4}, S = \frac{b_1}{1-q} = \frac{2}{3}.$

$$p_2 = \frac{1}{2^2} + \frac{1}{2^4} + \frac{1}{2^6} + \cdots = \frac{1}{3},$$

где $b_1 = \frac{1}{4}, \quad q = \frac{1}{4}.$

Другое решение:

$$p_1 + p_2 = 1,\ p_2 = \frac{1}{2} p_1, \quad \text{т. е.} \quad p_1 = \frac{2}{3},\ p_2 = \frac{1}{3}.$$

Задача 12

Плотность распределения вероятностей случайной величины X имеет вид $f(x) = \gamma e^{-x^2+2x+3}$. Найти γ, математическое ожидание $M(X)$, дисперсию $D(X)$, функцию распределения случайной величины X, вероятность выполнения неравенства $-\frac{1}{3} < X < \frac{4}{3}.$

Решение

Используем формулы для нормального распределения. Плотность нормального распределения: $f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{\frac{-(x-m)^2}{2\sigma^2}}$. Преобразуем заданную функцию:

$$f(x) = \gamma e^{-((x^2-2x+1)-1-3)} = \gamma e^{-(x-1)^2+4} = \gamma e^4 e^{-(x-1)^2}.$$

Отсюда имеем:

$$2\sigma^2 = 1, \quad D(X) = \sigma^2 = \frac{1}{2}, \quad \sigma = \frac{1}{\sqrt{2}},$$

$$\gamma e^4 = \frac{1}{\frac{1}{\sqrt{2}}\sqrt{2\pi}}; \quad \gamma = \frac{1}{e^4\sqrt{\pi}};$$

$$F(x)=\frac{1}{2}+\Phi\left(\frac{x-m}{\sigma}\right)=\frac{1}{2}+\Phi\left(\frac{x-1}{\frac{1}{\sqrt{2}}}\right)=\frac{1}{2}+\Phi(\sqrt{2}(x-1));$$

$$P(\alpha<X<\beta)=\Phi\left(\frac{\beta-m}{\sigma}\right)-\Phi\left(\frac{\alpha-m}{\sigma}\right);$$

$$P\left(-\frac{1}{3}<X<\frac{4}{3}\right)=\Phi\left(\frac{\frac{4}{3}-1}{\frac{1}{\sqrt{2}}}\right)-\Phi\left(\frac{-\frac{1}{3}-1}{\frac{1}{\sqrt{2}}}\right)=\Phi\left(\frac{\sqrt{2}}{3}\right)+\Phi\left(\frac{4\sqrt{2}}{3}\right)=$$

$$=\Phi(0{,}4714)+\Phi(1{,}8856)=0{,}1808+0{,}4706=0{,}6514.$$

Задача 13

Дана плотность распределения случайной величины X:

$$f(x)=\begin{cases}\dfrac{2(x-a)}{(b-a)^2}, & x\in[a,b],\\ 0, & x\bar{\in}[a,b].\end{cases}$$

Найти математическое ожидание $M(Y)$ и дисперсию $D(Y)$ случайной величины Y, которая представляет собой площадь квадрата со стороной x, если a = 4, b = 6.

Решение

$$Y = \varphi(x) = x^2, \qquad M(Y) = \int_a^b \varphi(x) f(x) dx,$$

$$M(Y) = \int_4^6 x^2 \frac{(x-4)}{2} dx = \frac{86}{3};$$

$$D(Y) = \int_a^b \varphi^2(x) f(x) dx - M^2(Y);$$

$$D(Y) = \int_4^6 x^4 \frac{(x-4)}{2} dx - \left(\frac{86}{3}\right)^2 = \frac{1084}{45} \approx 24{,}1.$$

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Вариант № 1

1. Два брата входят в состав двух различных спортивных команд, состоящих из 12 человек каждая. В двух урнах имеется по 12 билетов с номерами от 1 до 12. Члены каждой команды вынимают наудачу по одному билету из определенной урны (без возвращения). Найти вероятность того, что оба брата вытащат номер 6.

2. Радиолампа может принадлежать к одной из трёх партий с вероятностями 0,25; 0,5; 0,25. Вероятности того, что лампа проработает заданное число часов, равны для этих партий, соответственно, 0,1; 0,2; 0,5. Определить вероятность того, что радиолампа проработает заданное число часов.

3. Чему равна вероятность того, что при бросании трёх игральных костей 6 очков появится хотя бы один раз?

4. Вероятность выхода из строя за время T одного конденсатора равна 0,2. Определить вероятность того, что за время T из 100 конденсаторов выйдут из строя:

а) не менее 20 конденсаторов;

б) менее 28 конденсаторов;

в) от 14 до 26 конденсаторов.

5. Опыт состоит из трёх бросаний монеты, из которых герб выпадает с вероятностью p = 0,5. Для случайного числа появлений герба построить: а) ряд распределения; б) многоугольник распределения; в) функцию распределения.

Вариант № 2

1. Студент знает 45 из 60 вопросов программы. Каждый экзаменационный билет содержит три вопроса. Найти вероятность того, что студент знает: а) все три вопроса; б) только два; в) только один вопрос.

2. Устройство содержит 2 независимо работающих элемента. Вероятности отказа элементов соответственно равны 0,05 и 0,08. Найти вероятность отказа устройства, если для этого достаточно, чтобы отказал хотя бы один элемент.

3. При передаче сообщения сигналами «точка» и «тире» эти сигналы встречаются в соотношении 5/3. Статистические свойства помех таковы, что искажаются в среднем 2/5 сообщений «точка» и 1/3 сообщений «тире». Найти вероятность того, что произвольный из принятых сигналов не искажён.

4. Вероятность поражения мишени стрелком при одном выстреле равна 0,75. Найти вероятность того, что при 10 выстрелах, стрелок поразит мишень 8 раз. Результат, полученный применением локальной теоремы Лапласа, сравнить с результатом, полученным по формуле Бернулли.

5. Опыт состоит из четырех независимых бросаний монеты, в каждом из которых герб выпадает с вероятностью $p = 0{,}5$. Для случайного числа появлений герба построить: а) ряд распределения; б) многоугольник распределения; в) функцию распределения.

Вариант № 3

1. В каждой из двух урн находится 5 белых и 10 черных шаров. Из первой урны переложили во вторую наудачу один шар, а затем из второй вынули наугад один шар. Найти вероятность того, что вынутый шар окажется чёрным.

2. Отдел технического контроля проверяет изделия на стандартность. Вероятность того, что изделие стандартно, равна 0,8. Найти вероятность того, что из двух проверенных изделий только одно стандартное.

3. В лотерее 1000 билетов, из них на 1 билет падает выигрыш 500 рублей, на 10 билетов – по 100 рублей, на 50 билетов – по 20 рублей, на 100 билетов – по 5 рублей, остальные билеты невыигрышные. Некто покупает 1 билет. Найти вероятность выигрыша не менее 20 рублей.

4. Для определения содержания полезных компонентов на металлургическом комбинате проводится опробование вагонов с товарной рудой. Найти вероятность того, что из 400 вагонов опробование пройдут ровно 80 вагонов, если из 5 вагонов опробуется только один.

5. Производится 4 выстрела по мишени. Вероятность попадания при каждом выстреле равна 0,3. Для случайного числа попаданий построить: а) ряд распределения; б) многоугольник распределения; в) функцию распределения, г) найти математическое ожидание.

Вариант № 4

1. Три стрелка в одинаковых и независимых условиях производят по одному выстрелу по одной и той же цели. Вероятность поражения цели первым стрелком равна 0,9, вторым – 0,8, третьим – 0,7. Найти вероятность того, что: а) только один из стрелков попадает в цель; б) только два стрелка попадут в цель; в) все три стрелка попадут в цель.

2. Наборщик пользуется двумя кассами. В первой кассе – 90 %, а во второй – 80 % отличного шрифта. Найти вероятность того, что любая извлечённая литера из наудачу взятой кассы будет отличного качества.

3. Студент знает 70 из 90 вопросов программы. Найти вероятность того, что студент знает предложенные ему экзаменатором 3 вопроса.

4. Имеются 100 станков одинаковой мощности, работающих независимо друг от друга в одинаковом режиме, при котором их привод оказывается включённым в течение $p = 0{,}8$ всего рабочего времени. Какова вероятность того, что в произвольно взятый момент времени окажутся включенными от 70 до 80 станков?

5. Производится взрывание пяти скважин. Вероятность высокой эффективности объёма взорванной массы одной скважины равна 0,7. Построить ряд распределения эффективности объёма взорванной массы и найти её математическое ожидание.

Вариант № 5

1. Вероятность наступления события в каждом из одинаковых и независимых испытаний равна 0,8. Найти вероятность того, что в 1600 испытаниях событие наступит 1200 раз.

2. Автомат штампует детали. Вероятность того, что за один час не будет выпущено ни одной нестандартной детали, равна 0,9. Найти вероятность того, что будут стандартными все детали, выпущенные за 3 часа.

3. Число грузовых автомашин, проезжающих по шоссе, на котором стоит бензоколонка, относится к числу легковых автомашин как 3/2. Вероятность того, что будет заправляться грузовая машина, равна 0,1, для легковой машины эта вероятность равна 0,2. К бензоколонке подъехала для заправки машина. Найти вероятность того, что эта машина грузовая.

4. Из цифр 1 – 5 выбирается наудачу одна, затем из оставшихся также наудачу выбирается вторая. Найти вероятности следующих событий:

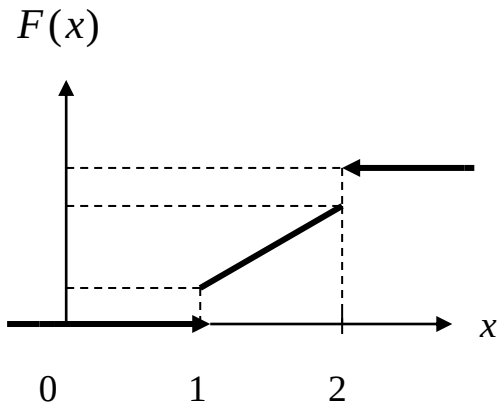
событие A – первая цифра чётная;

событие $Б$ – вторая цифра чётная;

событие B – обе цифры чётные;

событие D – хотя бы одна цифра чётная.

5. Случайная величина X имеет функцию распределения, заданную графически.



Значения $x=1$ и $x=2$ имеют отличные от нуля вероятности:

$$P\{x=1\}=0{,}25,$$

$$P\{x=2\}=0{,}75,$$

при $x<1$ $F(x)=0,$ при $x>2$ $F(x)=1.$

На участке $1\le x\le 2$ $F(x)$ изменяется по линейному закону. Найти $M(X)$ и $D(X)$.

Вариант № 6

1. Для сигнализации об аварии установили три независимо работающих устройства. Вероятность того, что при аварии сработает первое устройство, равна 0,9; второе – 0,95 и третье – 0,85. Найти вероятность того, что при аварии сработает: а) только одно устройство; б) только два устройства; в) все три устройства.

2. Рабочий обслуживает три станка, на которых обрабатываются однотипные детали. Вероятность брака для первого станка равна 0,02; для второго – 0,03; для третьего – 0,04. Обработанные детали складываются в один ящик. Производительность первого станка в три раза больше, чем второго, а третьего – в два раза меньше, чем второго. Определить вероятность того, что взятая наудачу деталь будет бракованной.

3. Какова вероятность того, что квадрат выбранного наудачу целого числа будет оканчиваться цифрой 1.

4. В ОТК поступила партия изделий. Вероятность того, что наудачу взятое изделие стандартно, равна 0,9. Найти вероятность того, что из 100 проверенных изделий окажется стандартных не менее 84.

5. Производятся последовательные испытания приборов на надёжность. Каждый следующий прибор испытывается только в том случае, если предыдущий оказался надёжным. Построить ряд распределения случайного числа испытанных приборов, если вероятность выдержать испытание для каждого из них равна 0,9.

Вариант № 7

1. Вероятность наступления события в каждом из одинаковых и независимых испытаний равна 0,07. Найти вероятность того, что в 1400 испытаниях событие наступит ровно 28 раз.

2. Два автомата производят детали, которые поступают на общий конвейер. Вероятность получения нестандартной детали на первом автомате равна 0,06, а на втором – 0,09. Производительность второго автомата вдвое больше, чем первого. Найти вероятность того, что наудачу взятая с конвейера деталь нестандартна.

3. Из колоды в 52 карты вынимается наудачу три карты. Найти вероятность того, что это тройка, семёрка и туз.

4. Монета подбрасывается 5 раз. Найти вероятность следующих событий:
событие A – все пять раз появится герб;
событие $Б$ – хотя бы один раз появится герб;
событие B – герб появится ровно два раза.

5. В денежной лотерее выпущено 100 билетов. Разыгрывается один выигрыш в 50 руб.; четыре выигрыша по 25 руб.; десять – по 10 руб.; остальные невыигрышные. Составить ряд распределения стоимости выигрыша для владельца одного лотерейного билета (случайная величина X – стоимость возможного выигрыша) и найти математическое ожидание.

Вариант № 8

1. В партии из 100 деталей имеются 10 дефектных. Найти вероятность того, что среди 5 изделий, наудачу взятых из этой партии, только 2 окажутся дефектными.

2. В двух ящиках содержится по 20 деталей, причём из них в первом ящике 17, а во втором – 15 нестандартных деталей. Из второго ящика наудачу извлечена одна деталь и переложена в первый ящик. Найти вероятность того, что наудачу извлеченная деталь из первого ящика будет стандартной.

3. Данное предприятие в среднем даёт 21 % продукции высшего сорта и 70 % продукции первого сорта. Найти вероятность того, что случайно взятое изделие окажется первого или высшего сорта.

4. Вероятность того, что в результате четырёх независимых опытов событие A произойдёт хотя бы один раз, равна 0,5. Определить вероятность появления события A при одном опыте, если она во всех опытах остаётся неизменной.

5. Игральная кость брошена 2 раза. Написать ряд распределения числа появлений «тройки» и найти математическое ожидание.

Вариант № 9

1. Вероятность наступления события в каждом из одинаковых и независимых испытаний равна 0,8. Найти вероятность того, что в 125 испытаниях событие наступит не менее 75 и не более 90 раз.

2. Две перфораторщицы набили по одинаковому комплекту перфокарт, вероятность того, что первая перфораторщица допустит ошибку, равна 0,05, для второй эта вероятность равна 0,1. При сверке перфокарт была обнаружена ошибка. Найти вероятность того, что ошиблась первая перфораторщица.

3. Два студента ищут нужную им книгу в букинистических магазинах. Вероятность того, что книга будет найдена первым студентом, равна 0,6, а вторым – 0,7. Какова вероятность того, что только один из студентов найдет книгу?

4. С помощью карточек, на которых написано по одной букве, составлено слово «карета». Карточки перемешиваются, а затем наугад извлекаются по одной. Какова вероятность, что в порядке поступления букв образуется слово «ракета»?

5. На пути движения автомашины 4 светофора. Каждый из них с вероятностью 0,5 либо разрешает, либо запрещает автомашине дальнейшее движение. Построить ряд и многоугольник распределения вероятностей числа светофоров, пройденных автомашиной без остановки.

Вариант № 10

1. На трёх станках при одинаковых и независимых условиях изготовляются детали одного наименования. На первом станке изготовляется 10 %, на втором – 30 %, на третьем – 60 % всех деталей. Для каждой детали вероятность быть бездефектной равна 0,7, если она изготовлена на первом станке; 0,8 – если она изготовлена на втором станке; 0,9 – на третьем станке. Найти вероятность того, что наугад взятая деталь окажется бездефектной.

2. Для поражения цели достаточно попадания хотя бы одного снаряда. Произведено 2 залпа из двух орудий. Найти вероятность поражения цели, если вероятность попадания в цель при одном выстреле из 1-го орудия равна 0,3, а из второго – 0,4.

3. На столе лежат 36 экзаменационных билетов с номерами 1, 2, …, 36. Преподаватель берёт три любых билета. Какова вероятность того, что они из первых четырёх?

4. Вероятность для данного спортсмена улучшить свой предыдущий результат с одной попытки равна 0,6. Определить вероятность того, что на соревнованиях спортсмен улучшит свой результат, если разрешается делать две попытки.

5. Энергосистема состоит из четырёх блоков, работающих независимо. Вероятность исправного состояния блоков в течение времени T равна 0,6. Рассматривается случайная величина X – число блоков, находящихся в исправном состоянии в течение времени T. Построить ряд распределения, функцию распределения величины X. Найти её математическое ожидание.

Вариант № 11

1. Из трёх орудий произведены залпы по цели. Вероятность попадания в цель при одном выстреле из первого орудия равна 0,9, для второго и третьего орудий эти вероятности соответственно равны 0,8 и 0,6. Найти вероятность того, что только одно орудие попадает в цель.

2. На сборку поступают детали с двух автоматов. Первый автомат даёт 0,2 % брака, а второй – 0,3 % брака. Найти вероятность попадания на сборку бракованной детали, если с первого автомата поступило 3000, а со второго 2000 деталей.

3. На экзамене студенту предлагается 20 билетов. В каждом билете 3 вопроса. Из 60 вопросов, вошедших в билеты, студент знает 50. Какова вероятность того, что взятый студентом билет будет состоять из известных ему вопросов?

4. Аппаратура содержит 2000 одинаково надёжных элементов, вероятность отказа от каждого из которых равна $p = 0{,}0005$. Какова вероятность отказа: а) одного элемента; б) хотя бы одного элемента.

5. В техническом устройстве работают независимо 2 блока. Вероятность безотказной работы первого блока 0,4; второго – 0,7. Случайная величина X – число работающих блоков. Построить ряд распределения, многоугольник распределения случайной величины X. Найти математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратическое отклонение.

Вариант № 12

1. Из 50 проб химического состава рудной массы в 35 пробах обнаружено наличие тяжелых металлов. Найти вероятность того, что тяжёлые металлы содержатся в двух взятых наудачу пробах.

2. Детали проходят три операции обработки. Вероятность получения брака на первой операции равна 0,02; на второй – 0,03; на третьей – 0,02. Найти вероятность получения небракованной детали после трёх операций, предполагая, что получение брака на отдельных операциях являются событиями независимыми.

3. При разрыве снаряда образуются крупные, средние и мелкие осколки в отношении 1 : 3 : 6. При попадании в танк крупный осколок пробивает броню с вероятностью 0,9; средний – 0,3; мелкий – 0,1. Какова вероятность того, что попавший в броню осколок пробьёт её?

4. Случайная величина X задана рядом распределения:

X	2	3	10
P	0,1	0,4	0,5

Найти $M(X); D(X); \sigma(X)$. Написать функцию распределения $F(x)$ и построить её график.

5. Вероятность любому абоненту позвонить на коммутатор в течение часа равна 0,01. Телефонная станция обслуживает 300 абонентов. Какова вероятность, что в течение часа позвонят 4 абонента?

Вариант № 13

1. В каждой из двух урн содержатся 3 чёрных и 7 белых шаров. Из второй урны наудачу извлечен один шар и переложен в первую урну, после чего из первой урны наудачу извлечён один шар. Найти вероятность того, что шар, извлеченный из первой урны, окажется белым.

2. Охотники Александр, Виктор и Павел попадают в летящую утку с вероятностями, соответственно равными: 2/3, 3/4 и 1/4. Все одновременно стреляют по пролетающей утке. Какова вероятность того, что утка будет убита?

3. Детали могут быть изготовлены с применением двух технологий: в первом случае деталь проходит 3 технологических операции, вероятность получения брака при каждой из которых равны, соответственно 0,1; 0,2 и 0,3. Во втором случае имеются 2 операции, вероятности получения брака при которых одинаковы и равны 0,3. Определить, какая технология обеспечивает большую вероятность получения первосортной продукции, если в первом случае вероятность получения продукции первого сорта для небракованной детали равна 0,9, а во втором – 0,8.

4. В течение часа коммутатор получает в среднем 60 вызовов. Какова вероятность того, что в течение 1 минуты не будет ни одного вызова?

5. В денежной лотерее выпущено 1000 билетов. Разыгрывается один выигрыш в 100 руб., четыре – по 50 руб., 5 – по 40 руб. и десять по 10 руб. Составить ряд распределения стоимости выигрыша для владельца одного лотерейного билета (случайная величина X – стоимость возможного выигрыша). Найти $M(X), D(X),$ составить функцию распределения $F(x)$ и построить её график.

Вариант № 14

1. Три автомата изготовляют детали, которые поступают на общий контейнер. Производительность первого, второго и третьего автоматов относится как 2/3/5. Вероятность того, что деталь, изготовленная первым автоматом, отличного качества, равна 0,9, для второго и третьего автоматов эти вероятности, соответственно, равны 0,8 и 0,7. Найти вероятность того, что наудачу взятая с конвейера деталь окажется отличного качества.

2. В записанном номере телефона оказалась стёртой последняя цифра. Какова вероятность того, что, наудачу набирая последнюю цифру телефонного номера, Вы сразу позвоните нужному лицу? Вычислить эту вероятность, предлагая, что Вы вспомнили, что последняя цифра: а) нечётная; б) не больше 5.

3. Производится выстрел по трём складам боеприпасов. Вероятность попадания в первый склад 0,01, во второй – 0,008, в третий – 0,025. При попадании в один из складов взрываются все три. Найти вероятность того, что склады будут взорваны.

4. Случайная величина X задана законом распределения

X	2	4	8
p	0,1	0,5	0,4

Найти среднее квадратическое отклонение этой величины. Написать функцию распределения $F(x)$ и построить её график.

5. Вероятность рождения мальчика равна 0,515. Найти вероятность того, что из 200 родившихся детей мальчиков и девочек будет поровну.

Вариант № 15

1. Для сигнализации об аварии установлены три независимо работающих устройства. Вероятность того, что при аварии первое устройство сработает, равна 0,8, для второго и третьего устройства эти вероятности, соответственно, равны 0,9 и 0,8. Найти вероятность того, что при аварии сработают: а) только одно устройство, б) только два устройства; в) все три устройства.

2. На сборку поступают детали с трёх автоматов. Первый автомат даёт 0,3 % брака, второй – 0,2 % брака, третий – 0,4 % брака. Найти вероятность попадания на сборку бракованной детали, если с первого автомата поступает 1000 деталей, со второго – 2000, а с третьего – 2500.

3. Цифровой замок содержит на общей оси 4 диска, каждый из которых разделён на 6 секторов, отмеченных определёнными цифрами. Замок может быть открыт только в том случае, когда цифры образуют определённую комбинацию. Какова вероятность открыть замок, установив определённую комбинацию цифр?

4. Игральная кость брошена 3 раза. Написать ряд распределения числа появлений шестёрки. Найти $M(X), D(X),$ составить функцию распределения $F(x)$.

5. Вероятность изделия некоторого производства оказаться бракованным равна 0,005. Чему равна вероятность того, что из 10000 наудачу взятых изделий бракованных окажется ровно 40?

Вариант № 16

1. Вероятность хотя бы одного попадания в цель при двух выстрелах равна 0,96. Найти вероятность двух попаданий при трёх выстрелах.

2. На сборку поступают детали с четырёх автоматов. Первый даёт 40 %, второй – 30 %, третий – 20 %, а четвёртый 10 % всех деталей данного типа, которые поступают на сборку. Первый автомат даёт 0,1 % брака, второй – 0,2 %, третий – 0,25 %, четвёртый – 0,5 %. Найти вероятность поступления на сборку бракованной детали.

3. Каждая из букв Т, М, Р, О, Ш написана на одной из пяти карточек. Карточки перемешиваются и раскладываются наугад. Какова вероятность того, что образуется слово «ШТОРМ»?

4. Случайная величина X принимает только два значения $+C$ и $-C$, каждые с вероятностью 0,5. Найти дисперсию этой случайной величины.

5. На склад магазина поступают изделия, из которых 80 % оказывается высшего сорта. Найти вероятность того, что из 100 взятых наугад изделий не менее 85 изделий окажутся высшего сорта.

Вариант № 17

1. Вероятность хотя бы одного попадания в цель при трёх выстрелах равна 0,992. Найти вероятность четырёх попаданий при пяти выстрелах.

2. Однотипные детали поступают на сборку с двух автоматов. Первый автомат даёт 80 % необходимых для сборки деталей, а второй – 20 %. Вероятность детали быть бракованной, если она изготовлена на первом автомате, равна 1 %, если на втором – 4 %. Поступившая на сборку деталь оказалась бракованной. Какова вероятность того, что эта деталь изготовлена: а) на первом автомате;
б) на втором автомате?

3. Телефонный номер состоит из 5 цифр. Определить вероятность того, что все цифры различны.

4. При ведении горных работ происходит загрязнение атмосферы послегазовыми выбросами в 9 из 10 случаев. Найти вероятность того, что при 50 массивных взрывах загрязнение атмосферы наступит не более, чем в 40 случаях.

5. В урне находится 15 белых, 10 чёрных и 3 синих шара. Каждое испытание состоит в том, что наудачу извлекают один шар, не возвращая его в урну. Найти вероятность того, что: а) при первом испытании появится белый шар (событие А), при втором – чёрный (событие В) и при третьем – синий (событие С); б) при первом испытании появится белый шар, а при втором и третьем – чёрные шары.

Вариант № 18

1. Вероятность появления события в каждом из независимых испытаний равна 0,8. Найти вероятность того, что событие наступит 120 раз в 144 испытаниях.

2. Рабочий обслуживает 4 станка. Вероятность того, что в течение часа первый станок не потребует внимания рабочего, равна 0,3; второй – 0,4; третий – 0,7; четвёртый – 0,4. Найти вероятность того, что в течение часа ни один станок не потребует внимания рабочего. Найти вероятность того, что в течение часа ни один станок не потребует внимания рабочего.

3. Литьё в болванках поступает с двух заготовительных цехов – 70 % из первого и 30 % из второго. При этом материал первого цеха имеет 10 % брака, а второго – 20 %. Найти вероятность того, что одна наудачу взятая болванка без дефектов.

4. Случайная величина принимает только два значения – +10 и -10, каждое с вероятностью 0,5. Найти среднее квадратическое отклонение этой величины.

5. В урне 15 белых и 20 чёрных шаров. Из урны вынимают два шара. Найти вероятность того, что: 1) оба шара будут чёрными; 2) оба шара будут разного цвета.

Вариант № 19

1. Партия деталей изготовлена двумя рабочими. Первый рабочий изготовил 2/3 партии, второй – 1/3 партии. Вероятность брака для первого рабочего 1 %, для второго – 10 %. На контроль взяли одну деталь. Какова вероятность того, что она бракованная?

2. Из зенитного орудия производится три выстрела по снижающемуся самолёту. Вероятность попадания при первом, втором и третьем выстрелах равны, соответственно, 0,1; 0,2; 0,4. Определить вероятность не менее двух попаданий в самолёт.

3. Найти функции распределения $F(x)$, математическое ожидание, дисперсию, среднее квадратическое отклонение, если известен ряд распределения случайной величины X:

X	2	3	5
P	0,3	0,1	0,6

4. На восьми одинаковых карточках написаны, соответственно, числа 2, 4, 5, 6, 8, 11, 12, 13. Наугад берутся две карточки. Определить вероятность того, что образованная из двух полученных чисел дробь сократится.

5. Имеется три одинаковых урны, из которых в первой находится два белых и два чёрных шара, во второй и третьей – по три белых и четыре черных шара. Из урны, взятой наудачу, извлечён белый шар. Найти вероятность того, что шар извлечён: а) из второй урны; б) из первой урны.

Вариант № 20

1. Сборщик получил 3 ящика деталей. В первом ящике 40 деталей, из них 20 окрашенных; во втором – 50, из них 10 окрашенных; в третьем – 30, из них 15 окрашенных. Найти вероятность того, что наудачу извлечённая деталь из наудачу взятого ящика окажется окрашенной.

2. Вероятность того, что студент сдаст первый экзамен, равна 0,9; второй – 0,9; третий – 0,8. Вычислить вероятность того, что хотя бы два экзамена будут сданы.

3. Производится два выстрела с вероятностями попадания в цель, равными $p_1 = 0{,}4;\ p_2 = 0{,}3$. а) записать ряд распределения случайной величины X – общего числа попаданий при двух выстрелах; б) найти математическое ожидание общего числа попаданий при двух выстрелах; в) найти дисперсию и построить многоугольник распределения.

4. Из колоды карт (36) наудачу вынимается две карты. Найти вероятность того, что среди них одна «дама» и один «король».

5. Вероятность того, что изготовленная на первом станке деталь будет первосортной, равна 0,6. При изготовлении такой же детали на втором станке эта вероятность равна 0,7. На обоих станках изготовлено по две детали. Найти вероятность того, что все детали первосортные.

Вариант № 21

1. Ящик содержит 90 годных и 10 дефектных изделий. Найти вероятность того, что среди трёх наугад вынутых из ящика деталей нет дефектных.

2. Три электрические лампочки последовательно включены в цепь. Вероятность того, что одна (любая) лампочка перегорит, равна 0,6. Найти вероятность того, что тока в цепи не будет.

3. Имеется 5 урн: в двух урнах – по 2 белых и 1 чёрному шару; в одной 10 чёрных и ещё в двух – по 3 белых и 1 чёрному шару. Найти вероятность того, что вынутый из наудачу взятой урны шар окажется белым.

4. Из колоды в 36 карт вынимается наудачу две карты. Найти вероятность того, что это шестёрка и семёрка.

5. В лотерее 100 билетов, из них на 1 билет падает выигрыш 25 руб.; на 5 билетов – 20 руб.; на 10 билетов – 5 руб.; на 20 билетов – 1 руб.; остальные билеты невыигрышные. Найти вероятность выигрыша не менее 5 руб. на 1 билет. Составить ряд распределения случайной величины X – стоимости выигрыша на 1 билет. Найти математическое ожидание и дисперсию.

Билет № 22

1. Чему равна вероятность того, что дни рождения трёх человек придутся на разные месяцы: июнь, июль и август? Вероятности попадания дня рождения на данный месяц считаются равными для всех месяцев года.

2. Студент знает 40 вопросов из 50. Каждый экзаменационный билет содержит три вопроса. Найти вероятность того, что студент знает:

а) все три вопроса; б) только два вопроса.

3. Имеются три одинаковые урны: первая содержит 1 белый и 6 чёрных шаров; вторая – 3 белых и 2 чёрных шара; третья – 7 белых и 8 чёрных шаров. Из одной урны, наудачу выбранной, вынут шар. Он оказался белым. Чему равна вероятность того, что шар вынут из первой урны?

4. Прибор, обладающий надёжностью (вероятностью безотказной работы за время t), равной $p = 0{,}8$, представляется недостаточно надёжным. Для повышения надёжности он дублируется ещё одним точно таким же работающим прибором. Если первый прибор за время t отказал, происходит автоматическое переключение на дублирующий. Приборы отказывают независимо друг от друга. Найти вероятность того, что система из двух приборов прорабатывает безотказно время t.

5. Электронная аппаратура имеет три дублирующих линии. Вероятность выхода из строя каждой линии за время гарантированного срока работы аппаратуры равна 0,1. Найти закон распределения случайного числа вышедших из строя линий за время гарантийного срока, если выход из строя одной линии не зависит от рабочего состояния других линий. Найти $M(X), \sigma(X)$.

Вариант № 23

1. При разведке медноколчеданных месторождений в 7 из 10 случаев опознавательным признаком может служить присутствие ярозита или барита. Найти вероятность присутствия минералов хотя бы в одном из трёх месторождений.

2. Студент знает 25 вопросов из 30. Каждый экзаменационный билет содержит два вопроса. Найти вероятность того, что студент знает: а) оба вопроса; б) хотя бы один вопрос.

3. В урне A белых, B чёрных и C красных шаров. Наугад вынимаются 3 шара. Найти вероятность того, что все вынутые шары будут разных цветов.

4. Имеется десять одинаковых урн, из которых в девяти находятся по 2 чёрных и по 2 белых шара, а в одной – 5 белых и 1 чёрный шар. Из урны, взятой наудачу, извлечён белый шар. Какова вероятность того, что шар извлечён из урны, содержащей 5 белых шаров?

5. Противник стремится сорвать связь, создавая помехи в двухчастотных диапазонах со средними частотами f_1 и f_2. С этой целью мешающий передатчик настраивается попеременно на частоты f_1 и f_2 через равные промежутки времени. Вероятность сбоя от помехи на частоте f_1 составляет 0,3, а на частоте f_2 – 0,6. Какова вероятность того, что связь будет сорвана?

Вариант № 24

1. При установке одного пылеуловителя вероятность выброса в атмосферу вредных веществ составляет 0,8. Сколько пылеуловителей нужно поставить последовательно, чтобы сократить вероятность выбросов в 1,5 раза?

2. В круг радиуса R вписан равносторонний треугольник. Какова вероятность того, что две наугад поставленные в данном круге точки окажутся внутри треугольника?

3. Из урны, содержащей 3 белых и 2 чёрных шара, переложили 1 шар в урну, содержащую 4 белых и 4 чёрных шара. Вычислить вероятность вынуть белый шар из второй урны.

4. Вероятность изделия некоторого производства оказаться доброкачественным равна 0,996. Чему равна вероятность того, что из 1000 наудачу взятых изделий бракованных окажется ровно 5?

5. Стрелок производит три выстрела по мишени. Вероятность попадания в мишень при каждом выстреле равна 0,6. За каждое попадание стрелку засчитывается 3 очка. Построить ряд распределения числа выбитых очков и многоугольник распределения. Найти математическое ожидание.

Вариант № 25

1. Для некоторой местности среднее число дождливых дней в августе равно 11. Чему равна вероятность того, что первые два дня августа будут дождливыми?

2. Вероятность того, что изготовленная на первом станке деталь будет первосортной, равна 0,7. При изготовлении такой же детали на втором станке эта вероятность равна 0,8. На первом станке изготовлено две детали, на втором – три. Найти вероятность того, что все детали первосортные.

3. Два стрелка независимо один от другого стреляют по одной мишени, причём каждый из них делает по одному выстрелу. Вероятность попадания в мишень для первого стрелка – 0,8, для второго – 0,4. После стрельбы в мишени обнаружена одна пробоина. Найти вероятность того, что она принадлежит первому стрелку.

4. Найти вероятность того, что из 500 посеянных семян не взойдёт 120, если всхожесть семян оценивается вероятностью 0,8.

5. Производятся последовательные испытания четырёх приборов на надёжность. Каждый следующий прибор испытывается только в том случае, если предыдущий оказался надёжным. Построить ряд распределения случайного числа испытанных приборов, если вероятность выдержать испытание для каждого из них равна 0,9. Найти математическое ожидание $M(X)$.

Вариант № 26

1. Сборщик получил 2 коробки одинаковых деталей, изготовленных заводом № 1, и три коробки деталей, изготовленных заводом № 2. Вероятность того, что деталь завода № 1 стандартна, равна 0,9, а завода № 2 – 0,7. Из наудачу взятой коробки сборщик наудачу извлёк деталь. Найти вероятность того, что извлечена стандартная деталь.

2. Брошены две игральные кости. Предполагается, что все комбинации выпавших очков равновероятны. Найти условную вероятность того, что выпали две пятёрки, если известно, что сумма выпавших очков делится на 5.

3. Производится три выстрела по одной и той же мишени. Вероятности попадания при первом, втором и третьем выстрелах равны, соответственно, 0,4; 0,5; 0,7. Найти вероятность того, что в результате этих трёх выстрелов в мишени будет одна пробоина.

4. ОТК проверяет детали на стандартность. Вероятность того, что изделие стандартно, равна 0,9. Найти вероятность того, что: 1) три первых проверенных изделия стандартны; 2) нестандартным окажется третье по порядку проверки изделие; 3) из трёх проверенных изделий только одно стандартно.

5. Дискретная случайная величина X задана следующим рядом распределения:

X	0	1	3	4
P	0,1	0,2	0,6	0,1

Найти функцию распределения и построить её график. Найти $M(X)$ и $D(X)$.

Вариант № 27

1. В урне A белых и B черных шаров. Из урны вынимается шар, отмечается его цвет, и шар возвращается в урну. После этого из урны берётся ещё один шар. Найти вероятность того, что оба вынутые шары – белые.

2. Вероятность попасть в цель равна 0,01. Сколько нужно сделать выстрелов, чтобы иметь хотя бы одно попадание: а) с вероятностью, не меньшей 0,5; б) с вероятностью, не меньшей 0,9?

3. Вероятность рождения мальчика равна 0,51. Найти вероятность того, что из 300 родившихся детей будут 160 мальчиков.

4. Для участия в студенческих отборочных спортивных соревнованиях выделено из первой группы курса – 4, из второй – 6, из третьей – 5 студентов. Вероятности того, что студент первой, второй и третьей группы попадает в сборную института, соответственно, равны 0,5; 0,7; 0,8. Наудачу выбранный студент в итоге соревнования попал в сборную. Найти вероятность того, что он принадлежит второй группе.

5. Вероятность появления случайного события A в одном испытании равна 0,6. Проведено два независимых испытания. Составить ряд распределения случайной величины X – числа появлений события A в двух независимых испытаниях и найти математическое ожидание и дисперсию.

Вариант № 28

1. Вероятность появления события в каждом из независимых испытаний равна 0,8. Найти вероятность того, что в 100 испытаниях событие появится 76 раз.

2. На обувной фабрике в отдельных цехах производятся подмётки, каблуки и верхи ботинок. Дефектными оказываются 1 % каблуков, 4 % подмёток и 5 % верхов. Произведённые каблуки, подмётки и верхи случайным образом комбинируются в цехе, где и шьются ботинки. Найти вероятность не быть испорченным одному ботинку. Какой процент ботинок будет испорченным, т. е. будет содержать дефекты?

3. По танку производятся два одиночных выстрела. Вероятность попадания при первом – 0,5, при втором – 0,8. Для вывода танка из строя достаточно двух попаданий. При одном попадании танк выходит из строя с вероятностью 0,4. Найти вероятность того, что в результате двух выстрелов танк будет выведен из строя.

4. В двух ящиках находятся детали: в первом – 10 (из них три стандартные); во втором – 15 (из них 6 стандартные). Из каждого ящика наудачу вынимают по одной детали. Найти вероятность того, что: 1) обе детали окажутся стандартными; 2) только одна из двух деталей стандартная; 3) хотя бы одна из двух деталей стандартная.

5. Случайная величина задана законом распределения:

X	2	4	8
P	0,1	0,5	0,4

Найти среднее квадратическое отклонение этой величины.

Вариант № 29

1. Сколько нужно передать одинаковых сообщений, чтобы с вероятностью 0,9 можно было утверждать, что сообщение принято не менее одного раза правильно, если вероятность правильного приёма сообщения составляет 0,5?

2. Вероятность для изделий некоторого производства удовлетворять стандарту равна 0,96. Предполагается упрощённая схема испытаний, дающая положительный результат с вероятностью 0,98 для изделий, удовлетворяющих стандарту, и 0,05 для изделий, которые ему не удовлетворяют. Какова вероятность того, что изделие, выдержавшее испытание, удовлетворяет стандарту?

3. В студии телевидения имеется 3 телевизионные камеры. Для каждой камеры вероятность того, что она включена в данный момент, равна 0,6. Найти вероятность того, что в данный момент: а) включена хотя бы одна камера; б) включена только одна камера; в) включены все три камеры; г) выключены все камеры.

4. Имеются две партии изделий по 12 и 10 штук, причём в каждой партии по два изделия бракованных. Изделие, взятое наудачу из первой партии, переложено во вторую, после чего выбирается наудачу изделие из второй партии. Определить вероятность бракованного изделия из второй партии.

5. Найти математическое ожидание числа очков, которые могут выпасть при одном бросании игральной кости. Записать закон распределения в виде таблицы. Найти $D(X)$.

Вариант № 30

1. Вероятность появления события A в каждом из независимых испытаний равна 0,64. Произведено144 испытания. Найти вероятность того, что событие A появится не менее 100 раз.

2. Вероятность попадания в первую мишень для данного стрелка равна 2/3. Если при первом выстреле зафиксировано попадание, то стрелок получает право на второй выстрел по другой мишени. Вероятность поражения обеих мишеней при двух выстрелах равна 0,5. Определить вероятность поражения второй мишени.

3. В урне 5 белых и 7 чёрных шаров. Из урны вынимают два шара. Найти вероятность того, что оба шара будут белыми.

4. В батарее из 10 орудий одно непристрелянное. Вероятность попадания из пристрелянного орудия равна 0,73, а из непристрелянного – 0,23. Производили один выстрел и промахнулись. Найти вероятность того, что выстрел произведён из непристрелянного орудия.

5. Построить ряд распределения, многоугольник распределения и функцию распределения случайного числа попаданий мячом в корзину при одном броске, если вероятность попадания p = 0,3. Найти математическое ожидание и дисперсию.

Задание 6

Дискретная случайная величина X может принимать только два значения: x_1 и x_2, причём $x_1 < x_2$. Известны вероятность p_1 возможного значения x_1, математическое ожидание *M*(X) и дисперсия *D*(X). Найти закон распределения этой случайной величины, если:

Таблица 1

Данные для нахождения закона распределения случайной величины

Номер варианта	p_1	***M*(*X*)**	***D*(*X*)**
1	0,2	3,8	0,16
2	0,1	3,9	0,09
3	0,3	3,7	0,21
4	0,5	3,5	0,25
5	0,7	3,3	0,21
6	0,9	3,1	0,09
7	0,9	2,2	0,36
8	0,8	3,2	0,16
9	0,6	3,4	0,24
10	0,4	3,6	0,24
11	0,3	5,4	0,84
12	0,1	4,8	0,36
13	0,3	4,1	1,89
14	0,5	4,5	2,25
15	0,7	2,9	1,89
16	0,9	1,4	1,44
17	0,3	2,4	0,84
18	0,9	3,3	0,81
19	0,3	2,7	0,21
20	0,4	2,2	0,96

Продолжение таблицы 1

Номер варианта	p_1	***M*(*X*)**	***D*(*X*)**
21	0,9	4,1	0,09
22	0,7	3,9	1,89
23	0,1	5,8	0,36
24	0,2	2,6	0,64
25	0,1	1,9	0,09
26	0,3	3,1	1,89
27	0,5	3	1
28	0,4	2,6	0,24
29	0,6	3,2	2,16
30	0,6	3,6	3,84

Задание 7

Случайная величина X задана функцией распределения $F(x)$. Найти плотность вероятности $f(x)$, математическое ожидание $M(X)$, дисперсию $D(X)$. Построить графики функций $F(x)$ и $f(x)$. Найти вероятность того, что случайная величина X примет значение, заключенное в интервале $(a;b)$.

Таблица 2

Данные для выполнения задания № 7

Номер вар.	Функция $F(x)$	Номер вар.	Функция $F(x)$
1	$\begin{cases} 0, & \text{при } x \le \frac{3}{4}\pi \\ \cos 2x, & \frac{3}{4}\pi < x \le \pi \\ 1, & \text{при } x > \pi \end{cases}$ $\left(\frac{3}{4}\pi;\ \frac{5}{6}\pi\right)$	2	$\begin{cases} 0, & \text{при } x \le 0 \\ x^2, & \text{при } 0 < x \le 1 \\ 1, & \text{при } x > 1 \end{cases}$ $\left(\frac{1}{3};\ \frac{1}{2}\right)$
3	$\begin{cases} 0, & \text{при } x \le 1 \\ \frac{x^2 - x}{2}, & \text{при } 1 < x \le 2 \\ 1, & \text{при } x > 2 \end{cases}$ $(1{,}5;\ 1{,}8)$	4	$\begin{cases} 0, & \text{при } x \le 0 \\ x^3, & \text{при } 0 < x \le 1 \\ 1, & \text{при } x > 1 \end{cases}$ $\left(\frac{1}{3};\ \frac{1}{2}\right)$
5	$\begin{cases} 0, & \text{при } x \le 0 \\ 3x^2 + 2x, & \text{при } 0 < x \le \frac{1}{3} \\ 1, & \text{при } x > \frac{1}{3} \end{cases}$ $\left(\frac{1}{5};\ \frac{1}{4}\right)$	6	$\begin{cases} 0, & \text{при } x \le 2 \\ 0{,}5x - 1, & \text{при } 2 < x \le 4 \\ 1, & \text{при } x > 4 \end{cases}$ $(1;\ 3)$
7	$\begin{cases} 0, & \text{при } x \le 0 \\ \frac{1}{9}x^2, & \text{при } 0 < x \le 3 \\ 1, & \text{при } x > 3 \end{cases}$ $(1;\ 2)$	8	$\begin{cases} 0, & \text{при } x \le 0 \\ \frac{x^2}{4}, & \text{при } 0 < x \le 2 \\ 1, & \text{при } x > 2 \end{cases}$ $(1;\ 2)$

Продолжение таблицы 2

Номер вар.	**Функция** $F(x)$	**Номер вар.**	**Функция** $F(x)$
9	$\begin{cases} 0, & \text{при } x \le -\frac{\pi}{2} \\ \cos x, & -\frac{\pi}{2} < x \le 0 \\ 1, & \text{при } x > 0 \end{cases}$ $\left(-\frac{\pi}{3};\ -\frac{\pi}{6}\right)$	10	$\begin{cases} 0, & \text{при } x \le 0 \\ 2\sin x, & 0 < x \le \frac{\pi}{6} \\ 1, & \text{при } x > \frac{\pi}{6} \end{cases}$ $\left(\frac{\pi}{12};\ \frac{\pi}{6}\right)$
11	$\begin{cases} 0, & \text{при } x \le -2 \\ \frac{x+2}{4}, & \text{при } -2 < x \le 2 \\ 1, & \text{при } x > 2 \end{cases}$ $(-1;\ 1)$	12	$\begin{cases} 0, & \text{при } x < -\frac{\pi}{2} \\ \frac{1+\sin x}{2}, & -\frac{\pi}{2} \le x \le \frac{\pi}{2} \\ 1, & \text{при } x > \frac{\pi}{2} \end{cases}$ $\left(-\frac{\pi}{4};\ \frac{\pi}{4}\right)$
13	$\begin{cases} 0, & \text{при } x < 0 \\ \frac{1-\cos x}{2}, & 0 \le x \le \pi \\ 1, & \text{при } x > \pi \end{cases}$ $\left(\frac{\pi}{4};\ \frac{\pi}{3}\right)$	14	$\begin{cases} 0, & \text{при } x \le 0 \\ \frac{x^2}{25}, & \text{при } 0 < x \le 5 \\ 1, & \text{при } x > 5 \end{cases}$ $(4;\ 5)$

Продолжение таблицы 2

Номер вар.	**Функция** $F(x)$	**Номер вар.**	**Функция** $F(x)$
15	$\begin{cases} 0, & \text{при } x < -1 \\ \frac{3}{4}(x+1), & -1 < x \le \frac{1}{3} \\ 1, & \text{при } x > \frac{1}{3} \end{cases}$ $\left(0;\ \frac{1}{2}\right)$	16	$\begin{cases} 0, & \text{при } x \le 0 \\ \sin 2x, & 0 < x \le \frac{\pi}{4} \\ 1, & \text{при } x > \frac{\pi}{4} \end{cases}$ $\left(0;\ \frac{\pi}{3}\right)$
17	$\begin{cases} 0, & \text{при } x \le 0 \\ 1-\cos x, & 0 < x \le \frac{\pi}{2} \\ 1, & \text{при } x > \frac{\pi}{2} \end{cases}$ $\left(\frac{\pi}{6};\ \frac{\pi}{3}\right)$	18	$\begin{cases} 0, & \text{при } x \le -1 \\ \frac{x+1}{3}, & \text{при } -1 < x \le 2 \\ 1, & \text{при } x > 2 \end{cases}$ $(0{,}5;\ 1{,}5)$
19	$\begin{cases} 0, & \text{при } x \le 0 \\ \frac{x^2}{36}, & \text{при } 0 < x \le 6 \\ 1, & \text{при } x > 6 \end{cases}$ $(2;\ 4)$	20	$\begin{cases} 0, & \text{при } x \le 0 \\ \frac{x^2}{100}, & \text{при } 0 < x \le 10 \\ 1, & \text{при } x > 10 \end{cases}$ $(5;\ 10)$

Продолжение таблицы 2

Номер вар.	**Функция** $F(x)$	**Номер вар.**	**Функция** $F(x)$
21	$\begin{cases} 0, & \text{при } x \le -1 \\ \dfrac{x+1}{2}, & \text{при } -1 < x \le 1 \\ 1, & \text{при } x > 1 \end{cases}$ $\left(0;\ \frac{1}{2}\right)$	22	$\begin{cases} 0, & \text{при } x < 1 \\ \dfrac{x-1}{2}, & \text{при } 1 \le x \le 3 \\ 1, & \text{при } x > 3 \end{cases}$ $(1;\ 2)$
23	$\begin{cases} 0, & \text{при } x \le 0 \\ \dfrac{x^3}{8}, & \text{при } 0 < x \le 2 \\ 1, & \text{при } x > 2 \end{cases}$ $(1;\ 2)$	24	$\begin{cases} 0, & \text{при } x < 0 \\ \dfrac{1}{3}x, & \text{при } 0 \le x \le 3 \\ 1, & \text{при } x > 3 \end{cases}$ $(1;\ 2)$
25	$\begin{cases} 0, & \text{при } x < 0 \\ \dfrac{1}{4}x, & \text{при } 0 \le x \le 4 \\ 1, & \text{при } x > 4 \end{cases}$ $(1;\ 2)$	26	$\begin{cases} 0, & \text{при } x < 0 \\ \dfrac{1}{5}x, & \text{при } 0 \le x \le 5 \\ 1, & \text{при } x > 5 \end{cases}$ $(1;\ 3)$
27	$\begin{cases} 0, & \text{при } x < 0 \\ \sin x, & 0 \le x \le \dfrac{\pi}{2} \\ 1, & \text{при } x > \dfrac{\pi}{2} \end{cases}$ $\left(0;\ \frac{\pi}{3}\right)$	28	$\begin{cases} 0, & \text{при } x < -\dfrac{\pi}{2} \\ \cos 3x, & -\dfrac{\pi}{2} < x \le 0 \\ 1, & \text{при } x > 0 \end{cases}$ $\left(-\frac{\pi}{3};\ 0\right)$

Окончание таблицы 2

Номер вар.	**Функция** $F(x)$	**Номер вар.**	**Функция** $F(x)$
29	$\begin{cases} 0, & \text{при } x \le \frac{\pi}{2} \\ -\cos x, & \frac{\pi}{2} < x \le \pi \\ 1, & \text{при } x > \pi \end{cases}$ $\left(\frac{\pi}{2};\ \frac{3\pi}{4}\right)$	30	$\begin{cases} 0, & \text{при } x < 0 \\ \frac{x^3}{27}, & \text{при } 0 \le x \le 3 \\ 1, & \text{при } x > 3 \end{cases}$ $(1;\ 2)$

Задание 8

Найти вероятность того, что в n независимых испытаниях событие A повторяется: а) ровно k раз; б) не менее k раз; в) не более k раз; г) хотя бы один раз, зная что в каждом испытании вероятность появления события A равна p.

Таблица 3

Данные для выполнения задания № 8

Номер варианта	***n***	***k***	***p***	**Номер варианта**	***n***	***k***	***p***
1	6	3	0,7	2	7	2	0,2
3	6	4	0,2	4	5	3	0,1
5	4	3	0,7	6	6	4	0,1
7	5	4	0,5	8	6	2	0,8
9	4	3	0,8	10	3	2	0,8
11	4	2	0,9	12	4	2	0,8
13	5	2	0,7	14	5	3	0,6
15	4	2	0,5	16	4	3	0,4
17	5	2	0,3	18	5	3	0,4

Окончание таблицы 3

Номер варианта	***n***	***k***	***p***	**Номер варианта**	***n***	***k***	***p***
19	4	2	0,3	20	4	3	0,2
21	5	2	0,1	22	5	2	0,2
23	4	3	0,3	24	3	2	0,4
25	5	3	0,5	26	6	3	0,6
27	4	2	0,7	28	5	4	0,8
29	6	4	0,9	30	6	5	0,1

Задание 9

Известны математическое ожидание a и среднее квадратическое отклонение σ нормально распределённой величины X. Найти вероятность попадания этой величины в заданный интервал (α, β).

Таблица 4

Данные для выполнения задания № 9

Номер варианта	***a***	σ	α	β	**Номер варианта**	***a***	σ	α	β
1	2	4	6	10	2	10	4	2	13
3	9	5	5	14	4	8	1	4	9
5	7	2	3	10	6	6	3	2	11
7	5	1	1	12	8	4	5	2	11
9	3	2	3	10	10	2	5	4	9
11	2	2	1	5	12	3	2	2	6
13	4	3	3	7	14	7	3	4	8
15	6	3	5	9	16	4	1	1	5
17	4	2	2	6	18	5	2	3	7
19	5	3	4	8	20	6	3	5	9

Окончание таблицы 4

Номер варианта	***a***	σ	α	β	**Номер варианта**	***a***	σ	α	β
21	3	4	6	10	22	5	3	5	9
23	2	2	4	6	24	3	2	1	5
25	7	2	3	13	26	9	5	7	14
27	6	2	2	12	28	2	2	4	7
29	8	4	4	13	30	6	3	2	12

Исходные данные к расчётным заданиям № 10 – 15 приведены в таблице 5 в конце заданий.

Задание 10

Бросаются две игральные кости. Определить вероятность того, что: а) сумма числа очков не превосходит n; б) произведение числа очков не превосходит n; в) произведение числа очков делится на n.

Задание 11

Среди n лотерейных билетов k выигрышных. Наудачу взяли m билетов. Определить вероятность того, что среди них l выигрышных.

Задание 12

В лифт k-этажного дома вошли n пассажиров $(n < k)$. Каждый независимо от других с одинаковой вероятностью может выйти на любом (начиная со второго) этаже. Определить вероятности того, что: а) все пассажиры выйдут одновременно на одном и том же этаже; б) все вышли на разных этажах.

Задание 13

В круге радиуса R наудачу появляется точка. Определить вероятность того, что она попадает в одну из двух непересекающихся фигур, площади которых равны S_1 и S_2.

Задание 14

Вероятность того, что цель поражена при одном выстреле первым стрелком p_1, вторым – p_2. Первый сделал n_1, второй – n_2 выстрелов. Определить вероятность того, что цель не поражена.

Задание 15

Два игрока поочередно бросают монету. Выигравшим считается тот, у кого раньше выпадет герб. Первый бросок делает игрок A, второй – B, третий A и т. д.

Найти вероятность указанного ниже события.

Варианты 1 – 8. Выиграл A до k-ого броска.

Варианты 9 – 15. Выиграл A не позднее k-ого броска.

Варианты 16 – 23. Выиграл B до k-ого броска.

Варианты 24 – 30. Выиграл B не позднее k-ого броска.

Задание 16

Дана плотность распределения $f(x)$ случайной величины X. Найти параметр γ, математическое ожидание $M(X)$, дисперсию $D(X)$, функцию распределения случайной величины X, вероятность выполнения неравенства $x_1 < X < x_2$.

Варианты $1-8$: $f(x)=\begin{cases}\dfrac{1}{\gamma-a}, & x\in[a;b],\\ 0, & x\overline{\in}[a;b].\end{cases}$

Варианты $9-16$: $f(x)=\begin{cases}a, & x\in[\gamma;b],\\ 0, & x\overline{\in}[\gamma;b].\end{cases}$

Варианты $17-24$: $f(x)=\begin{cases}\gamma, & x\in[a;b],\\ 0, & x\overline{\in}[a;b].\end{cases}$

Варианты $25-30$: $f(x)=\begin{cases}a, & x\in\left[\dfrac{b-\gamma}{2};\dfrac{b+\gamma}{2}\right],\\ 0, & x\overline{\in}\left[\dfrac{b-\gamma}{2};\dfrac{b+\gamma}{2}\right].\end{cases}$

Указание

Использовать формулы равномерного распределения.

Задание 17

Плотность распределения вероятностей случайной величины X имеет вид $F(x)=\gamma e^{ax^2+bx+c}$. Найти γ, математическое ожидание $M(X)$, дисперсию $D(X)$, функцию распределения случайной величины X, вероятность выполнения неравенства $x_1<X<x_2$.

Указание

Использовать формулы для нормального распределения.

Задание 18

Дана плотность распределения случайной величины X. Найти математическое ожидание $M(Y)$ и дисперсию $D(Y)$ случайной величины Y, которая представляет собой площадь одной из указанных ниже геометрических фигур.

Варианты 1-15: $$f(x)=\begin{cases}\dfrac{1}{b-a}, & x\in[a;b],\\ 0, & x\overline{\in}[a;b];\end{cases}$$

в вариантах 1 – 5: Y – площадь равностороннего треугольника со стороной x;

в вариантах 6 – 10: Y – площадь круга радиуса x;

в вариантах 11 – 15: Y – площадь квадрата со стороной x.

Варианты16-31: $$f(x)=\begin{cases}\dfrac{2(x-a)}{(b-a)^2}, & x\in[a;b],\\ 0, & x\overline{\in}[a;b];\end{cases}$$

в вариантах 16 – 20: Y – площадь равностороннего треугольника со стороной x;

в вариантах 21– 25: Y – площадь круга радиуса x;

в вариантах 26 – 31: Y – площадь квадрата со стороной x.

Таблица 5

Исходные данные к расчётным заданиям

Номер варианта	Задание № 10	Задание № 11				Задание № 12		Задание № 13		
	n	***n***	***l***	***m***	***k***	***k***	***n***	***R***	S_1	S_2
1	3	10	2	4	6	6	4	11	2,25	3,52
2	4	10	2	3	6	7	4	12	2,37	3,52
3	5	10	3	5	7	8	5	13	2,49	3,52
4	6	10	3	5	6	9	5	14	2,55	1,57
5	7	11	2	5	7	10	6	11	2,27	5,57
6	8	11	3	4	8	11	4	12	2,39	5,57
7	9	11	3	5	7	12	4	13	2,51	1,57
8	10	12	3	8	5	13	3	14	2,57	3,52
9	3	12	2	8	3	14	3	11	2,29	3,52
10	4	12	2	5	4	13	4	12	2,41	3,52
11	5	9	2	4	6	12	3	13	2,53	3,52
12	6	9	3	5	6	11	3	14	2,59	5,57
13	7	9	2	3	7	10	4	15	2,5	8,7
14	8	8	2	4	5	9	4	16	2,6	8,5
15	9	8	2	5	4	8	3	11	2,2	3,5
16	10	8	3	4	5	7	3	12	2,4	3,5
17	11	10	4	6	5	6	4	13	2,5	3,5
18	12	10	5	7	7	7	4	14	2,6	1,8
19	13	10	4	6	7	8	5	15	2,7	7,9
20	14	12	4	8	6	9	5	16	2,7	8,2
21	15	8	2	3	4	10	6	11	2,3	3,5
22	16	8	2	3	5	11	4	12	2,4	3,5
23	17	8	2	4	3	12	4	13	2,5	3,5

Окончание таблицы 5

номер варианта	Задание № 10	Задание № 11				Задание № 12		Задание № 13		
	n	***n***	***l***	***m***	***K***	***k***	***n***	***R***	S_1	S_2
24	18	8	3	5	4	13	3	14	2,6	5,6
25	19	8	1	4	2	14	3	15	2,5	8,7
26	20	9	2	3	5	12	3	11	2,3	5,6
27	3	9	3	4	4	11	3	12	2,4	5,6
28	4	9	2	6	3	10	4	13	2,5	3,5
29	5	9	4	5	5	9	4	14	2,6	5,6
30	6	9	3	5	4	8	3	15	2,7	7,9

В первой горизонтальной строке указаны номера задач; в левом столбце – номера вариантов.

Таблица 6

Исходные данные к расчётным заданиям

Номер варианта	Задание № 14				Зад. № 15	Задание № 16				Задание № 17					Задание № 18	
	p_1	p_2	n_1	n_2	***k***	***a***	***b***	x_1	x_2	***a***	***b***	***c***	x_1	x_2	***a***	***b***
1	0,61	0,55	2	3	4	2,5	4	3	3,3	-2	8	-2	1	3	0	2
2	0,62	0,54	3	2	5	1,5	3	2	2,6	-2	4/3	-2/3	1/3	2/3	1	2
3	0,63	0,53	2	3	6	1,5	2,5	2	2,3	-2	-8	2	-3/2	-1	2	3
4	0,64	0,52	3	2	7	1	3,5	2	2,8	-4	6	2	0	3/4	2	4
5	0,65	0,51	2	3	8	-1	2	-0,7	1,1	-3	3	-2	1/2	3/2	3	5
6	0,66	0,49	3	2	9	-2	1	-1,5	0,3	-4	-6	-2	-3/4	1/4	0	2
7	0,67	0,48	2	3	10	-3	5	-2	2	-3	-3	2	-1/2	3/2	1	3
8	0,68	0,43	3	2	11	-1,5	2,5	-1	0	-3	-4	2	1/3	4/3	2	4
9	0,69	0,46	2	3	4	1	1,8	1,3	1,6	-2	-4/3	2/3	-1/3	2/3	3	5
10	0,71	0,45	3	2	5	1	2,4	1,5	2	-3	4	-2	-1/3	5/3	4	6

Окончание таблицы 6

Номер варианта	**Задание № 14**				**Задание № 15**	**Задание № 16**				**Задание № 17**					**Задание № 18**	
	p_1	p_2	n_1	n_2	***k***	***a***	***b***	x_1	x_2	***a***	***b***	***c***	x_1	x_2	***a***	***b***
11	0,72	0,44	2	3	6	2	3,5	2,5	3	-2	8	0	1	3	0	2
12	0,73	0,43	3	2	7	2	2,8	2,1	2,5	-2	1,3	0	1/3	2/3	1	2
13	0,74	0,42	2	3	8	1	2,8	-1	3	-2	-8	0	-3/2	-1	2	3
14	0,75	0,41	3	2	9	1	2,6	1,5	3	-4	6	0	0	3/4	2	4
15	0,76	0,39	2	3	10	2	3	1	3	-3	3	0	1/2	3/2	3	5
16	0,77	0,38	3	2	12	2	4,8	4,5	5	-4	-6	0	-3/4	1/4	0	2
17	0,78	0,37	2	3	5	-4	-2	-1	0	-3	-3	0	-1/2	3/2	1	3
18	0,39	0,45	3	2	6	-3	-1	-2	0	-3	-4	0	1/3	4/3	2	4
19	0,38	0,46	2	3	7	2	4	0	3	-2	-4/3	0	-1/3	2/3	3	5
20	0,37	0,47	3	2	8	1	3	0	2	-3	4	0	-1/3	5/3	4	6
21	0,36	0,48	2	3	9	1	1,5	0	0,5	-2	8	-1	1	3	0	2
22	0,35	0,49	3	2	10	-1	1,5	0	1	-4	6	1	0	3/4	1	2
23	0,34	0,51	2	3	11	-1,5	-1	-1	2	-2	-8	-1	-3/2	-1	3	4
24	0,33	0,52	3	2	4	-1,5	1	-1	1	-4	-6	-1	-3/4	1/4	2	4
25	0,32	0,53	2	3	5	0,5	1	0	3	-3	3	-1	1/2	3/2	3	5
26	0,31	0,54	3	2	6	0,2	2	0	4	-3	-4	1	1/3	4/3	3	4
27	0,29	0,55	2	3	7	0,5	3	0	0,5	-3	-3	1	-1/2	3/2	0	2
28	0,28	0,56	3	2	8	0,4	4	1	5	-3	4	-1	-1/3	5/3	1	3
29	0,27	0,57	2	3	9	1/4	1	0	3	-2	-4/3	1/3	-1/3	2/3	2	4
30	0,26	0,58	3	2	10	0,02	2	0	3	-2	4/3	-1/3	1/3	2/3	3	5

ОТВЕТЫ

Вариант № 1

1) $\frac{1}{144}$; 2) 0,25; 3) $\frac{91}{216}$;

4) ≈ 0,5; ≈ 0,9599; ≈ 0,8664;

5)

X	0	1	2	3
P	0,125	0,375	0,375	0,125

Вариант № 2

1) ≈ 0,41; ≈ 0,43; ≈ 0,14;

2) 0,126; 3) $\frac{5}{8}$; 4) ≈ 0,28; ≈ 0,27;

5)

X	0	1	2	3	4
P	0,0625	0,25	0,375	0,25	0,0625

Вариант № 3

1) $\frac{2}{3}$; 2) 0,32; 3) 0,061; 4) ≈ 0,04986;

5)

X	0	1	2	3	4
P	0,2401	0,4116	0,2646	0,0756	0,0081

Вариант № 4

1) 0,092; 0,398; 0,504; 2) 0,85; 3) 0,456; 4) $\approx 0{,}4938$;

5)

X	0	1	2	3	4	5
P	0,0024	0,0284	0,1323	0,3087	0,3601	0,1683

Вариант № 5

1) $\approx 0{,}9375 \cdot 10^{-6}$; 2) 0,729; 3) $\frac{3}{7}$; 4) 0,4; 0,4; 0,1; 0,7;

5) $M(X) = \frac{3}{4}$; $D(X) = \frac{29}{48}$.

Вариант № 6

1) 0,02525; 0,24725; 0,727; 2) 0,024; 3) 0,2; 4) $\approx 0{,}9768$;

5)

X	1	2	3	4	5
P	0,1	0,09	0,081	0,0729	0,6561

Вариант № 7

1) $\approx 0{,}00001$; 2) 0,08; 3) 0,00289; 4) $\frac{1}{32}$; $\frac{31}{32}$; $\frac{5}{16}$;

5)

X	0	1	10	25	50
P	0,35	0,5	0,1	0,04	0,01

Вариант № 8

1) $\frac{C_{90}^{3}C_{10}^{2}}{C_{100}^{5}}$; 2) $\frac{13}{84}$; 3) 0,763; 4) $\approx$ 0,159;

5)

X	0	1	2
P	$\frac{25}{36}$	$\frac{5}{18}$	$\frac{1}{36}$

Вариант № 9

1) $\approx$ 0,0125; 2) $\frac{1}{3}$; 3) 0,46; 4) $\frac{1}{360}$;

5)

X	0	1	2	3	4
P	0,0625	0,25	0,375	0,25	0,0625

Вариант № 10

1) 0,85; 2) 0,8236; 3) $\frac{1}{1785}$; 4) 0,84;

5)

X	0	1	2	3	4
P	0,5	0,25	0,125	0,0625	0,0625

Вариант № 11

1) 0,116; 2) 0,0024; 3) $\approx 0{,}573$; 4) $\frac{1}{e}$; $1-\frac{1}{e}$;

5)

X	0	1	2
P	0,18	0,54	0,28

Вариант № 12

1) $\approx 0{,}47$; 2) $\approx 0{,}93$; 3) 0,24; 4) 6,4; 13,04; 3,61;

5) $\approx 0{,}196$.

Вариант № 13

1) 0,7; 2) $\frac{15}{16}$; 3) 0,4536; 4) $\frac{1}{e}$;

5)

X	0	10	40	50	100
P	0,98	0,01	0,005	0,004	0,001

Вариант № 14

1) 0,77; 2) $\frac{1}{10}$; $\frac{1}{5}$; $\frac{1}{6}$;; 3) 0,0425; 4) $\sigma = 2{,}2$;

5) $\approx 0{,}052$.

Вариант № 15

1) 0,068; 0,352; 0,576; 2) $\approx 0{,}0031$; 3) $\frac{1}{1296}$;

4) 5) $\approx 0{,}0021$.

X	0	1	2	3
p	$\frac{125}{216}$	$\frac{75}{216}$	$\frac{15}{216}$	$\frac{1}{216}$

Вариант № 16

1) 0,384; 2) 0,002; 3) $\frac{1}{120}$; 4) C^2; 5) 0,1056.

Вариант № 17

1) 0,4096; 2) $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}$; 3) $\approx 0{,}302$; 4) $\approx 0{,}0091$;

5) $\frac{25}{1092}$; $\frac{25}{364}$.

Вариант № 18

1) $\approx 0{,}05$; 2) 0,0336; 3) 0,87; 4) 10; 5) $\frac{38}{119}$; $\frac{60}{119}$.

Вариант № 19

1) 0,04; 2) 0,124; 3) $M(X) = 3{,}9$; $D(X) = 1{,}89$;; 4) $\frac{5}{14}$;

5) $\frac{7}{19}$; $\frac{6}{19}$.

Вариант № 20

1) $\frac{2}{5}$; 2) 0,954; 3)

X	0	1	2
P	0,42	0,46	0,12

4) $\frac{8}{315}$; 5) 0,1764.

Вариант № 21

1) $\approx 0{,}7265$; 2) 0,936; 3) $\frac{17}{30}$; 4) $\frac{8}{315}$;

5)

X	0	1	5	20	25
P	0,64	0,2	0,1	0,05	0,01

Вариант № 22

1) $\frac{1}{288}$; 2) $\frac{741}{1470}$; $\frac{39}{98}$; 3) $\frac{15}{127}$; 4) 0,96;

5)

X	0	1	2	3
P	0,729	0,243	0,027	0,001

Вариант № 23

1) 0,973; 2) $\frac{20}{29}$; $\frac{85}{87}$; 3) $\frac{ABC \cdot 3!}{(A+B+C)(A+B+C-1)(A+B+C-2)}$;

4) $\frac{5}{32}$; 5) 0,72.

Вариант № 24

1) 3; 2) $\frac{27}{16\pi^2}$; 3) $\frac{23}{45}$; 4) $\approx 0{,}176$;

5)

X	0	3	6	9
P	0,064	0,288	0,432	0,216

Вариант № 25

1) $\frac{11}{93}$; 2) $\approx 0{,}251$; 3) $\frac{6}{7}$; 4) $\approx 0{,}003$;

5)

X	1	2	3	4
P	0,1	0,09	0,081	0,729

Вариант № 26

1) 0,78; 2) $\frac{1}{7}$; 3) 0,36; 4) 0,729; 0,081; 0,027; 5) 2,4; 1,44.

Вариант № 27

1) $\left(\frac{a}{a+b}\right)^2$; 2) 69; 229; 3) $\approx 0{,}033$; 4) $\frac{21}{59}$;

5)

X	0	1	2
P	0,16	0,48	0,36

Вариант № 28

1) $\approx 0{,}06$; 2) 0,903; 9,7 %; 3) 0, 6; 4) $\frac{3}{25}$; $\frac{23}{50}$; $\frac{29}{50}$; 5) 2,2.

Вариант № 29

1) 4; 2) 0,99; 3) 0,936; 0,288; 0,216; 0,064; 4) $\frac{13}{66}$; 5) 3,5; $\frac{35}{12}$.

Вариант № 30

1) $\approx 0{,}869$; 2) $\frac{3}{4}$; 3) $\frac{5}{33}$; 4) 0,241;

5)

X	0	1
P	0,7	0,3

Ответы к заданию № 6 из таблицы 1

Номер варианта	X_1	X_2	P_1	P_2	**Номер варианта**	X_1	X_2	P_1	P_2
1	3	4	0,2	0,8	16	1	5	0,9	0,1
2	3	4	0,1	0,9	17	1	3	0,3	0,7
3	3	4	0,3	0,7	18	3	6	0,9	0,1
4	3	4	0,5	0,5	19	2	3	0,3	0,7
5	3	4	0,7	0,3	20	1	3	0,4	0,6
6	3	4	0,9	0,1	21	4	5	0,9	0,1
7	2	4	0,9	0,1	22	3	6	0,7	0,3
8	3	4	0,8	0,2	23	4	6	0,1	0,9
9	3	4	0,6	0,4	24	1	3	0,2	0,8
10	3	4	0,4	0,6	25	1	2	0,1	0,9
11	4	6	0,3	0,7	26	1	4	0,3	0,7
12	3	5	0,1	0,9	27	2	4	0,5	0,5
13	2	5	0,3	0,7	28	2	3	0,4	0,6
14	3	6	0,5	0,5	29	2	5	0,6	0,4
15	2	5	0,7	0,8	30	2	6	0,6	0,4

Ответы к заданию № 7 из таблицы 2

Номер варианта	$M(X)$	$D(X)$	**Номер варианта**	$M(X)$	$D(X)$
1	$\pi-\frac{1}{2}$	$\frac{\pi-3}{4}$	2	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{18}$
3	$\frac{19}{12}$	$\frac{11}{144}$	4	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{80}$
5	$\frac{5}{27}$	$\frac{13}{1458}$	6	3	$\frac{1}{3}$
7	2	0,5	8	$\frac{4}{3}$	$\frac{2}{9}$
9	1	$\pi-3$	10	$\frac{\pi}{6}+\sqrt{3}-2$	$\frac{2}{3}\pi+4\sqrt{3}-9$
11	0	$\frac{4}{3}$	12	0	$\frac{\pi^2}{4}-2$
13	$\frac{\pi}{2}$	$\frac{\pi^2}{4}-2$	14	$\frac{10}{3}$	$\frac{25}{18}$
15	$-\frac{1}{3}$	$\frac{4}{27}$	16	$\frac{\pi-2}{4}$	$\frac{\pi+3}{4}$
17	1	$\pi-3$	18	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$
19	4	2	20	$\frac{20}{3}$	$5\frac{5}{9}$
21	0	$\frac{1}{3}$	22	2	$\frac{1}{3}$
23	$\frac{3}{2}$	$\frac{3}{20}$	24	1,5	0,75

Окончание таблицы

Номер варианта	$M(X)$	$D(X)$	**Номер варианта**	$M(X)$	$D(X)$
25	2	$\frac{4}{3}$	26	2,5	2,08
27	$\frac{\pi}{2}-1$	$\pi-3$	28	$\frac{1}{3}$	$\frac{\pi}{3}+\frac{1}{9}$
29	$\pi-1$	$\pi-3$	30	$\frac{9}{4}$	$\frac{27}{80}$

Ответы к заданию № 8 из таблицы 3

Номер варианта	**а) ровно *k* раз**	**б) не менее *k* раз**	**в) не более *k* раз**	**г) хотя бы один раз**
1	0,1852	0,93	0,256	0,9993
2	0,28	0,42	0,86	0,79
3	0,01536	0,01696	0,9984	0,74
4	0,0081	0,00856	0,99954	0,4095
5	0,4116	0,6517	0,7599	0,9919
6	0,001215	0,00127	0,99994	0,4686
7	0,15625	0,1875	0,96875	0,96875
8	0,01536	0,998	0,27904	0,99993
9	0,4096	0,8192	0,5904	0,9984
10	0,384	0,896	0,488	0,992
11	0,0486	0,9963	0,0523	0,9999
12	0,1536	0,9728	0,1808	0,9984
13	0,1323	0,9692	0,1631	0,9976
14	0,3456	0,6826	0,6630	0,9898

Окончание таблицы

Номер варианта	**а) ровно *k* раз**	**б) не менее *k* раз**	**в) не более *k* раз**	**г) хотя бы один раз**
15	0,375	0,6875	0,6875	0,9375
16	0,1586	0,1792	0,9744	0,3704
17	0,3087	0,4718	0,8369	0,8319
18	0,2304	0,3174	0,9133	0,92222
19	0,2646	0,3483	0,9163	0,7599
20	0,0256	0,0272	0,9984	0,5904
21	0,0729	0,0815	0,99144	0,4095
22	0,2048	0,2627	0,9421	0,6723
23	0,0756	0,0837	0,9919	0,7599
24	0,288	0,352	0,936	0,784
25	0,3125	0,5	0,8125	0,9675
26	0,2765	0,8208	0,4557	0,9959
27	0,2646	09163	0,3483	0,9919
28	0,4096	0,7373	0,6723	0,9997
29	0,0984	0,9841	0,1143	0,9999
30	0,000054	0,000055	0,999999	0,4686

Ответы к заданию № 9 из таблицы 4

№ 1: 0,1359; № 2: 0,7506; № 3: 0,6294;
№ 4: 0,8412; № 5: 0,9104; № 6: 0,0493;
№ 7: 0,9998; № 8: 0,5746; № 9: 0,4998;
№ 10: 0,2638; № 11: 0,6247; № 12: 0,6247;
№ 13: 0,4706; № 14: 0,4706; №: 15: 0,4706
№ 16: 0,8399; № 17: 0,6826; № 18: 0,6826;
№ 19: 0,4706; № 20: 0,4706; № 21: 0,1865;
№ 22: 0,4082; № 2: 0,1359; № 24: 0,6826;
№ 25: 0,9758; № 26: 0,4967; № 27: 0,9758;
№ 28: 0,1525; № 29: 0,7357; № 30: 0,8854.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Вентцель Е. С., Овчаров Л. А. Теория вероятностей и её инженерные приложения. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 456 с.

Вентцель Е. С., Овчаров Л. А. Задачи и упражнения по теории вероятностей: учебное пособие. – М.: Кнорус, 2010. – 492 с.

Гмурман В. Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике. – М.: Высшее образование, 2009. – 403 с.

Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика. – М.: Высшее образование, 2009. – 480 с.

Гнеденко Б. В. Курс теории вероятностей. – М.: Физматгиз, 1988. – 406 с.

Соболев А. Б., Рыбалко А. Ф., Вараксин А. Н. Математика: курс лекций для технических вузов. Книга 2. – М.: Изд. центр «Академия», 2010. – 445 с.

Чудесенко В. Ф. Сборник заданий по специальным курсам высшей математики. – М.: Высшая школа, 1983. – 110 с.

Министерство образования и науки РФ
ГОУ ВПО
«Уральский государственный горный университет»

Проректор по учебно-методическому комплексу
_____ Упоров С.А.

Н.А.НОВИКОВА

МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ

Методические указания для самостоятельной работы студентов специальности 15.02.16

Екатеринбург

Министерство образования и науки РФ
ГОУ ВПО
«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО
Методической комиссией
горно-механического
факультета УГГУ
«13»_09_2022
Председатель комиссии



Осипов П.А.

Методические указания для самостоятельной работы студентов
По дисциплине Метрология, стандартизация и сертификация

ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ

Трудоемкость дисциплины							контрольные, расчетно-графические работы, рефераты	курсовые работы (проекты)
общая	лекции	практ.зан.	лабор.	СР	зачет	экз.		
очная форма обучения								
72	36	36				+		

Тематический план изучения дисциплины

Основная цель изучения дисциплины «Метрология, стандартизация и подтверждение соответствия» — формирование у студента знаний в областях теоретической метрологии, стандартизации и сертификации, а также практических навыков работы с нормативно-технической документацией и средствами измерения физических величин. Знания метрологии, стандартизации и сертификация являются инструментами обеспечения безопасности и качества продукции, работ и услуг. Проблема качества продукции актуальна для всех стран мира, независимо от зрелости рыночной экономики.

Программа дисциплины предусматривает постановку задач, изучения принципов и методов стандартизации, структуры и организации метрологической службы и метрологического обеспечения производства; принципов единства и достоверности измерений; изучение современных требований к качеству продукции, работы и услуг;

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен уметь:

– применять требования нормативных документов к основным видам продукции (услуг) и процессов;

– применять основные правила и документы систем сертификации Российской Федерации.

обучающийся должен знать:

– основные понятия и определения метрологии, стандартизации и сертификации, допусков и посадок, систем качества;
– основные положения Государственной системы стандартизации Российской Федерации.

Целью настоящих методических указаний является оказание помощи студентам очного и заочного обучения в изучении программного материала и выполнении контрольной работы по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация».

Учебная работа студента-заочника при изучении курса складывается из следующих этапов: самостоятельного изучения курса по рекомендуемым учебникам и учебным пособиям; посещения установочных, консультационных занятий, проводимых преподавателями в период экзаменационных сессий;

Основной формой обучения студента-заочника является систематическая самостоятельная работа над учебным материалом (рекомендуемые учебники и учебные пособия, научно-производственная, справочная, нормативная литература и другие законодательные акты).

Особенностью изучения дисциплины является постоянное обновление научно-технических документов, стандартов.

Студенты выполняют одну контрольную работу. Итоговый контроль проводится в форме зачета. К зачету допускаются студенты, выполнившие и защитившие контрольную работу.

Весь материал дисциплины разбит на 3 раздела: метрология, стандартизация и сертификация

Метрология

Методические указания к теме1 Метрология (metrology) — наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности.

Для получения достоверных результатов нужен единый научный и законодательный фундамент, обеспечивающий на практике высокое качество измерений независимо от того, где и с какой целью они проводятся.

Сейчас метрология подразделяется на теоретическую, законодательную и прикладную.

Измеряемыми величинами, с которыми имеет дело метрология в настоящее время, являются физические величины, т.е. величины, входящие в уравнения опытных наук (физики, химии и др.). Метрология проникает во все науки и дисциплины, имеющие дело с измерениями, и является для них единой наукой. К основным понятиям, которыми оперирует метрология, можно отнести следующие: физическая величина, единица физической величины, передача размера единицы физической величины, средства измерений физической величины, эталон, образцовое средство измерений, рабочее средство измерений, измерение физической величины, метод измерений, результат измерений, погрешность измерений, метрологическая служба, метрологическое обеспечение и др.

Основными задачами метрологии являются:

– установление единиц физических величин, государственных и рабочих эталонов;

– разработка теории, методов средств измерений и контроля;

– обеспечение единства измерений;

– разработка методов оценки погрешностей, состояния средств измерения и контроля;

– разработка методов передачи единиц от эталонов рабочим средствам измерений

Любой объект измерения (предмет, процесс, явление) можно охарактеризовать такими свойствами или качествами, которые проявляются в большей или меньшей степени, и, следовательно, подвергаются количественной оценке.

В измерении для количественного описания различных свойств, процессов и физических тел вводят понятие величины.

Величина может быть определенна как то, что можно измерить, или исчислить.

Обычным объектом измерений являются физические величины, например длина, масса, время, температура и др.

Физическая величина (physical quantity) — одно из свойств физического объекта (физической системы, физического явления или процесса) общее в количественном отношении для многих физических объектов, но в количественном отношении индивидуальное для каждого из них.

Средства измерений. Эталон, образцовые и рабочие средства измерений. Поверка и калибровка средств измерений. Метрологические характеристики средств измерений.

Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите основные направления современной метрологии.

2. История метрологии, роль измерений и значение метрологии в современном обществе.

3. Назовите основные цели метрологии.

4. Дайте характеристику основным разделам метрологии.

5. Что является главной задачей метрологии как науки?

6. Какие величины в метрологии относят к реальным и идеальным?

7. Какие величины в метрологии относят к физическим и нефизическим?

8. На какие группы подразделяются физические величины?

9. Какие государственные органы контролируют качество и единство измерений?

10. Ответственность физических и юридических лиц за нарушение законодательства по метрологии.

По конструктивному исполнению средства измерений подразделяются на:

– меры;

– измерительные преобразователи;

– измерительные приборы;

– измерительные установки;

– измерительно-информационные системы.

Мера физической величины — средство измерений, предназначенное для воспроизведения и (или) хранения физической величины одного или нескольких заданных размеров, значения которых выражены в установленных единицах и известны с необходимой точностью.

Измерительный преобразователь — техническое средство с нормированными метрологическими характеристиками, служащее для преобразования измеряемой величины в другую величину или измерительный сигнал, удобный для обработки, хранения, дальнейших преобразований, индикации или передачи.

Примеры измерительных преобразователей — термопара, пружина динамометра, микрометрическая пара винт-гайка.

Измерительный прибор — средство измерений, предназначенное для получения значений физической величины в установленном диапазоне ее измерения в форме, удобной для восприятия наблюдателем.

Измерительная установка — совокупность объединенных технических средств измерений (измерительных приборов, мер, измерительных преобразователей) и других устройств, которое осуществляет перевод технической характеристики сигналов 8 измерительной информации в форму, подходящую для прямого восприятия наблюдателем, и размещенная стационарно.

Измерительная система (measuring system) — совокупность технических средств измерений и вспомогательных устройств, объединенных каналами связи, которое осуществляет перевод технической характеристики сигналов измерительной информации в форму, подходящей для автоматической обработки, передачи и использования в качестве управляющих сигналов.

Эталон — это средство измерения (или комплекс средств измерений), предназначенное для воспроизведения и (или) хранения единицы физической величины и передачи ее размера нижестоящим по поверочной схеме средствам измерений, утвержденное в качестве эталонов в установленном порядке.

Средства измерения высшей точности — эталоны — подразделяются на несколько категорий: первичный эталон, вторичный и рабочие эталоны (разрядные)

Эталон, воспроизводящий единицу с наивысшей в стране точностью, называется государственным первичным эталоном.

Поверка средств измерений — совокупность операций, выполняемых органами Государственной метрологической службы (другими уполномоченными на то органами, организациями) с целью определения и

подтверждения соответствия характеристик средства измерения установленным требованиям. Положительные результаты поверки средств измерений удостоверяются поверительным клеймом или свидетельством о поверке.(Обязательная процедура для средств измерений, подлежащих метрологическому контролю или надзору)

Калибровка средств измерений — это совокупность операций, выполняемых с целью определения и подтверждения действительных значений метрологических характеристик и/или пригодности к применению средств измерений, не подлежащих государственному метрологическому контролю и надзору. Под пригодностью средства измерения подразумевается соответствие его метрологических характеристик ранее установленным техническим требованиям, которые могут содержаться в нормативном документе или определяться заказчиком. Вывод о пригодности делает калибровочная лаборатория.(Добровольная процедура)

Правовые основы метрологической службы Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ).

Метрологические службы РФ. Закон РФ «Об обеспечении единства измерений». Виды метрологического контроля и надзора. Аккредитация метрологической службы. Ответственность за нарушение законодательства по метрологии.

Вопросы для самоконтроля

1. История метрологии, роль измерений и значение метрологии в современном обществе.

2. Назовите основные цели и задачи метрологии.

3. Что является главной задачей метрологии как науки?

4. Международная система единиц физических величин?

5. Виды и методы измерений и контроля?

6. Виды средств измерений?

7. Метрологические характеристики средств измерений, классы точности приборов?

8. Погрешности измерений, классификация, причины возникновения?

9. Что такое поверка и калибровка средств измерений?

10.Какие государственные органы контролируют качество и единство измерений?

Стандартизация

Нормативно-правовое регулирование системы стандартизации Национальная, международная и региональная системы стандартизации. Нормативные документы по стандартизации. Государственная система стандартизации. Принципы стандартизации. Эффективность работ по стандартизации. Органы и службы стандартизации Российской Федерации. Виды и категории стандартов. Порядок разработки национальных стандартов. Основные направления развития национальной системы стандартизации в Российской Федерации. Закон Российской Федерации «О техническом регулировании» в области технического регулирования и стандартизации. Органы и службы стандартизации Российской Федерации. Упорядочение в области технического регулирования. Техническое регулирование.

Стандартизация осуществляется на разных уровнях. Уровень стандартизации различается в зависимости от того, участники какого региона мира (географического, экономического, политического) принимают стандарт. В зависимости от уровня работ стандартизация может быть национальной, региональной и международной.

Национальная стандартизация — стандартизация, которая проводится на уровне одной страны.

Региональная стандартизация — стандартизация, участие в которой открыто для соответствующих органов стран только одного экономического или географического региона мира.

Международная стандартизация — стандартизация, участие в которой открыто для соответствующих органов всех стран.

Результатом работы по стандартизации является создание нормативных документов.

Нормативный документ — документ, устанавливающий правила, общие принципы или характеристики, касающиеся различных видов деятельности или их результаты. К документам в области стандартизации, используемым на территории РФ, относятся6

- национальные стандарты;

- правила стандартизации, нормы и рекомендации в области стандартизации;

- применяемые в установленном порядке классификации, общероссийсикме классификаторы технико-экономической и социальной информации;

- стандарты организаций;

- своды правил.

Участники работ по стандартизации, а также все документы по стандартизации образуют национальную систему стандартизации России.

.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие документы охватывают понятие «нормативные документы»?

2. В каком источнике содержится информация о действующих государственных стандартах РФ?

3. Как расшифровать аббревиатуру ГОСТ?

4. Назовите объекты стандартизации.

5. Организация работ по стандартизации в РФ.

6. Характеристика стандартов разных видов и разных категорий.

7. Порядок разработки государственных стандартов.

8. Какие из перечисленных документов содержат обязательные требования: государственные стандарты, кодексы установившихся практики, регламенты, отраслевые стандарты, общероссийские классификаторы, стандарты общественных объединений?

9. Техническое регулирование, цели?

10. Назовите методы стандартизации?

11.Межгосударситвенная и международная стандартизация?

Сертификация

Сертификация как процедура подтверждения соответствия. Основные термины и определения в области сертификации; добровольная и обязательная сертификация, ее задачи и цели, органы и системы сертификации и их аккредитация. Схемы сертификации. Органы сертификации, испытательные лаборатории. Аккредитация органов по сертификации и испытательных лабораторий. Международная сертификация

В последнее время в практике поставок продукции важную роль стали играть документы, подтверждающие соответствие поставляемой продукции требованиям, установленным в стандартах и других нормативных документах. Эти подтверждающие документы являются результатом

процедуры, в которой участвуют три стороны. Участвующие стороны представляют интересы поставщиков (первая сторона) и покупателей (вторая сторона). Третья сторона (лицо или орган) признается независимой от участвующих сторон в рассматриваемом вопросе.

К объектам сертификации относятся не только продукция, но и услуги, системы качества, персонал, рабочие места и др. Поскольку сертификация является одним из видов деятельности по оценке соответствия, то ниже рассматриваются некоторые термины и определения.

Оценка соответствия — прямое или косвенное определение соблюдения требований, предъявляемых к объекту.

Подтверждение соответствия — документальное удостоверение соответствия продукции или иных объектов, процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ или оказания услуг требованиям технических регламентов, положениям стандартов или условиям договоров.

Подтверждение соответствия может носить добровольный (в форме добровольной сертификации) или обязательный (в формах принятия декларации о соответствии и обязательной сертификации) характер.

В соответствии с положениями закона «О техническом регулировании» подтверждение соответствия направлено на достижение следующих целей:

– удостоверения соответствия продукции, процессов проектирования, производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, утилизации, работ, услуг или иных объектов техническими регламентами, стандартами, условиями договоров;

– содействие приобретателям в компетентном выборе продукции, работ, услуг;

– повышение конкурентоспособности продукции, работ, услуг на российском и международном рынках;

– создание условий для обеспечения свободного перемещения товаров по территории РФ, а так же для осуществления международного экономического, научно-технического и международной торговли, коммерческой тайны в отношении сведений, полученных при осуществлении подтверждения соответствия.

Подтверждение соответствия может осуществляться в обязательной (обязательной сертификации) и добровольной формах (добровольной сертификации).

Обязательная сертификация является формой государственного контроля и может осуществляться лишь в случаях, предусмотренных законодательными актами РФ, т. е. законами и нормативными актами Правительства РФ. Основная цель проведения обязательной сертификации товаров (работ, услуг) — подтверждение их безопасности для жизни, здоровья потребителя, окружающей среды и предотвращение причинения вреда имуществу потребителя.

Добровольная сертификация проводится по инициативе заявителей (изготовителей, продавцов, исполнителей) в целях подтверждения соответствия продукции (услуг) требованиям стандартов, технических условий и других документов, определяемых заявителем.

Основная цель проведения добровольной сертификации — обеспечение конкурентоспособности продукции (услуги) предприятия; реклама продукции (услуги), соответствующей не только требованиям безопасности, но и требованиям, обеспечивающим качество выпускаемой продукции (услуги). Таким образом, добровольная сертификация решает более широкий круг задач и является более привлекательной и информативной для покупателя, чем обязательная.

Сертификаты соответствия вступают в силу с даты их регистрации в установленном порядке. Срок действия сертификата устанавливает орган по сертификации, не более чем на 3 года.

Схемы сертификации Схема сертификации — это определенный порядок действий, доказывающий, что продукт соответствует заданным государством требованиям. Только после того, как продукция или услуга пройдет сертификацию по определенной схеме, выдается сертификат. Различия в схемах связаны с видом и объемом выпускаемой продукции, а так же с целями проведения сертификации товаров.

Вопросы для самоконтроля

1. Что входит в понятие «сертификация»?

2. Какие законодательные акты регламентируют проведение сертификации?

3. Какие бывают виды сертификации?

4. В чем состоят общие цели обязательной и добровольной сертификации?

5. Назовите законодательные акты, предусматривающие обязательную сертификацию.

6. В чем сходство обязательной сертификации и декларирования соответствия?

7. Кем утверждаются перечни продукции, подлежащей обязательной сертификации?

8. Какая сторона подтверждает соответствие: первая, вторая или третья?

качества на транспорте.

Задания для контрольной работы студентов заочного обучения

1.Размерность физической величины X записана в виде заданной формулы размерности через прописные буквы L, M, T, I согласно международного стандарта. Запишите выражение единицы измерения этой величины через основные единицы системы СИ, укажите ее наименование и какая физическая величина в ней измеряется. Варианты задания выбираются из таблицы 1.

Таблица 1

Исходные данные для задачи

Вариант	1	2	3	4	5	6
Формула размерности	LMT^{-2}	$L^{-1}MT^{-2}$	$L^{2}MT^{-2}$	$L^{2}MT^{-3}$	$LMT^{-3}I^{-1}$	$L^{2}MT^{-3}I^{-1}$
Вариант	7		9	10	11	12
Формула размерности	$L^{-2}M^{-1}T^{4}I^{2}$	$L^{2}MT^{-3}I^{-2}$	$L^{-2}M^{-1}T^{3}I^{2}$	$L^{2}MT^{-2}I^{-1}$	$MT^{-2}I^{-1}$	$L^{2}MT^{-2}I^{-2}$

2. Прибор – миллиамперметр, предел измерения – 100 мА, класс точности и результаты измерения указаны в соответствии с номером варианта, задаваемого преподавателем (табл. 2). Определить класс точности прибора и сравнить, полученный при расчёте класс точности с классом точности указанным в задании.

Таблица 2

Исходные данные для расчёта задачи

№ варианта	Показания рабочего прибора, мА					
	20	40	60	80	100	Класс точности, %
	Показания рабочего прибора, мА					
1	20,1	39,7	58,0	81,2	99,9	2,5
2	19,7	40,1	59,9	78,1	98,0	4,0
3	21,0	39,5	61,1	80,7	98,5	2,0

4	20,4	40,3	60,2	80,1	100,2	0,5
5	20,6	40,4	58,5	80,6	100,3	1,0
6	20,0	39,6	58,0	81,2	100,0	1,5
7	21,0	41,0	59,0	80,5	99,5	2,5
8	22,0	40,0	58,5	80,2	99,0	4,0
9	22,5	39,0	60,0	80,4	98,0	4,0
10	18,8	40,1	60,5	80,6	98,5	2,5

Учебная литература

№ п/п	Наименование	Кол-во экз.
2	Сергеев А. Г., Латышев М. В, Терегеря В. В Метрология. Стандартизация. Сертификация : учебное пособие 2-е изд, перераб. и доп. - Москва : Логос, 2005. - 560 с.	64
3	Лифиц И.М. Основы стандартизации, метрологии, сертификации : учебник / Иосиф Моисеевич Лифиц И. М. - 6-е изд., испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2007. - 350 с.	16
4	Крылова Г. Д.. Основы стандартизации, сертификации, метрологии : учебник для вузов / - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : ЮНИТИ-ДАНА, 2006. - 671 с.	20

Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Кол-во экз.
1	ГОСТ 8.417-2002 Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин.	Эл. ресурс
2	ГОСТ Р 40.003-96 Система сертификации. ГОСТ Р . Регистр систем качества. Порядок проведения сертификации систем качества	Эл. ресурс
	ГОСТ Р 8.000-2000 Государственная система обеспечения единства	Эл.

	измерений. Основные положения.	ресурс
3	Радкевич, Я. М. Метрология, стандартизация и сертификация : учебник для вузов / Московский гос. горный университет. - Москва : Изд-во МГГУ, 2003. - 788 с	3
4	Рябов В.Ю.Метрология, стандартизация и сертификация: конспект лекций, УГГУ, Екатеринбург 2006-82 с.	47

Законодательные документы

1. Конституция Российской Федерации (принята 12.12.1993).

2. Закон Российской Федерации от 07.02.1992 г. № 2300-1 «О защите прав потребителей».

3. Закон Российской Федерации от 26.06.2008 г. № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений».

4. Федеральный закон от 27.12.2002 № 184 «О техническом регулировании».

Дополнительные источники:

1. ГОСТ Р51672—2000 «Метрологическое обеспечение испытаний продукции для целей подтверждения соответствия». Основные положения.

2. ГОСТ 8.315—97 «Государственная система обеспечения единства измерений. Стандартные образцы состава и свойств веществ и материалов» Основные положения.

3. ГОСТ 8.563—96 «Государственная система обеспечения единства измерений». Методики выполнения измерений.

4. ГОСТ Р ИСО 5725-1—2002 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений». Ч. 1. Основные положения и определения.

5. ГОСТ Р 1.12—99. ГСС «Стандартизация и смежные виды деятельности. Термины и определения».

6. Правила по проведению сертификации в Российской Федерации (утвержденные постановлением Госстандарта России 10.05.2000 г. № 26.

7. ПР50.2.002—94 «Государственная система обеспечения единства измерений. Порядок осуществления государственного метрологического надзора за выпуском, состоянием средств измерений, методиками выполнения измерений, эталонами и соблюдением метрологических правил и норм». ВНИИМС.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора
по учебно-методической работе
_____ В.В. Зубов

ОП 06. Материаловедение

Методические указания по самостоятельной работе студентов
специальности 15.02.16 Технология машиностроения
на базе среднего общего образования

Автор: Хазин М.Л.

Одобрен на заседании кафедры	Рассмотрен методической комиссией факультета
Эксплуатации горного оборудования	Горно-механического
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой _____ *(подпись)*	Председатель _____ *(подпись)*
Симисинов Д.И.	Осипов П.А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол №1 от 18.09.2023	Протокол №2 от 20.10.2023
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

Комплект оценочных средств дисциплины согласован с выпускающей кафедрой эксплуатации горного оборудования

Заведующий кафедрой _____ Симисинов Д.И.

подпись

Х12

Рецензенты: Тихонов И. Н., к-т. техн. наук, зав. кафедрой «Электронное машиностроение» УрФУ, Жуков Ю. Н., д-р. техн. наук, профессор кафедры «Электронное машиностроение» УрФУ

Учебное пособие рассмотрено на заседании кафедры эксплуатации горного оборудования 05 июня 2018 года (протокол № 6) и рекомендовано для издания в УГГУ.

Хазин М. Л. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ: Методические указания по самостоятельной работе студентов по направлению 15.03.01 – «Машиностроение». Урал. гос. горный ун-т – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2019. – 24 с.

В методических указаниях по самостоятельной работе приведена последовательность выполнения практических и самостоятельных работ по дисциплине «Материаловедение», изложена методика решения задач, даны задачи, вопросы для самопроверки по разделам.

Методические указания предназначены для студентов направлений бакалавриата: 15.03.01 – «Машиностроение», 15.03.02 – «Технологические машины и оборудование», 23.03.01 Технология транспортных процессов, подготовка которых требует знаний по свойствам и применению металлических и неметаллических материалов.

© Хазин М. Л., 2019
© Уральский государственный горный университет, 2019

ВВЕДЕНИЕ

Совершенствование производства, выпуск современных разнообразных машиностроительных конструкций, специальных приборов, машин и различной аппаратуры невозможны без дальнейшего развития производства и изыскания новых материалов, как металлических, так и неметаллических.

Материаловедение является одной из первых инженерных дисциплин, основы которой широко используются при курсовом и дипломном проектировании, а также в практической деятельности инженера-машиностроителя.

Прогресс в области машиностроения тесно связан с созданием и освоением новых, наиболее экономичных материалов, обладающих самыми разнообразными механическими и физико-химическими свойствами. Свойства материала определяются его внутренним строением, которое, в свою очередь, зависит от состава и характера предварительной обработки. В курсе "Материаловедение" изучаются физические основы этих связей.

ПРОГРАММА И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ЧАСТЬ I. МЕТАЛЛОВЕДЕНИЕ

Строение металлов

Металловедение как наука о свойствах металлов и сплавов. Типы связи в твердых телах. Атомно-кристаллическое строение металлов. Процесс кристаллизации.

Рассмотрите типы химической связи в твердых телах, основное внимание обратите на особый тип металлической связи, который обусловливает отличительные свойства металлов: высокую электропроводность и теплопроводность, высокую пластичность и металлический блеск. Металлические тела характеризуются кристаллическим строением. Однако свойства реальных кристаллов определяются известными несовершенствами кристаллического строения. В связи с этим необходимо разобраться в видах несовершенств и особенно в строении дислокаций (линейных несовершенств), причинах их легкого перемещения в кристаллической решетке и влияния на механические свойства.

Термодинамические причины фазовых превращений являются одним из частных случаев общего закона природы: стремления любой системы

к состоянию с наименьшим запасом энергии (в данном случае свободной энергии). Уясните теоретические основы процесса кристаллизации, состоящего из двух элементарных процессов: зарождения и роста кристаллов, и влияния на эти параметры степени переохлаждения.

В процессе кристаллизации при формировании структуры литого металла решающее значение имеет реальная среда, а также возможность искусственного воздействия на строение путем модифицирования.

Вопросы для самопроверки

1. В чем сущность металлического, ионного и ковалентного типов связи?
2. Каковы характерные свойства металлов и чем они определяются?
3. Что такое элементарная ячейка?
4. Что такое полиморфизм?
5. Что такое параметр кристаллической решетки, плотность упаковки и координационное число?
6. Что такое мозаичная структура?
7. Виды дислокаций и их строение.
8. Каковы термодинамические условия фазового превращения?
9. Каковы параметры процесса кристаллизации?
10. Что такое переохлаждение?

Теория сплавов

Сплавы, виды взаимодействия компонентов в твердом состоянии. Диаграммы состояния для случаев полной нерастворимости, неограниченной и ограниченной растворимости компонентов в твердом виде, а также для случая образования устойчивого химического соединения.

Необходимо отчетливо представлять строение металлов и сплавов в твердом состоянии. Уясните, что такое твердый раствор, химическое (металлическое) соединение, механическая смесь. Наглядное представление о состоянии любого сплава в зависимости от его состава и температуры дают диаграммы состояния. Нужно усвоить общую методику построения диаграмм состояния для различных случаев взаимодействия компонентов в твердом состоянии.

При изучении диаграмм состояния нужно уметь применять правило отрезков (для определения доли каждой фазы или структурной составляющей в сплаве), правило фаз (для построения кривых нагревания и охлаждения), определять химический состав фаз. С помощью правил Курнакова нужно уметь установить связь между составом, строением и свойствами сплава.

Вопросы для самопроверки

1. Что такое компонент, фаза, физико-химическая система, число степеней свободы?
2. Приведите объяснение твердого раствора, механической смеси, химического (металлического) соединения.
3. Что представляют собой твердые растворы замещения и внедрения?
4. Как строятся диаграммы состояния?
5. Объясните принцип построения кривых нагревания и охлаждения с помощью правила фаз.

6. Начертите и проанализируйте диаграмму состояния для случая образования непрерывного ряда твердых растворов.

7. Начертите и проанализируйте диаграмму состояния для случая полной нерастворимости компонентов в твердом состоянии.

8. Начертите и проанализируйте диаграмму состояния для случая образования эвтектики, состоящей из ограниченных твердых растворов.

10. Каким образом определяются состав фаз и их количественное соотношение?

Пластическая деформация и механические свойства металлов

Напряжения и деформация. Явление наклепа. Стандартные механические свойства: твердость; характеристики, определяемые при растяжении; ударная вязкость; сопротивление усталости.

Рассмотрите физическую природу деформации и разрушения. Внимание уделите механизму пластической деформации, ее влиянию на плотность дислокаций. Уясните связь между основными характеристиками, строением и механическими свойствами. Разберитесь в сущности явления наклепа и его практическом использовании.

Изучите основные методы исследования механических свойств металлов и физический смысл определяемых при разных методах испытания характеристик.

Вопросы для самопроверки

1. В чем различие между упругой и пластической деформациями?

2. Как изменяется строение металла в процессе пластического деформирования?

3. Как изменяется плотность дислокаций при пластической деформации?

4. Как влияют дислокации на прочность металла?

5. Почему наблюдается огромное различие теоретической и практической прочности?

6. Как влияет изменение строения на свойства деформированного металла?

7. В чем сущность явления наклепа и какое он имеет практическое использование?

8. Какие характеристики механических свойств определяются при испытании на растяжение?

9. Что такое твердость?

10. Какие методы определения твердости вы знаете?

Влияние нагрева на структуру и свойства деформируемого металла

Необходимо знать сущность рекристаллизационных процессов: возврата, первичной рекристаллизации, собирательной (вторичной) рекристаллизации, протекающих при нагреве деформированного металла. Уясните, как при этом изменяются механические, физико-химические свойства и размер зерна. Установите влияние состава сплава и степени пластической деформации на протекание рекристаллизационных процессов. Научитесь выбирать режим рекристаллизационного отжига. Уясните его практическое значение, различие между холодной и горячей пластическими деформациями.

Вопросы для самопроверки

1. Как изменяются свойства деформированного металла при нагреве?
2. В чем сущность процесса возврата?
3. Что такое полигонизация?
4. Сущность процессов первичной и вторичной рекристаллизации.
5. Как влияют состав сплава и степень пластической деформации на температуру рекристаллизации?
6. Что такое критическая степень деформации?
7. В чем различие между холодной и горячей пластическими деформациями?
8. Как изменяются строение и свойства металла при горячей пластической деформации?
9. Каково назначение рекристаллизационного отжига и как он осуществляется?

Железо и его сплавы

Диаграмма состояния железо - цементит. Классификация железоуглеродистых сплавов. ГОСТы на металлы и сплавы. Фазы, образуемые легирующими элементами в сплавах железа. Структурные классы легированных сталей. Чугуны.

Научитесь вычерчивать диаграмму состояния железо - цементит и определять все фазы и структурные составляющие этой системы. С помощью правила фаз постройте кривые охлаждения (или нагревания) для любого сплава; разберитесь в классификации железоуглеродистых сплавов и усвойте, что различие между тремя классами (техническое железо, сталь, чугун) не является формальным (по содержанию углерода). Разные классы сплавов принципиально различны по структуре и свойствам. Технические железоуглеродистые сплавы состоят не только из железа и углерода, но и обязательно содержат постоянные примеси, попадающие в сплав в результате предыдущих операций при выплавке.

Изучите влияние легирующих элементов на критические точки железа и стали и объясните, при каком сочетании углерода и соответствующего легирующего элемента могут быть получены легированные стали ферритного, перлитного, аустенитного и ледебуритного классов.

Уясните влияние постоянных примесей на строение чугуна и разберитесь в различии металлической основы серых чугунов разных классов. Запомните основные механические свойства и назначение чугунов различных классов и их маркировку. Обратите внимание на способы получения ковких и высокопрочных чугунов. Изучите физическую сущность процесса графитизации.

Вопросы для самопроверки

1. Что такое феррит, аустенит, перлит, цементит и ледебурит?
2. Какие превращения происходят в сплавах при температурах A1, A2, A3, A4, Acm?
3. Каковы структуры серых чугунов? 1
4. Каковы структура и свойства технического железа, стали и белого чугуна?
5. Как влияют легирующие элементы на положение критических точек железа и стали?
6. Какие легирующие элементы являются карбидообразующими?
7. Какие легирующие элементы способствуют графитизации?
8. Как влияют легирующие элементы на свойства феррита и аустенита?
9. В чем отличие серого чугуна от белого?
10. Классификация и маркировка серых чугунов.

Теория термической обработки стали

Превращения в стали при нагреве. Превращения переохлажденного аустенита. Мартенситное превращение и его особенности. Превращения аустенита при непрерывном охлаждении. Превращения при отпуске закаленной стали.

Теория и практика термической обработки стали - главные вопросы металловедения. Термическая обработки - один из основных способов влияния на строение, а следовательно, и на свойства сплавов.

При изучении превращений переохлажденного аустенита особое внимание обратите на диаграмму изотермического распада, устанавливающую связь между температурными условиями превращения, интенсивностью распада и строением продуктов превращения.

Изучите влияние легирующих элементов на кинетику и характер превращения аустенита в перлитной, промежуточной и мартенситной областях. В связи с влиянием легирующих элементов на диаграммы изотермического распада аустенита рассмотрите причины получения различных классов по структуре (перлитного, мартенситного, аустенитного). Уясните влияние ле-

гирующих элементов на превращения при отпуске. Запомните, что легирующие элементы, как правило, затормаживают процессы превращений.

Вопросы для самопроверки

1. Механизм образования аустенита при нагреве стали.
2. Каковы механизмы и температурные районы образования структур перлитного типа (перлита, сорбита, тростита) и бейнита?
3. В чем различие между перлитом, сорбитом и троститом?
4. Что такое мартенсит и в чем сущность и особенности мартенситного превращения?
5. Что такое критическая скорость закалки?
6. От чего зависит количество остаточного аустенита?
7. В чем сущность превращений, происходящих при отпуске?
8. Как влияют легирующие элементы на перлитное превращение?
9. В чем сущность явления отпускной хрупкости?
10. Как влияют легирующие элементы на превращения при отпуске?

Технология термической обработки

Основные виды термической обработки стали. Отжиг, нормализация, закалка, обработка холодом. Прокаливаемость стали. Отпуск стали. Поверхностная закалка.

Уясните влияние скорости охлаждения на структуру и свойства стали и физическую сущность процессов отжига, нормализации, закалки и обработки холодом. При изучении технологических процессов термической обработки особое внимание обратите на разновидности режимов и их назначение. Для выяснения причин брака при термической обработке стали следует прежде всего разобраться в природе термических и фазовых напряжений.

Уясните различие между закаливаемостью и прокаливаемостью стали, а также факторы, влияющие на эти характеристики. Разберитесь в способе получения высокопрочных деталей - термомеханической обработке.

Различные виды поверхностной закалки позволяют получить особое сочетание свойств поверхностного слоя и сердцевины, что приводит к повышению эксплуатационных характеристик изделия.

Вопросы для самопроверки

1. Приведите определения основных процессов термической обработки: отжига, нормализации и закалки.
2. Какие вам известны разновидности процесса отжига и для чего они применяются?
3. Какова природа фазовых и термических напряжений?
4. Какие вам известны разновидности закалки и в каких случаях они применяются?

5. Каковы виды и причины брака при закалке?

6. Какие Вам известны группы охлаждающих сред и каковы их особенности?

7. От чего зависит прокаливаемость стали и в чем ее технологическое значение?

8. Какие вам известны технологические приемы уменьшения деформации при термической обработке?

9. Для чего и как производится обработка холодом?

10. . В чем сущность и особенности термомеханической обработки.

Химико-термическая обработка стали и поверхностное упрочнение наклепом

Физические основы химико-термической обработки. Цементация. Азотирование. Цианирование. Диффузионная металлизация. Дробеструйный наклеп.

При изучении основ химико-термической обработки следует исходить из того, что принципы химико-термической обработки едины. Процесс химико-термической обработки состоит из выделения атомов насыщающего вещества внешней средой, захвата (сорбции) этих атомов поверхностью металла и диффузии их внутрь металла. Поэтому рассмотрите реакции в газовой среде при цементации или азотировании и усвойте современные представления о процессе диффузии в металлах. В большинстве случаев насыщение может происходить из твердой, жидкой и газовой сред, а поэтому нужно знать наиболее удачные варианты насыщения для каждого метода химико-термической обработки и конечные результаты (поверхностное упрочнение и изменение физико-химических свойств).

Разберитесь в технологии проведения отдельных видов химико-термической обработки. Уясните преимущества и области использования цементации, азотирования, цианирования и различных видов диффузионной металлизации. Объясните влияние легирования на механизм формирования структуры поверхностного слоя. Рассмотрите сущность и назначение дробеструйного поверхностного наклепа и его влияние на эксплуатационные свойства деталей машин.

Вопросы для самопроверки

1. В чем заключаются физические основы химико-термической обработки?

2. Химизм процесса азотирования.

3. Химизм процесса цементации.

4. Назначение цементации и режим термической обработки после нее.

5. Для каких целей и как производится нитроцементация?

6. Каковы свойства цементированных и азотированных изделий?

7. Химизм и назначение процесса цианирования.

8. Сущность и назначение процесса борирования.

9. Как изменяются свойства изделий при дробеструйной обработке и какова природа этих изменений?

10. Как влияет поверхностное упрочнение на эксплуатационные характеристики изделий?

Конструкционные стали

Конструкционные стали общего назначения. Цементуемые, улучшаемые, пружинно-рессорные стали. Высокопрочные мартенситостареющие стали. Коррозионно-стойкие и жаростойкие стали и сплавы. Жаропрочные стали и сплавы.

Нужно усвоить принципы маркировки сталей и уметь по маркировке определить состав и особенности данной стали, а также иметь общее представление о разных группах стали.

Разберитесь во влиянии легирующих элементов на изменение структуры и свойств стали, особое внимание уделите технологическим особенностям термической обработки легированной стали различных групп.

Рассмотрите способы классификации, основные принципы выбора для различного назначения цементуемых, улучшаемых, пружинно-рессорных, износостойких, высокопрочных, нержавеющих, жаропрочных и других сталей.

При изучении жаропрочных сталей обратите внимание на особенности поведения металла в условиях нагружения при повышенных температурах. Уясните сущность явления ползучести и основные характеристики жаропрочности; каковы предельные рабочие температуры и области применения сталей различного структурного класса.

В качестве примеров указать две-три марки стали каждой группы, расшифровать состав, назначить режим термической обработки и охарактеризовать структуру, свойства и область применения.

Вопросы для самопроверки

1. Укажите химический состав сталей марок: 40, 20Х, 30ХГСА, 50Г, Г13, ШХ15, 18Х2Н4ВА, 5ХНМ, Х18Н9Т, Н18К8М5Т.

2. Как классифицируются конструкционные стали по технологии термической обработки?

3. Какие требования предъявляются к цементуемым изделиям?

4. Чем определяется выбор марки цементуемой стали для изделий различного назначения?

5. Какова термическая обработка цементуемых деталей?

6. Чем объясняется назначение процесса улучшения для конструкционной стали?

7. Как влияет степень легирования на механические свойства улучшаемой стали?

8. Какие требования предъявляются к рессорно-пружинным сталям?
9. Какие вы знаете износостойкие стали?
10. Каковы требования, предъявляемые к нержавеющим сталям?

Инструментальные стали

Классификация и маркировка инструментальных сталей. Стали, не обладающие и обладающие теплостойкостью. Стали для режущего, измерительного и штампового инструмента. Твердые сплавы.

Изучите классификацию инструментальных сталей в зависимости от назначения инструмента и в связи с этим рассмотрите основные эксплуатационные свойства инструмента каждой группы. Особое внимание уделите быстрорежущим сталям. Уясните причины их высокой красностойкости и особенности термической обработки.

Вопросы для самопроверки

1. Укажите химический состав сталей марок: У10, 9ХС, ХВГ, Р18, Р18Ф2, Р9К10, Р9М4К8, Х12, 6ХВ2С, Х12М.
2. Как классифицируются инструментальные стали?
3. Требования, предъявляемые к сталям для режущего инструмента.
4. Приведите примеры углеродистых и легированных сталей, используемых для режущего инструмента.
5. Укажите и расшифруйте основные марки быстрорежущей стали.
6. Что представляют собой твердые сплавы?
7. Каковы свойства и преимущества твердых сплавов?
8. Укажите марки твердых сплавов, их состав и назначение.

Алюминий, магний и их сплавы

Деформируемые и литейные сплавы.

Обратите внимание на основные преимущества алюминиевых и магниевых сплавов, связанные с их высокой удельной прочностью. Рассмотрите классификацию алюминиевых сплавов и обоснуйте технологический способ изготовления изделий из сплавов каждой группы. Разберитесь в основах теории термической обработки (старения) легких сплавов. Обоснуйте выбор способа упрочнения деформируемых и литейных сплавов.

Вопросы для самопроверки

1. Свойства и применение алюминия.
2. Как классифицируются алюминиевые сплавы?
3. Какие сплавы упрочняются путем термической обработки?
4. В чем сущность процесса старения?
5. Какие сплавы не упрочняются путем термической обработки?
6. Какие вы знаете литейные алюминиевые сплавы?

7. Какие вы знаете жаропрочные алюминиевые сплавы?
8. Какие вы знаете порошковые алюминиевые сплавы?
9. Каковы свойства магния?
10. Укажите свойства и назначение сплавов на основе магния.

Медь и ее сплавы

Латуни и бронзы.

Изучите классификацию медных сплавов и уясните маркировку, состав, структуру, свойства и области применения разных групп медных сплавов.

Вопросы для самопроверки

1. Как влияют примеси на свойства чистой меди?
2. Как классифицируются медные сплавы?
3. Какие сплавы относятся к латуням?
4. Приведите несколько примеров латуней с указанием их состава, структуры, свойств и назначения.
5. Какие сплавы относятся к бронзам? Их маркировка и состав.
6. Укажите строение, свойства и назначение различных бронз.
7. Какой термической обработке подвергается бериллиевая бронза?

Композиционные материалы

Обратите внимание на принципиальное отличие композиционного материала, заключающееся в сочетании разнородных материалов с четкой границей раздела между ними. В связи с тем, что композит обладает свойствами, которыми не может обладать ни один из его компонентов в отдельности, такие материалы становятся весьма перспективными в различных областях новой техники. Укажите свойства композитов в зависимости от вида матрицы и формы, размеров и взаимного расположения наполнителя. Уясните возможность использования композитов в качестве жаропрочных материалов и способы повышения их жаропрочности.

Вопросы для самопроверки

1. Что такое композиты?
2. Как подразделяют композиты в зависимости от формы и размеров наполнителя?
3. Как подразделяют композиты по виду матрицы?
4. От чего зависят механические свойства композитов?
5. Какие композиционные материалы используют для работы при высоких температурах (жаропрочные)?

ЧАСТЬ II. НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Пластические массы

В основе неметаллических материалов лежат полимеры. Обратите внимание на особенности строения полимеров, которые определяют их механические и физико-химические свойства. Классификация полимерных материалов. Свойства и области применения пластмасс.

Пластические массы - искусственные материалы, получаемые на основе органических полимерных связывающих веществ, которые являются обязательными компонентами пластмасс. Изучите различные группы пластических масс, их свойства и области применения.

Вопросы для самопроверки

1. Что лежит в основе классификации полимеров?
2. Какие материалы относятся к обратимым и необратимым полимерам?
3. Какие вы знаете наполнители пластмасс?
4. Для чего вводят в пластмассы отвердители?
5. Приведите примеры пластиков с твердыми наполнителями.
6. Укажите область применения термопластов и реактопластов.
7. В чем преимущества пластмасс по сравнению с металлическими материалами? Каковы их недостатки?

Резиновые материалы

Как технический материал резина отличается от других материалов высокими эластичными свойствами, что связано со свойствами самой основы резины - каучука. Уясните состав резины, способы получения и влияние различных добавок на ее свойства. Подробно рассмотрите влияние порошковых и органических наполнителей на свойства резины, изучите физико-механические свойства и области применения резин различных марок.

Вопросы для самопроверки

1. Что представляет собой резина?
2. Какие компоненты относятся к совмещающимся и как они влияют на свойства резины?
3. Объясните роль порошковых наполнителей.
4. В каких случаях применяются волокнистые наполнители?

Неорганические материалы

Поскольку большинство неорганических материалов содержит различные соединения кремния с другими элементами, эти материалы получили общее название силикатных материалов. Обратите внимание на внутреннее

строение неорганического стекла. Уясните сущность стеклообразного состояния как разновидности аморфного состояния вещества. Разберитесь в изменении свойств стекла в зависимости от состава. Рассмотрите стеклокристаллические материалы (ситаллы) и их отличие от стекла минерального. Уясните причины образования кристаллической структуры ситаллов.

При изучении керамических материалов обратите внимание на отличие технической керамики от обычной. Разберитесь в химическом и фазовом составах технической керамики, ее свойствах и области применения.

Вопросы для самопроверки

Какие силикатные материалы относятся к минеральному стеклу?

Их отличительные свойства.

Как достигаются электроизоляционные или электропроводящие свойства стекла?

Объясните причины, вызывающие кристаллизацию ситаллов (стеклокристаллитов).

Укажите область применения ситаллов.

5. В чем отличие технической керамики от обычной? Укажите область ее применения.

КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ

Задания на контрольные работы выдают индивидуально каждому студенту. Задание включает вопросы и задачи по основным разделам курса.

При выполнении контрольных работ студенты изучают методику выбора и назначения сталей и сплавов для изготовления конкретных деталей машин и различного вида инструментов, а также знакомятся с особенностями строения, технологией получения и областью применения наиболее распространенных неметаллических материалов. Одновременно студент должен научиться пользоваться рекомендуемыми справочными материалами, с тем чтобы уметь в дальнейшем правильно выбрать материал при курсовом и дипломном проектировании.

Перечень ГОСТов, необходимых для выполнения контрольных работ, приведен в приложении. Диаграмма состояния железо-цементит и диаграмма изотермического превращения аустенита эвтектоидной стали У8 также приведены в приложении (см. рис. 1 и 2).

ЗАДАНИЯ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ

Вариант 1

1. Что такое ликвация? Виды ликвации, причины их возникновения и способы устранения.

2. Дайте определение ударной вязкости (KCV). Опишите методику измерения этой характеристики механических свойств металла.

3. Вычертите диаграмму состояния железо - карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 3,6% С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?

4. Вычертите диаграмму изотермического превращения аустенита для стали У8, нанесите на нее кривую режима изотермической обработки, обеспечивающей получение твердости 45...50 HRC. Укажите, как этот режим называется, опишите сущность превращений и какая структура получается в данном случае.

5. Как изменяются структура и свойства стали 40 и У12 в результате закалки от температуры 750 и 850° С. Объясните с применением диаграммы состояния железо-цементит. Выберите оптимальный режим нагрева под закалку каждой стали.

Вариант 2

1. Как и почему скорость охлаждения при кристаллизации влияет на строение слитка?

2. Из листа свинца путем прокатки при комнатной температуре была получена тонкая фольга. Твердость и прочность этой фольги оказались такими же, как у исходного листа. Объясните, какие процессы происходили при пластической деформации свинца и какими изменениями структуры и свойств они сопровождались.

3. Вычертите диаграмму состояния железо-карбид железа, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 0,8% С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?

4. Используя диаграмму состояния железо -цементит и кривую изменения твердости в зависимости от температуры отпуска, назначьте для углеродистой стали 40 температуру закалки и температуру отпуска, необходимые для обеспечения твердости 400 НВ. Опишите превращения на всех этапах термической обработки и получаемую структуру.

5. Для каких целей применяется диффузионный отжиг? Как выбирается режим такого отжига? Приведите примеры.

Вариант 3

1. Опишите виды твердых растворов. Приведите примеры.

2. Дайте определение твердости. Какими методами измеряют твердость металлов и сплавов? Опишите их.

3. Вычертите диаграмму состояния железо-цементит, укажите структурные составляющие во всех областях диаграммы, опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 2,2% С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?

4. Вычертите диаграмму изотермического превращения аустенита для стали У8. Нанесите на нее кривую режима изотермической обработки, обес-

печивающей получение твердости 150 НВ. Укажите, как этот режим называется и какая структура получается в данном случае.

5. С помощью диаграммы состояния железо-цементит обоснуйте выбор режима термической обработки, применяемой для устранения цементитной сетки в заэвтектоидной стали. Дайте определение выбранного режима обработки и опишите превращения, которые происходят при нагреве и охлаждении.

Вариант 4

1. Опишите физическую сущность и механизм процесса кристаллизации.

2. Для чего проводится рекристаллизационный отжиг? Как назначается режим этого вида обработки? Приведите несколько конкретных примеров.

3. Опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава, содержащего 0,4 % С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?

4. Используя диаграмму изотермического превращения аустенита, объясните, почему нельзя получить в стали чисто мартенситную структуру при охлаждении ее со скоростью меньше критической?

5. После термической обработки углеродистой стали получена структура цементит + мартенсит отпуска. Нанесите на диаграмму состояния железо-цементит ординату заданной стали (примерно) и обоснуйте температуру нагрева этой стали под закалку. Так же укажите температуру отпуска.. Опишите превращения, которые произошли при термической обработке.

Вариант 5

1. Что такое ограниченные и неограниченные твердые растворы? Каковы необходимые условия образования неограниченных твердых растворов?

2. Опишите сущность явления наклепа и примеры его практического использования.

3. Постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава содержащего 1,1% С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?

4. При непрерывном охлаждении стали У8 получена структура троостит + мартенсит. Нанесите на диаграмму изотермического превращения аустенита кривую охлаждения, обеспечивающую получение данной структуры. Укажите интервалы температур превращений и опишите характер превращения в каждом из них.

5. С помощью диаграммы состояния железо - цементит установите температуру полной и неполной закалки для стали 45 и опишите структуру и свойства стали после каждого вида термической обработки.

Вариант 6

1. Начертите диаграмму состояния для случая ограниченной растворимости компонентов в твердом виде. Укажите структурные составляющие во всех областях этой диаграммы и опишите строение типичных сплавов различного состава, встречающихся в этой системе.

2. Волочение медной проволоки проводят в несколько переходов. В не-

которых случаях проволока на последних переходах разрывается. Объясните причину разрыва и укажите способ его предупреждения.

3. Опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава железа, содержащего 0,5 % С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?

4. Вычертите диаграмму изотермического превращения аустенита для стали У8. Нанесите на нее кривую режима изотермической обработки, обеспечивающей получение твердости 200 НВ. Укажите, как этот режим называется и какая структура получается в этом случае.

5. Используя диаграмму состояния железо-цементит, установите температуры нормализации, отжига и закалки для стали У12. Охарактеризуйте эти режимы термической обработки и опишите структуру и свойства стали после каждого вида обработки.

Вариант 7

1. Опишите явление полиморфизма в приложении к железу. Какое практическое значение оно имеет?

2. Как изменяются свойства деформированного металла при нагреве, какие процессы происходят при этом?

3. Постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава железа, содержащего 0,7 % С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?

4. Вычертите диаграмму изотермического превращения аустенита стали У8. Нанесите на нее кривую режима изотермической обработки, обеспечивающей твердость 20...25 HRC. Укажите, как этот режим называется и какая структура образуется в данном случае.

5. Плашки из стали УНА закалены: первая - от температуры 760° С, вторая - от температуры 850° С. Используя диаграмму состояния железо - цементит, укажите температуры закалки, объясните, какая из этих плашек закалена правильно, имеет более высокие режущие свойства и почему.

Варианта 8

1. В чем сущность процесса модифицирования? Приведите пример использования модификаторов для повышения свойств литейных алюминиевых сплавов.

2. В чем различие между холодной и горячей пластической деформацией? Опишите особенности обоих видов деформации.

3. Опишите превращения и постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава железа, содержащего 5,0 % С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?

4. Углеродистые стали 35 и У8 после закалки и отпуска имеют структуру мартенсит отпуска и твердость: первая 45 HRC, вторая - 60 HRC. Используя диаграмму состояния железо - цементит и учитывая превращения, происходящие при отпуске, укажите температуру закалки и температуру отпуска для каждой стали. Опишите превращения, происходящие в этих сталях в процессе закалки и отпуска, и объясните, почему сталь У8 имеет большую твердость, чем сталь 35.

5. Сталь 40 подвергалась закалке от температур 760 и 840º С. С помощью диаграммы состояния железо-цементит укажите, какие структуры образуются в каждом случае. Объясните причины образования разных структур и рекомендуйте оптимальный режим нагрева под закалку данной стали.

Вариант 9

1. Охарактеризуйте особенности металлического типа связи и основные свойства металлов.

2. Какими стандартными характеристиками механических свойств оценивается прочность металлов и сплавов? Как эти характеристики определяются?

3. Постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава железа, содержащего 4,8 % С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?

4. С помощью диаграммы состояния железо-цементит установите температуру полного и неполного отжига и нормализации для стали 20, Охарактеризуйте эти режимы термической обработки и опишите структуру и свойства стали.

5. Почему для изготовления инструмента применяется сталь с исходной структурой зернистого перлита? В результате какой термической обработки можно получить эту структуру? Приведите конкретный режим для любой инструментальной стали.

Вариант 10

1. Опишите явление полиморфизма в приложении к титану. Какое практическое значение оно имеет?

2. Каким способом можно восстановить пластичность холоднокатаной медной ленты? Назначьте режим термической обработки и опишите сущность происходящих процессов.

3. Постройте кривую охлаждения (с применением правила фаз) для сплава железа, содержащего 1,4% С. Какова структура этого сплава при комнатной температуре и как такой сплав называется?

4. Вычертите диаграмму изотермического превращения аустенита для стали У8. Нанесите на нее кривую режима термической обработки, обеспечивающей получение твердости 60...63 HRC. Укажите, как этот режим называется и какая структура при этом получается. Опишите сущность происходящих превращений.

5. С помощью диаграммы состояния железо-цементит опишите структурные превращения, происходящие при нагреве доэвтектоидной стали. Покажите критические точки АС1 и АС3 для выбранной вами стали. Установите режим нагрева этой стали под закалку. Охарактеризуйте процесс закалки, опишите получаемую структуру и свойства стали.

ЛИТЕРАТУРА

Арзамасов Б. Н., Сидорин И. И. и др. Материаловедение: учебник для вузов. М.: Машиностроение, 2008. 648 с.

Батышев А. И., Безпалько В. И., Смолькин А. А. Материаловедение и технология материалов М.: Изд-во Инфра-М, 2012. 288 с.

Богодухов С. И., Козик Е. С.. Материаловедение: учеб. для вузов. М.: Машиностроение, 2015. 504 с.

Бондаренко, Г. Г. Кабанова Т. А., Рыбалко В. В. Материаловедение: учебник для бакалавров / под ред. Г. Г. Бондаренко. 2-е изд. М.: Юрайт, 2014. 359 с.

Комаров О. С., Керженцева А. Ф., Макаева Г. Г. Материаловедение в машиностроении. М.: Высшая школа. 2009. 304 с.

Лахтин Ю. М., Леонтьева В. П. Материаловедение: учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов. М.: Машиностроение, 2009. 528 с.

Хазин М. Л. Материаловедение: методические материалы. Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 2008. 208 с.

Хазин М. Л. Материаловедение: учебно-практическое пособие. Урал. гос. горный ун-т – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2019. – 184 с.

.

ПРИЛОЖЕНИЯ

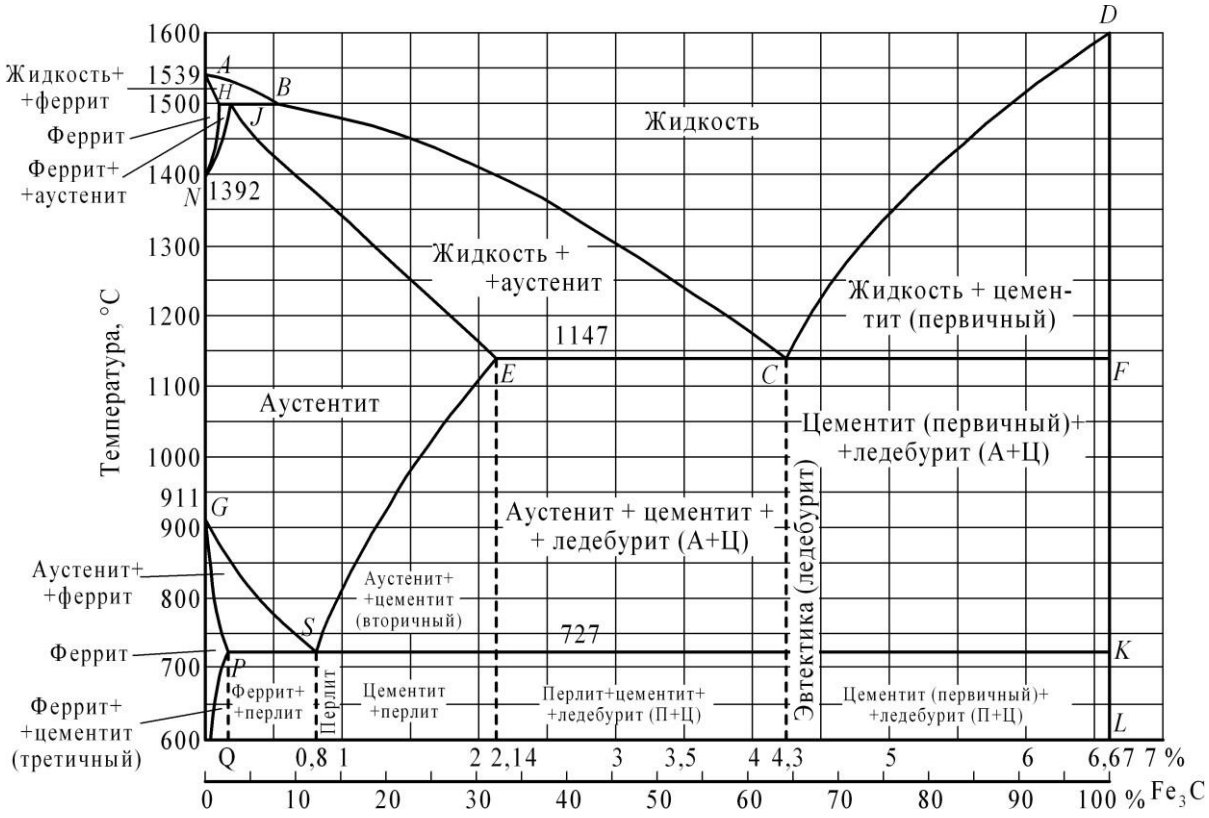


Рисунок 1 – Диаграмма состояния железо-цементит

Перечень ГОСТов на стали и сплавы

1. Сталь

Углеродистая обыкновенного качества – ГОСТ 380-71

Углеродистая качественная – ГОСТ 1050-74

Легированная, конструкционная, качественная, рессорно-пружинная– ГОСТ 1050-74

Углеродистая инструментальная – ГОСТ 1435-74

Легированная инструментальная – ГОСТ 5950-73

Подшипниковая – ГОСТ 801-78

Быстрорежущие стали – ГОСТ 19265-73

Конструкционный повышенной и высокой обрабатываемости резанием – ГОСТ 1414-75

Жаростойкие и жаропрочные – ГОСТ 5632-72

Коррозионностойкие – ГОСТ 5632-72

Сплавы твердые спеченные – ГОСТ 3882-74

Магнитотвердые (для постоянных магнитов) – ГОСТ 6862-71

Электротехнические – ГОСТ 21427.0-75...

ГОСТ 21427.3-75

2. Чугун

Серый – ГОСТ 1412-79

Ковкий – ГОСТ 1215-79

Высокопрочный – ГОСТ 7293-85

Жаростойкий – ГОСТ 7769-75
3. Алюминий и его сплавы
Алюминий – ГОСТ 11069-74
Деформируемые – ГОСТ 4784-74
Литейные – ГОСТ 2685-75
4. Медь и ее сплавы
Медь ГОСТ 859 – 78
Латунь двойная и многокомпонентная
деформируемая – ГОСТ 15527-70
Латунь литейная – ГОСТ 17711-80
Бронза оловяннистая деформируемая – ГОСТ5017-74
Бронза безоловяннистая деформируемая – ГОСТ 18175-78
Бронза оловяннистая литейная – ГОСТ 613-79
Бронза безоловяннистая литейная – ГОСТ 493-79
Медно-никелевые сплавы – ГОСТ 492-73
5. Титановые сплавы – ГОСТ 19807-74
6. Антифрикционные сплавы
Алюминиевые – ГОСТ 14113-78
Цинковые – ГОСТ 21437-75
Баббиты – ГОСТ 1320-74
7. Магний и его сплавы
Магний – ГОСТ 804-72
Деформируемые – ГОСТ 14957-76
Литейные – ГОСТ 2856-79

Учебное издание

Хазин Марк Леонтьевич

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Учебно-практическое пособие
по выполнению практических и
самостоятельных работ
для студентов очного и заочного обучения
направлений бакалавриата
15.03.01 – «Машиностроение»,
15.03.02 – «Технологические машины и оборудование»
23.03.01 «Технология транспортных процессов»

Редактор Л. В. Устьянцева

Компьютерная верстка автора

Подписано в печать
Бумага писчая. Формат 60 × 84 1/16.
Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе.
Печ. л. 1,51. Уч.-изд. л. 1,71. Тираж 100. Заказ №

Издательство УГГУ
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
Уральский государственный горный университет
Отпечатано с оригинал-макета
в лаборатории множительной техники УГГУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора
по учебно-методической работе
_____ В.В. Зубов

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

ОП.7 ОХРАНА ТРУДА

15.02.16 Технология машиностроения
на базе среднего общего образования

Автор: Гребенкин С.М. ст. преподаватель, Кузнецов А.М. ст. преподаватель, Тетерев Н.А. ст. преподаватель.

Одобрена на заседании кафедры
Безопасность горного производства
Зав кафедрой _____
Елохин В.А.
Протокол №1 от 20.09.2023г.

Рассмотрена методической комиссией факультета
Горно-механического
Председатель_____
Осипов П.А.
Протокол №2 от 20.10.2023г.

Екатеринбург

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для выполнения практической работы № 1

Тема: «Изучение правил проведения инструктажей»

1. Общие сведения об обучении и проверке знаний по охране труда

Обучение по вопросам охраны труда, является важнейшим инструментом обеспечения безопасности труда на каждом рабочем месте. Обучение безопасности труда осуществляется в следующих формах:

1. Профессиональная подготовка специалистов по охране труда в учреждениях высшего профессионального обучения,
2. Повышение квалификации в учреждениях среднего и дополнительного образования,
3. Изучение учебной дисциплины «Охрана труда» при получении образования в высших и средних специальных учебных заведениях,
4. Изучение специальных дисциплин, связанных с вопросами техники безопасности, санитарии и гигиены, электрической и пожарной безопасности при профессиональной подготовке специалистов, рабочих и служащих в системе ВПО, СПО и НПО.
5. Обязательное обучение и проверка знаний всех работников предприятия.

Государство содействует организации обучения по охране труда в образовательных учреждениях всех уровней.

В соответствии с ст. 225 ТК РФ и Постановлением Минтруда РФ и Минобразования РФ от 13.01. 2003 г. N 1/29 "Об утверждении Порядка

обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда работников организаций", все работники, в том числе и руководители организации, а также работодатели – индивидуальные предприниматели, обязаны проходить обучение по охране труда и проверку знаний требований охраны труда.

Порядок обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда работников организаций, разработан для обеспечения профилактических мер по сокращению производственного травматизма и профессиональных заболеваний и устанавливает общие положения обязательного обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда всех работников.

Ответственность за организацию и своевременность обучения по охране труда и проверку знаний, требований охраны труда работников организаций, несет работодатель.

Теоретические занятия проводятся в учебных комбинатах, учебных центрах, пунктах, отделах охраны труда или в других определенных работодателем подразделениях организации преподавателем или специалистом, назначенным руководителем организации.

Практические занятия проводят в учебных лабораториях, мастерских, участках, цехах, на полигонах, рабочих местах, специально создаваемых в организациях, в учебных заведениях под руководством преподавателя,

мастера (инструктора) производственного обучения или высококвалифицированного рабочего, назначенного руководителем организации.

Работники, имеющие квалификацию инженера (специалиста) по безопасности технологических процессов и производств или по охране труда, а также работники федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации в области охраны труда, государственного надзора и контроля, педагогические работники образовательных учреждений, осуществляющие преподавание дисциплины

"Охрана труда", имеющие непрерывный стаж работы в области охраны труда не менее пяти лет, в течение года после поступления на работу могут не проходить обучение по охране труда и проверку знаний требований охраны труда.

Для всех принимаемых на работу лиц, а также для работников, переводимых на другую работу, работодатель (или уполномоченное им лицо) обязан проводить инструктажи по охране труда.

Проведение инструктажей по охране труда включает в себя:

- ознакомление работников с имеющимися опасными или вредными производственными факторами,
- изучение требований охраны труда, содержащихся в локальных нормативных актах организации, инструкциях по охране труда, технической, эксплуатационной документации,
- а также применение безопасных методов и приемов выполнения работ.

Инструктаж по охране труда завершается устной проверкой приобретенных работником знаний и навыков безопасных приемов работы лицом, проводившим инструктаж.

Проведение всех видов инструктажей регистрируется в соответствующих журналах проведения инструктажей (в установленных случаях - в наряде-допуске на производство работ) с указанием подписи инструктируемого и подписи инструктирующего, а также даты проведения инструктажа.

2. Обучение и проверке знаний по охране труда на предприятии

Работодатель (или уполномоченное им лицо) обязан в течение месяца после приема работника на работу (или переводе его на другую работу, перерыве в работе более 1 года) организовать:

- проведение вводного инструктажа;
- проведение первичного инструктажа на рабочем месте;

- обучение работника безопасным методам и приемам выполнения работ;
- обучение методам и приемам оказания первой помощи пострадавшим;
- проверку знаний требований охраны труда.

Для рабочих, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда работодатель (или уполномоченное им лицо) обязан организовать:

- стажировку на рабочем месте;
- экзамен на знание безопасных методов и приемов выполнения работ.

3. Виды инструктажей

Виды инструктажей: вводный, первичный и стажировка на рабочем месте, повторный, внеплановый, целевой.

3.1. Вводный инструктаж

Все поступающие на работу до заключения трудового договора должны пройти вводный инструктаж по охране труда и инструктаж по противопожарной безопасности.

Вводный инструктаж проводится со всеми принимаемые на работу лицами, независимо от их образования, стажа работы по данной профессии или должности, временными работниками, командированными, учащимися и студентами, прибывшими на производственное обучение или практику.

Вводный инструктаж проводит специалист по охране труда или лицо, на которое приказом по предприятию возложены эти обязанности, либо

специалист, с которым заключен договор по оказанию услуг в области охраны труда.

О проведении инструктажа делают запись в журнале регистрации вводного инструктажа, а также в документах о приеме на работу (личной карточке).

Инструктаж проводится по программе, разработанной на основании законодательных и иных нормативных правовых актов Российской Федерации с учетом специфики деятельности организации и утвержденной в установленном порядке работодателем (или уполномоченным им лицом).

В соответствии с ГОСТ 12.0.004-2015, программа должна включать:

- основные положения законодательства по охране труда и трудового права;
- общие сведения об организации, характерные особенности производства;
- правила внутреннего трудового распорядка предприятия;
- ответственность за нарушения правил;
- организация работ по охране труда;
- требования к персоналу организации;
- государственный и общественный контроль за охраной труда и промышленной безопасностью;
- общие правила поведения работающих на территории предприятия;
- расположения основных и вспомогательных цехов,
- требования пожаробезопасности, электробезопасности и другие,
- основные требования производственной санитарии и личной гигиены;
- средства индивидуальной и коллективной защиты;

- опасные и вредные производственные факторы, характерные для данного производства,
- порядок расследования и учета несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;
- методы и средства предупреждения нечастных случаев и профессиональных заболеваний,
- вопросы социального страхования;
- инструкции по охране труда;
- вопросы промышленной безопасности,
- обстоятельства и причины аварий и несчастных случаев, характерных для данного производства;
- действия при аварии, оказание первой помощи пострадавшим.

3.2. Первичный инструктаж

Инструктаж проводится до начала самостоятельной работы руководителем структурного подразделения или по его поручению мастером:

- со всеми вновь принятыми работниками, включая работников, выполняющих работу на условиях срочного трудового договора;
- с сезонными работниками и совместителями;
- с надомниками с использованием материалов, инструментов и механизмов;
- с работниками организации, переведенными из другого структурного подразделения или с теми, кому поручается выполнение новой для них работы;
- с командированными работниками сторонних организаций;
- с учащимися – практикантами и другими лицами, участвующими в производственной деятельности.

Работники, не связанные с эксплуатацией, обслуживанием, испытанием, наладкой и ремонтом оборудования, использованием электрифицированного или иного инструмента, хранением и применением сырья и материалов, могут освобождаться от инструктажа. Перечень профессий и должностей работников, освобожденных от данного инструктажа, утверждается работодателем.

Инструктаж на рабочем месте проводит руководитель структурного подразделения (мастер, прораб, инструктор или другой работник, назначенный приказом работодателя и прошедший в установленном порядке обучение и аттестацию по охране труда и промышленной безопасности). Инструктаж проводится по программе, разработанной руководителем структурного подразделения на основании законов и иных нормативных правовых актов РФ, локальных нормативных актов организации, инструкций по ОТ, технической и

эксплуатационной документации и утвержденной в установленном порядке работодателем.

ГОСТом также предусмотрен перечень основных вопросов первичного инструктажа. При этом программа должна включать:

- общие сведения о технологическом процессе и оборудовании;
- опасные и вредные факторы, возникающие при данном технологическом процессе;
- безопасная организация и содержание рабочего места;
- порядок подготовки к работе;
- безопасные приемы и методы работы;
- действия при возникновении опасной ситуации;
- схема безопасного передвижения работников по территории;
- внутрицеховые транспортные и грузоподъемные средства и механизмы;
- требования безопасности при погрузочно-разгрузочных работах и транспортировке грузов;
- характерные причины аварий, взрывов, пожаров, случаев травм;
- меры предупреждения аварий;
- действия при авариях;
- способы применения средств пожаротушения, противоаварийной защиты и сигнализации;
- места их расположения.

Данный инструктаж проводится с каждым работником индивидуально или с группой лиц, обслуживающих однотипное оборудование, с показом безопасных приемов труда.

О проведении делают запись в журнале регистрации инструктажей на рабочем месте, а также в документах о приеме на работу (личной карточке).

После проведения первичного инструктажа на рабочем месте вновь принятый работник проходит стажировку от 2 до 14 смен под наблюдением руководителя подразделения (мастера) или опытного работника, назначенного приказом работодателя. Продолжительность стажировки определяется характером работы и квалификацией работника.

Руководитель подразделения проверяет приобретенные теоретические знания и навыки безопасных способов работы и осуществляет допуск к самостоятельной работе. Об этом делается запись в журнале инструктажей в графе «Стажировка на рабочем месте».

Работники, показавшие неудовлетворительные знания, к самостоятельной работе не допускаются и обязаны вновь пройти первичный инструктаж и стажировку.

3.3. Повторный инструктаж

Повторный инструктаж проходят все работники, не реже одного раза в 6 месяцев, на работах с особо опасными и вредными работами – не реже 1 раза в 3 месяца. Инструктаж проводится специалистом по охране труда или лицом, назначенным приказом работодателя, или руководителем структурного подразделения по программе первичного инструктажа индивидуально или с группой рабочих, обслуживающих однотипное оборудование.

3.4. Внеплановый инструктаж

Внеплановый инструктаж проводится:

- при введении в действие новых или изменении законодательных и иных нормативных правовых актов, содержащих требования охраны труда, а также инструкций по охране труда;

- при изменении технологических процессов, замене или модернизации оборудования, приспособлений, инструмента и других факторов, влияющих на безопасность труда;
- при нарушении работниками требований охраны труда, если эти нарушения создали реальную угрозу наступления тяжких последствий (несчастный случай на производстве, авария и т.п.);

- по требованию должностных лиц органов государственного надзора и контроля;
- при перерывах в работе (для работ с вредными и (или) опасными условиями - более 30 календарных дней, а для остальных работ - более двух месяцев);
- по решению работодателя (или уполномоченного им лица).

Внеплановый инструктаж проводит специалист по ОТ или лицо, назначенное приказом работодателя с оформлением в журнале (книге) инструктажей или в соответствующей технологической документации. Объем и содержание инструктажа определяют в каждом конкретном случае в зависимости от причин и обстоятельств, вызвавших необходимость его проведения.

3.5. Целевой инструктаж

Целевой инструктаж проводится при выполнении разовых работ, при ликвидации последствий аварий, стихийных бедствий и работ, на которые оформляются наряд-допуск, разрешение или другие специальные документы, а также при проведении в организации массовых мероприятий.

4. Порядок проведения проверки знаний

Проверка знаний требований охраны труда и промышленной безопасности – процедура, проводимая в форме устного или письменного экзамена по билетам, разработанным на основании Типовых экзаменационных билетов (вопросов). Проверка знаний может проводиться также с использованием компьютерных программ, допущенных к применению Межведомственным советом по обучению охране труда. Рабочие проходят проверку знаний требований охраны труда и промышленной безопасности

- при приеме на работу после обучения охране труда;
- периодически на протяжении трудовой деятельности не реже 1 раза в год.

По пожарной безопасности проверка знаний и навыков действий в аварийных ситуациях проводится не реже 2 раз в год. Отраслевыми положениями и инструкциями могут предусматриваться иные сроки и периодичность проверки знаний;

Проверку знаний рабочих проводит аттестационная комиссия организации. Периодические проверки рекомендуется приурочивать ко времени проведения повторного инструктажа. Результаты проверки оформляют протоколом и отмечают в личных карточках. Работники, не прошедшие проверку знаний требований охраны труда и пожарной безопасности, обязаны не позднее чем через 1 месяц повторно пройти проверку знаний. До повторной проверки рабочий к самостоятельной работе не допускается. С работниками, повторно не прошедшими проверку, работодатель решает вопрос о продолжении (прекращении) трудовых отношений в порядке, установленном законодательством о труде и локальными нормативными актами организации.

Внеочередная проверка знаний

Внеочередная проверка проводится независимо от срока проведения предыдущей проверки:

- при введении новых или внесении изменений, дополнений в действующие законодательные и иные нормативные правовые акты, содержащие требования ОТ;

- при внедрении новых видов технических устройств и новых технологий на ОПО, а также изменениях технологических процессов, требующих дополнительных знаний по ОТ;
- при назначении (переводе) работников на другую работу, если новые обязанности требуют дополнительных знаний по охране труда;
- по требованию должностных лиц федеральной инспекции труда, других органов государственного надзора и контроля, при установлении нарушений и недостаточных знаний требований промышленной безопасности и охраны труда;
- после произошедших аварий и несчастных случаев, а также при выявлении неоднократных нарушений работниками организации требований нормативных правовых актов по ОТ;
- при перерыве в работе в данной должности более 1 года.

5. Обязанности работодателя по обучению и проверки знаний

Работодатель (или уполномоченное им лицо) обязан организовать в течение месяца после приема на работу обучение безопасным методам и приемам выполнения работ всех поступающих на работу лиц, а также лиц, переводимых на другую работу. Обучение по охране труда проводится при подготовке работников рабочих профессий, переподготовке и обучении их другим рабочим профессиям.

Работодатель (или уполномоченное им лицо) обеспечивает обучение лиц, принимаемых на работу с вредными и (или) опасными условиями труда:

- - безопасным методам и приемам выполнения работ со стажировкой на рабочем месте и сдачей экзаменов,
- а в процессе трудовой деятельности - проведение

периодического обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда.

Работники рабочих профессий, впервые поступившие на указанные работы, либо имеющие перерыв в работе по профессии (виду работ) более

.

года, проходят обучение и проверку знаний требований охраны труда в течение первого месяца после назначения на эти работы.

Порядок, форма, периодичность и продолжительность обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда работников рабочих профессий устанавливаются работодателем (или уполномоченным им лицом) в соответствии с нормативными правовыми актами, регулирующими

безопасность конкретных видов работ.

Работодатель (или уполномоченное им лицо) организует проведение первичного, не позднее одного месяца после приема на работу и периодического, не реже одного раза в год, обучения работников рабочих профессий оказанию первой помощи пострадавшим.

6. Обучение руководителей и специалистов

Руководители и специалисты организаций проходят специальное обучение по охране труда в объеме должностных обязанностей при поступлении на работу в течение первого месяца, далее - по мере необходимости, но не реже одного раза в три года. Обучение проводится по соответствующим программам по охране труда непосредственно самой организацией или образовательными учреждениями профессионального образования, учебными центрами и другими учреждениями и организациями, осуществляющими образовательную деятельность, при наличии у них лицензии на право ведения образовательной деятельности.

Обучение по охране труда,

1) в обучающих организациях федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации в области охраны труда; проходят:

-
- руководители организаций, заместители руководителей организаций, курирующие вопросы охраны труда, заместители главных инженеров по охране труда, работодатели - физические лица, иные лица, занимающиеся предпринимательской деятельностью;
- руководители, специалисты, инженерно-технические работники, осуществляющие организацию, руководство и проведение работ на рабочих местах и в производственных подразделениях, а также контроль и технический надзор за проведением работ;
- педагогические работники образовательных учреждений начального профессионального, среднего профессионального, высшего профессионального, послевузовского профессионального образования и дополнительного профессионального образования;
- преподаватели дисциплин «охрана труда», «безопасность жизнедеятельности», «безопасность технологических процессов и производств»;
- специалисты служб охраны труда, работники, на которых работодателем возложены обязанности организации работы по охране труда, члены комитетов (комиссий) по охране труда, уполномоченные (доверенные) лица по охране труда профессиональных союзов и иных уполномоченных работниками представительных органов;
- специалисты органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, члены комиссий по проверке знаний требований охраны труда обучающих организаций;
- специалисты органов местного самоуправления в области охраны труда;
- члены комиссий по проверке знаний требований охраны труда организаций;
- организаторы и руководители производственной практики обучающихся;

•

2) в обучающих организациях Министерства труда и социального развития Российской Федерации;

• специалисты федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации в области охраны труда

Руководители и специалисты организации могут проходить обучение по охране труда и проверку знаний требований охраны труда в самой организации, имеющей комиссию по проверке знаний требований охраны труда.

Обучение по охране труда руководителей и специалистов проводится преподавателями образовательных учреждений, осуществляющими преподавание дисциплин «охрана труда», «безопасность жизнедеятельности», «безопасность технологических процессов и производств», руководителями и специалистами федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации в области охраны труда, органов государственного надзора и контроля, а также работниками служб охраны труда организаций, имеющими соответствующую квалификацию и опыт работы в области охраны труда.

6. Проверка знаний требований охраны труда

Проверку теоретических знаний требований охраны труда и практических навыков безопасной работы работников рабочих профессий проводят непосредственные руководители работ в объеме знаний требований правил и инструкций по охране труда.

Руководители и специалисты организаций проходят очередную проверку знаний требований охраны труда не реже одного раза в три года.

•

Внеочередная проверка знаний требований охраны труда работников организаций независимо от срока проведения предыдущей проверки проводится:

- при введении новых или внесении изменений и дополнений в действующие законодательные и иные нормативные правовые акты, содержащие требования охраны труда. При этом осуществляется проверка знаний только этих законодательных и нормативных правовых актов;
- при вводе в эксплуатацию нового оборудования и изменениях технологических процессов, требующих дополнительных знаний по охране труда работников. В этом случае осуществляется проверка знаний требований охраны труда, связанных с соответствующими изменениями;
- при назначении или переводе работников на другую работу, если новые обязанности требуют дополнительных знаний по охране труда (до начала исполнения ими своих должностных обязанностей);
- по требованию должностных лиц федеральной инспекции труда, других органов государственного надзора и контроля, а также федеральных органов исполнительной власти и органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации в области охраны труда, органов местного самоуправления, а также работодателя (или уполномоченного им лица) при установлении нарушений требований охраны труда и недостаточных знаний требований безопасности и охраны труда;
- после происшедших аварий и несчастных случаев, а также при выявлении неоднократных нарушений работниками организации требований нормативных правовых актов по охране труда;
- при перерыве в работе в данной должности более одного года.

Для проведения проверки знаний требований охраны труда работников в организациях приказом (распоряжением) работодателя (руководителя) создается комиссия по проверке знаний требований охраны труда в составе не менее трех человек, прошедших обучение по охране труда и проверку знаний требований охраны труда в установленном порядке. В работе

•

комиссии могут принимать участие представители выборного профсоюзного органа, представляющего интересы работников данной организации, в том числе уполномоченные (доверенные) лица по охране труда профессиональных союзов.

Результаты проверки знаний требований охраны труда работников организации оформляются протоколом по форме. Работнику, успешно прошедшему проверку знаний требований охраны труда, выдается удостоверение за подписью председателя комиссии по проверке знаний требований охраны труда, заверенное печатью организации, проводившей обучение по охране труда и проверку знаний требований охраны труда.

Работник, не прошедший проверки знаний требований охраны труда при обучении, обязан после этого пройти повторную проверку знаний в срок не позднее одного месяца.

Тесты к практической работе № 1

«Изучение правил проведения инструктажей»

1. Инструкции по охране труда разрабатываются и утверждаются:

А) комиссией по ОТ;

Б) работодателем одновластно;

В) работодателем с учетом мнения выборного органа профсоюзной организации.

2. Целевой инструктаж проводится:

А) при выполнении разовых работ;

Б) при нарушении работниками требований охраны труда;

В) при приеме на работу.

3. Каков порядок проведения первичного инструктажа на рабочем месте?

А) после длительного отсутствия работника;

.

Б) при выполнении работ повышенной опасности;

В) с учащимися и студентами перед изучением каждой новой темы, при проведении практических занятий в учебных лабораториях, классах, мастерских, при проведении занятий в кружках и секциях.

4. Кто и в какие сроки проводит вводный инструктаж по охране труда?

А) мастер или преподаватель, прошедшие в установленном порядке обучение и проверку знаний по охране труда перед началом учёбного года;

Б) специалист по охране труда до начала производственной деятельности;

В) руководитель структурного подразделения в течение месяца после приёма работника в организацию.

5. Каков порядок проведения первичного инструктажа на рабочем месте?

А) Проводится индивидуально или в группе лиц, обслуживающих однотипное оборудование, или в пределах общего рабочего места с показом безопасных приемов и методов труда. Завершается устной проверкой приобретенных знаний и навыков.

Б) Проводится по программам вводного инструктажа.

В) При выполнении работ повышенной опасности с записью в нарядедопуске.

6. Когда проводятся повторные инструктажи по охране труда? А) Не реже одного раза в квартал.

Б) Не реже одного раза в 6 мес.

В) Не реже одного раза в год.

7. Когда проводятся целевые инструктажи по охране труда? А) При нарушении работником требований охраны труда.

Б) При выполнении разовых работ, ликвидации последствий аварий, стихийных бедствий.

.

В) При выполнении работ повышенной опасности.

Г) Во всех вышеперечисленных случаях.

8. В каких случаях проводится внеплановый инструктаж, где он фиксируется?

А) При приеме на работу с записью в личную карточку.

Б) При введении новых правил, инструкций по охране труда; при изменении технологического процесса; при перерывах в работе более 2 мес., а для работ с вредными условиями труда – более 30 дней; при несчастном случае на производстве.

В) При выполнении работ повышенной опасности с записью в нарядедопуске.

9. Кто и в какие сроки проводит проверку и пересмотр инструкций по охране труда для работников организации?

А) Руководитель подразделения – не реже 1 раза в 5 лет.

Б) Служба охраны труда – не реже 1 раза в 3 года.

В) Работник – ежегодно.

10. На основе каких документов разрабатываются инструкции по охране труда для работника при отсутствии межотраслевой и отраслевой типовой инструкции по охране труда:

А) Технической документации, требований безопасности, изложенных в эксплуатационной и ремонтной документации организаций – изготовителей оборудования.

Б) Межотраслевых или отраслевых правил по охране труда.

В) В соответствии с ответами «а» и «б».

11. Кто и в какие сроки проводит первичный инструктаж на рабочем месте?

А) Непосредственный руководитель работ, прошедший в установленном порядке обучение и проверку знаний по охране труда, проводит инструктаж работникам до начала их самостоятельной работы.

.

Б) Специалист по охране труда проводит инструктаж до начала производственной деятельности работника.

В) Лицо, назначенное распоряжением работодателя, проводит инструктаж в течение месяца после приема работника в организацию.

12. Кто утверждает перечень профессий и должностей работников, освобожденных от прохождения

первичного инструктажа на рабочем месте?

А) Работодатель.

Б) Профсоюзная организации.

В) Органы местного самоуправления.

Г) Федеральные органы исполнительной власти.

13. В каких случаях проводится целевой инструктаж, где он фиксируется?

А) При приеме на работу с записью в личную карточку.

Б) При введении новых правил и инструкций по охране труда; при изменении технологического процесса; при перерывах в работе более 2 мес, при несчастном случае на производстве. Фиксируется в журнале регистрации инструктажа на рабочем месте.

В) При выполнении работ повышенной опасности с записью в нарядедопуске.

14. Где хранятся действующие в структурном подразделении инструкции по охране труда для работников, а также перечень этих инструкций?

А) Перечень вывешивается на доступном месте, инструкции хранятся на соответствующих рабочих местах.

Б) Каждый работник хранит свою инструкцию, перечень – руководитель структурного подразделения.

.

В) Перечень хранится у руководителя структурного подразделения, он же определяет местонахождение действующих в подразделении инструкций с учетом доступности и удобства ознакомления с ними.

15. Руководители и работники проходят проверку знаний требований охраны труда:

А) ежегодно;

Б) не реже одного раза в три года;

В) не реже одного раза в пять лет.

16. Когда работодатель обязан отстранить работника от работы?

А) нарушение работником требований охраны труда,

Б) работник не прошёл обучение и проверку знаний по охране труда;

В) однократное нарушение

17. Кто несет ответственность за организацию и своевременность обучения по охране труда и проверку знаний по охране труда работников организации?

А) Служба охраны труда.

Б) Работодатель.

В) Отдел кадров.

18. Как часто осуществляется проверка знаний по охране труда руководителей и специалистов организаций?

А) При поступлении на работу, далее – ежегодно.

Б) При поступлении на работу в течение первого месяца, далее – не реже 1 раза в три года.

В) Не реже 1 раза в пять лет.

19. Когда работодатель обязан отстранить от работы работника?

А) Работник не прошел обучение и проверку знаний по охране труда.

Б) Нарушение работником требований по охране труда, если нарушение создавало угрозу наступления тяжелых последствий.

В) Однократное грубое нарушение трудовых обязанностей.

Г) Во всех случаях.

•

20. Производственный инструктаж по характеру и времени проведения подразделяется:

А) вводный, первичный на рабочем месте, повторный, внеплановый и текущий.

Б) первичный на рабочем месте, повторный, внеплановый и текущий.

В) повторный, внеплановый и текущий.

ОТВЕТЫ НА ТЕСТОВЫЕ ВОПРОСЫ

К практической работе 4

№ вопроса	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*
Ответ	**В**	**А**	**В**	**Б**	**А**	**Б**	**Г**	**Б**	**А**	**В**
№ вопроса	*11*	*12*	*13*	*14*	*15*	*16*	*17*	*18*	*19*	*20*
Ответ	**А**	**А**	**Б**	**В**	**Б**	**Б**	**Б**	**Б**	**А**	**А**

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

Тема: **«Изучение средств коллективной и индивидуальной защиты от опасностей на предприятиях»**

Цель: Закрепление теоретических знаний по изучению видов и характеристик средств индивидуальной и коллективной защиты Студент должен знать:

- основные термины, нормативные документы средств защиты работающих;
- основные виды и характеристики средств коллективной защиты (СКЗ);
- основные виды и характеристики средств индивидуальной защиты

•

(СИЗ);

Уметь:

- выбирать и применять средства защиты на предприятии

Содержание работы

1. Общая характеристика средств защиты работающих.
2. Изучение средств индивидуальной защиты.
3. Изучение средств коллективной защиты.
4. Оформление отчета.
5. Ответить на тестовые вопросы по теме

Порядок выполнения практической работы:

1. Изучить тему 1. Общая характеристика средств защиты работающих

Задание 1. Записать основные термины и документы по средствам защиты работающих

2. Изучить тему 2: Средства индивидуальной защиты работающих.

Задание 2. Оформить таблицу «Характеристика СКЗ»

3. Изучить тему 3. Средства коллективной защиты работающих

Задание 3. Ответить на тестовые вопросы.

4. Оформление отчета.
5. Ответить на тестовые вопросы по теме.

Используемая литература

1. Конституция Российской Федерации.
2. Трудовой кодекс Российской Федерации.
3. Система стандартов безопасности труда (ССБТ).
4. Девисилов, В.А. Охрана труда: учебник для студ. СПО / В.А. Девисилов. - 5-е изд., перераб. и доп. - М.: ФОРУМ, 2010. - 512 с.: ил.
5. Графкина, М.В. Охрана труда и производственная безопасность: учеб. – М.: ТК Велби, Изд-во Проспект, 2007. – 424 с.
6. Попов, Ю.П. Охрана труда: учеб. пособие / Ю.П. Попов. - 2-е изд., стер.2-е изд., стер. - М.: КНОРУС, 2009. - 224 с. - (Среднее профессиональное образование).

•

7. Басаков М.И. Охрана труда (безопасность жизнедеятельности в условиях производства): учеб.-практич. пособие / М.И. Басаков. - М.: МарТ, 2003. - 400 с.
8. Охрана труда. Правовое регулирование. Практика. Основные документы. Под общей редакцией Ю.Л.Фадеева. – М.: Эксмо, 20012.

•

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для выполнения практической работы № 2 «Изучение средств коллективной и индивидуальной защиты от опасностей на предприятиях»

1. Общая характеристика средств защиты работающих

Применение средств индивидуальной защиты (СИЗ) и средств коллективной защиты (СКЗ) является одной из мер предупреждения неблагоприятного воздействия опасных и вредных производственных факторов на работающих.

Средства индивидуальной (СИЗ) и коллективной (СКЗ) защиты работников — технические средства, используемые для предотвращения или уменьшения воздействия на работников вредных и (или) опасных производственных факторов, а также для защиты от загрязнения (ст. 209 ТК РФ).

При решении вопроса о снижении интенсивности воздействия этих факторов по возможности всегда следует отдавать предпочтение коллективным методам защиты перед индивидуальными.

Средства коллективной (СКЗ) защиты работников обеспечивают защиту всех работающих на предприятии или в организации рабочих и служащих.

Средства индивидуальной (СИЗ) обеспечивают защиту одного человека, непосредственно выполняющего работу.

Среди мероприятий, направленных на защиту работающих, применение СИЗ и СКЗ находятся на четвертом месте после:

- технологических, при которых устранение образования

вредностей происходит путем изменения технологического процесса;

-
- технических, при которых создаются препятствия выделению вредностей в производственную среду благодаря герметизации оборудования, механизации и автоматизации процессов и т.д.;
- санитарно-технических, при которых происходит удаление вредных факторов из производственной среды или ослабление их действия до допустимых уровней (вентиляция и др.).

Основные документы, регулирующие применение средства коллективной (СКЗ) защиты и порядок выдачи средств индивидуальной защиты (СИЗ) на предприятиях и в организациях:

- Трудовой кодекс Российской Федерации (ст. 209-212, 215, 219, 221);
- Федеральный закон от 17.07.1999 г. № 181 «Об основах охраны труда в Российской Федерации» (ст. 4, п. 1; ст. 8; ст. 9, п. 5; ст. 14, п. 2; ст. 17, пп. 1 и 2; ст. 20, п. 3);
- Федеральный закон от 30.03.99 г. № 53 «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (ст. 25, п. 2; ст. 39, п. 3; ст. 55, п. 1);
- постановление Минтруда и социального развития РФ «О проведении аттестации рабочих мест по условиям труда» № 12 от 14.03.1997 г. (п. 3.3 и приложение 7);
- Федеральный закон от 17.12.1999 г. № 212 «О защите прав потребителей»;
- постановление Минтруда РФ от 18.12.1998 г. № 51 «Об утверждении правил обеспечения работников специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты» с изменениями № 39 от 29.10.1999 г. и № 7 от 03.02.2004 г.;
- типовые отраслевые нормы бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты для

•

различных отраслей промышленности и производства, утвержденные постановлениями

Минтруда и социального развития РФ № 61 от 08.12.1997 г., № 63 от 16.12.1997 г., № 66 от 25.12.1997 г., № 67 от 26.12.1997 г. и № 68 от 29.12.1997 г.

• типовые нормы бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам сквозных профессий и должностей всех отраслей экономики, утвержденные постановлением Минтруда России № 69 от 30.12.1997 г.;

• нормы бесплатной выдачи работникам теплой специальной одежды и теплой специальной обуви по климатическим поясам, единым для всех отраслей экономики, утвержденные постановлением Минтруда Росси № 70 от

31.12.1997 г.; ГОСТ 12.4.0011-89 «Средства защиты работающих. Общие требования и классификация внутренних норм выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты» и др

2. Средства индивидуальной защиты работающих

При аварийных, ремонтных и других эпизодически проводимых работах индивидуальную защиту персонала следует рассматривать в большинстве случаев как одно из основных мероприятий в системе организации безопасности проведения работ.

Целью применения любого СИЗ является снижение до допустимых уровней или полное предотвращение влияния на организм вредных производственных факторов. При этом отрицательное влияние СИЗ на жизненно важные функциональные системы организма и трудовой процесс должно быть сведено к минимуму.

Таблица

.

Средства индивидуальной защиты в зависимости от назначения

№ п/п	СИЗ	Наименования
1	Костюмы изолирующие	Скафандры, пневмокостюмы;. гидроизолирующие костюмы;
2	Средства защиты органов дыхания	противогазы; респираторы; самоспасатели; пневмошлемы; пневмомаски; пневмокуртки
3	Одежда специальная защитная	тулупы, пальто; полупальто, полушубки; накидки; плащи, полуплащи; халаты; костюмы; куртки, рубашки; брюки, шорты; комбинезоны, полукомбинезоны; жилеты; платья, сарафаны; блузы, юбки; фартуки; наплечники.
4	Средства защиты ног	сапоги; сапоги с удлиненным голенищем; сапоги с укороченным голенищем; полусапоги; ботинки; полуботинки; берцы, туфли; бахилы; галоши; боты; тапочки (сандалии); унты, чувяки; щитки, ботфорты, наколенники, портянки.
5	Средства защиты рук	рукавицы; перчатки; полуперчатки; напальчники; наладонники; напульсники; нарукавники, налокотники.
6	Средства защиты головы	каски защитные; шлемы, подшлемники; шапки, береты, шляпы, колпаки, косынки, накомарники.
7	Средства защиты лица	щитки защитные лицевые.
8	Средства защиты глаз	очки защитные.
9	Средства защиты органа слуха	противошумные шлемы; противошумные вкладыши; противошумные наушники.
10	Средства защиты от падения с высоты и другие предохранительные средства	предохранительные пояса, тросы; ручные захваты, парашюты, манипуляторы; наколенники, налокотники, наплечники.
11	Средства дерматологические защитные	защитные средства (защиты кожи); очистители кожи
12	Средства защиты комплексные	

Спецодежда это одна часть из всех средств индивидуальной защиты (СИЗ). Спецодежда, как и другие средства индивидуальной защиты, востребована и применима во многих областях производства. К такой профессиональной деятельности относят деятельность строителей, монтажников, химическое производство, тяжелое машиностроение,

•

производство лекарственных препаратов, металлургию, пищевую промышленность и другие.

Основная функция спецодежды - обеспечение достаточного уровня безопасности труда, в том числе защита от различных механических повреждений. Однако, кроме основной функции, спецодежда выполняет также несколько дополнительных. К ним можно отнести немаловажную для работы предприятия рекламную или маркетинговую функцию.

Спецодежда играет важную роль в деле процветания предприятия и определенного психологического настроя, в сплочении коллектива и повышении производительности труда.

Именно поэтому рабочая обувь и рабочий костюм, а также другие виды спецодежды должны подбираться не только из расчета практичности и безопасности, но и с точки зрения брендовости. Как правило на спецодежду наносят логотип компании, и зачастую слоган.

Спецодежда – это разработанная по специальной технологии одежда, которая предназначена для защиты работника от негативных воздействий производственного процесса или окружающей среды. К спецодежде можно отнести рабочий костюм и специальную обувь, рабочие рукавицы и респиратор, перчатки или головные уборы. Спецодежда должна обеспечивать определенный уровень защиты, например, быть водоотталкивающей, жаронепроницаемой, гигиенической (для медперсонала), антистатической и тому подобное.

Общие требования к средствам индивидуальной защиты

- Средства защиты работающих должны обеспечивать предотвращение или уменьшение действия опасных и вредных производственных факторов.
- Средства защиты не должны быть источником опасных и вредных производственных факторов.

•

• Средства защиты должны отвечать требованиям технической эстетики и эргономики.

• Выбор конкретного типа средства защиты работающих должен осуществляться с учетом требований безопасности для данного процесса или вида работ*.

** Виды средств защиты в зависимости от конкретного опасного и вредного фактора или от конструктивных особенностей подразделяют на типы.*

• Средства индивидуальной защиты следует применять в тех случаях, когда безопасность работ не может быть обеспечена конструкцией оборудования,организацией производственных процессов, архитектурнопланировочными решениями и средствами коллективной защиты.

• Средства индивидуальной защиты не должны изменять своих свойств при их стирке,химчистке и обеззараживании. Они должны изготавливаться из материалов, разрешенных к применению, обеспечивать высокую степень защитной эффективности и удобство при эксплуатации, отвечать требованиям технической эстетики и эргономики, СИЗ не могут быть источником опасных и вредных производственных факторов, оказывать токсическое и аллергическое воздействие на организм работника.

• Средства индивидуальной защиты должны подвергаться оценке по защитным, физиолого-гигиеническим и эксплуатационным показателям.

• Требования к маркировке средств индивидуальной защиты должны соответствовать ГОСТ 12.4.115 и стандартам на маркировку на конкретные виды средств индивидуальной защиты.

• Средства индивидуальной защиты должны иметь инструкцию с указанием назначения и срока службы изделия, правил его эксплуатации и хранения.

•

• Средства коллективной защиты работающих конструктивно должны быть соединены с производственным оборудованием или его элементами управления таким образом,чтобы, в случае необходимости, возникло принудительное действие средства защиты. Допускается использовать средства коллективной защиты в качестве элементов управления для включения и выключения производственного оборудования.

• Средства коллективной защиты работающих должны быть расположены на производственном оборудовании или на рабочем месте таким образом, чтобы постоянно обеспечивалась возможность контроля его работы, а также безопасного ухода и ремонта.

Обязанности работодателя по обеспечению работников спецодеждой, спецобувью и другими средствами индивидуальной защиты

Обеспечение работников СИЗ за счет средств работодателя - одно из главных направлений государственной политики по охране труда («Правила обеспечения работников специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты», постановление Минтруда России № 51 от 18.12.1998 г.; Трудовой кодекс РФ, ст. 212, 219).

Работодатель обязан обеспечивать:

• приобретение и выдачу СИЗ за счет собственных средств;

• надлежащий уход за средствами индивидуальной защиты и их хранение: химчистку, стирку, ремонт, дегазацию, дезактивацию, обезвреживание и обеспыливание специальной одежды, а также ремонт, дегазацию, дезактивацию и обезвреживание специальной обуви и других средств индивидуальной защиты;

• обязательное использование работниками выданных им средств индивидуальной защиты;

•

• проведение инструктажа работников по правилам пользования респираторами, противогазами, самоспасателями, предохранительными поясами, касками и др.

Сертификация средств индивидуальной защиты

Правовой основой работ по сертификации средств индивидуальной защиты (СИЗ) является Постановление Государственного Комитета Российской Федерации по Стандартизации и Метрологии от 19.06.2000 года №34. Об утверждении и введении в действие "Правил проведения сертификации средств индивидуальной защиты"

Сертификация - это подтверждение того, что продукция соответствует требованиям, установленным нормативной документацией. Все средства индивидуальной защиты должны иметь сертификат соответствия на основании положительных результатов испытаний, проведенных в аккредитованных испытательных лабораториях.

К проведению работ по обязательной сертификации допускаются только те организации, которые имеют лицензию на их проведение и не являются ни изготовителями, ни потребителями этой продукции.

Подлинный обязательный сертификат должен быть на желтой бумаге с водяными знаками. Каждый бланк имеет индивидуальный номер красного цвета.

3. Средства коллективной защиты работающих

Таблица 3.

.

№ п/п	Классы СКЗ	Группы СКЗ
1	Средства нормализации воздушной среды производственных помещений и рабочих мест	- поддержания нормируемой величины барометрического давления; - вентиляции и очистки воздуха; - кондиционирования воздуха; - локализации вредных факторов; - отопления; - автоматического контроля и сигнализации; - дезодорации воздуха.
2	Средствам нормализации освещения производственных помещений и рабочих мест	- источники света; - осветительные приборы; - световые проемы; - светозащитные устройства; - светофильтры.
3	Средствам защиты от повышенного уровня ионизирующих излучений относятся:	- оградительные устройства; - предупредительные устройства; - герметизирующие устройства; - защитные покрытия; - устройства улавливания и очистки воздуха и жидкостей - средства дезактивации; - устройства автоматического контроля; - устройства дистанционного управления; - средства защиты при транспортировании и временном хранении радиоактивных веществ; - емкости радиоактивных отходов, - знаки безопасности;
4	Средства защиты от повышенного уровня инфракрасных излучений относятся устройства:	- оградительные; - герметизирующие; - теплоизолирующие; - вентиляционные; - автоматического контроля и сигнализации; - дистанционного управления; - знаки безопасности.
5	Средства защиты от повышенного или пониженного уровня ультрафиолетовых излучений относятся устройства:	- оградительные; - для вентиляции воздуха; - автоматического контроля и сигнализации; - дистанционного управления; - знаки безопасности.
6	Средства защиты от повышенного уровня электромагнитных излучений относятся:	- оградительные устройства; - защитные покрытия; - герметизирующие устройства;

		- устройства автоматического контроля и сигнализации; - устройства дистанционного управления; - знаки безопасности.
7	Средства защиты от повышенной напряженности магнитных и электрических полей относятся:	- оградительные устройства; - защитные заземления; - изолирующие устройства и покрытия; - знаки безопасности.

8	Средства защиты от повышенного уровня лазерного излучения относятся:	- оградительные устройства; - устройства автоматического контроля и сигнализации; - устройства дистанционного управления;
9	Средства защиты от повышенного уровня шума относятся устройства:	- оградительные; - звукоизолирующие, звукопоглощающие; - глушители шума; - автоматического контроля и сигнализации; - дистанционного управления.
10	Средства защиты от повышенного уровня вибрации относятся устройства:	- оградительные; - виброизолирующие, виброгасящие и вибропоглощающие; - автоматического контроля и сигнализации; - дистанционного управления.
11	Средства защиты от повышенного уровня ультразвука относятся устройства:	- оградительные; - звукоизолирующие, звукопоглощающие; - автоматического контроля и сигнализации; - дистанционного управления.
12	Средства защиты от повышенного уровня инфразвуковых колебаний относятся:	- оградительные устройства; - знаки безопасности.
13	Средства защиты от поражения электрическим током относятся:	- оградительные устройства; - устройства автоматического контроля и сигнализации; - изолирующие устройства и покрытия; - устройства защитного заземления и зануления; - устройства автоматического отключения; - устройства выравнивания потенциалов и понижения напряжения; - устройства дистанционного управления; - предохранительные устройства; - молниеотводы и разрядники; - знаки безопасности.
14	Средства защиты от повышенного уровня статического электричества относятся:	- заземляющие устройства; - нейтрализаторы; - увлажняющие устройства; - антиэлектростатические вещества; - экранирующие устройства.
15	Средства защиты от пони-женных или повышенных температур поверхностей оборудования, материалов и заготовок относятся устройства:	- оградительные; - автоматического контроля и сигнализации; - термоизолирующие; - дистанционного управления.
16	Средства защиты от падения с высоты относятся:	- ограждения; - защитные сетки; - знаки безопасности

•

17	Средства защиты от повышенных или пониженных температур воздуха и температурных перепадов относятся устройства:	- оградительные; - автоматического контроля и сигнализации; - термоизолирующие; - дистанционного управления; - для радиационного обогрева и охлаждения
18	Средства защиты от воздействия механических факторов относятся	- оградительные; - автоматического контроля и сигнализации;

•

•

•

Классификация СКЗ

Виды СКЗ Характеристика	Принцип действия	Наименование, характеристика	Назначение
Оградительные устройства	Изоляция опасного фактора в недоступном для человека месте	А) Конструкция: кожухи, двери, крышки, барьеры, экраны, щиты, Б) Способ изготовления: сплошные, несплошные, прозрачные, комбинированные	Устанавливаются межд опасным производственным фактором и работающим.
Предохранительные устройства	Ликвидация опасного фактора в источнике его возникновения	А) Блокировочные устройства: (механические, электрические, электронные, электромагнитные, пневматические, гидравлические, оптические, магнитные),	Срабатывают при ошибочных действиях работающего
		Б) Ограничительные устройства: муфты, клапаны	Срабатывают пр нарушениях параметро технологического процесса или режим работы оборудования

•

Тормозные устройства	Удержание оборудования в неподвижном состоянии	А) по конструкции: колодочные, дисковые, конические, клиновые; Б) по способу срабатывания: ручные, ножные, автоматические, полуавтоматические; В) по назначению: рабочие, резервные, для длительного отключения, для экстренного торможения	Для остановки движенияв случае возникновения травмоопасной или аварийной ситуации
	устройства: .	- предохранительные; - дистанционного управления; - тормозные; - знаки безопасности	
19	Средства защиты от воздействия химических факторов относятся устройства:	- оградительные; - автоматического контроля и сигнализации; - герметизирующие; - для вентиляции и очистки воздуха; - для удаления токсичных веществ; - дистанционного управления;	
20	Средства защиты от воздействия биологических факторов относятся:	- оборудование и препараты для дезинфекции, дезинсекции, - стерилизации, дератизации; - оградительные устройства; - герметизирующие устройства; - устройства для вентиляции и очистки воздуха; - знаки безопасности.	

Таблица 3.

Характеристика СКЗ

•

Контроля и сигнализации	Привлечения внимания работающих при проявлении опасного фактора.	А) по назначению: информационные, предупреждающие, аварийные; Б) по характеру сигнала: звуковые, цветовые, световые, знаковые, комбинированные;	Для контроля, передачи и воспроизведения информации,

.

Дистанционного управления	Защита расстоянием	А) по принципу действия: механические, электрические, пневматические, гидравлические, комбинированные.	Для удаления работающего из опасной зоны
Цвета и знаки безопасности	Привлечения внимания работающих	А) сигнальные цвета: красный, желтый, синий, зеленый; Б) знаки безопасности: запрещающие, предупреждающие, предписывающие, указательные, пожарной безопасности, эвакуационные, медицинские.	Для привлечения внимания и дачи определенной информации

4. Изучение сигнальных цветов и знаков безопасности

Сигнальные цвета имеют определенное смысловое значение

Красный – указывает на запрещение, непосредственную опасность или средство пожаротушения.

Желтый – предупреждает о возможной опасности.

Зелёный – разрешает выполнение работы только при соблюдении определённых требований техники безопасности.

Синий – несёт информацию о местонахождении различных объектов и устройств.

Знаки безопасности

Запрещающие 1 - указывают работающим на недопустимость определенных действий (пользоваться открытым огнем, курить, входить, тушить водой и т. п.). Они имеют форму круга с красной каймой и наклонной красной полосой через белое поле, на которое нанесено черное символическое изображение.

Предупреждающие 2 - предостерегают о возможных потенциальных опасностях (взрыве, электрическом напряжении, падении и т.п.). Они имеют форму равностороннего треугольника с каймой черного цвета и желтым полем, на котором изображен символ черного цвета.

.

Указательные 3 - сообщают работающему о расположении средств пожарной защиты, пункта первой медицинской помощи, связи и т.п. Они имеют форму прямоугольника синего цвета, в верхней части которого расположен белый квадрат с символом или поясняющей надписью. Если последние относятся к пожарной безопасности, то они имеют красный цвет, а в остальных случаях — черный.

Предписывающие 4 - указывают работающему на необходимость соблюдения определенных правил личной безопасности (работать в защитной одежде, головном уборе, рукавицах, с предохранительным поясом и т.п.). Они имеют форму квадрата с зеленой каймой и белым полем, на котором расположен символ черного цвета.

Тест к практической работе № 2

«Изучение средств индивидуальной и коллективной защиты на АТП»

1. От чего защищают коллективные средства защиты?

а) от поражения электрическим током,

б) от повышенного уровня шума и вибрации,

в) от действия ОВ,

г) от повышенного уровня различных излучений,

д) все выше перечисленное

2. Что относится к индивидуальным средствам защиты органов дыхания?

а) пневмокостюмы,

б) противогаз,

в) медицинская аптечка,

г) очистители кожи.

д) самоспасатели.

3. К средствам коллективной защиты относятся:

а) оградительные устройства

.

б) средства дерматологические,

в) противогаз,

г) респиратор.

4. Что является подручным средством защиты органов дыхания

а) любая ткань, носовой платок,

б) противогаз,

в) ватно-марлевая повязка,

г) противопыльная тканевая маска.

5. Что относится к индивидуальным медицинским средствам защиты? а) респиратор,

б) ватно-марлевая повязка,

в) индивидуальная аптечка,

г) противогаз,

д) легкий защитный костюм.

6. Назовите группы СИЗ организма человека по характеру их воздействия:

а) средства защиты кожи,

б) средства защиты слизистых оболочек,

в) средства защиты органов дыхания,

г) химические средства защиты,

д) медицинские средства защиты.

7. Средства защиты по принципу защиты делятся на:

а) фильтрующие и изолирующие,

б) индивидуальные и коллективные,

в) индивидуальные и специальные.

8. Всегда ли следует работнику использовать средства индивидуальной защиты (СИЗ), выданные ему в соответствии с инструкцией по охране труда для выполнения работ?

.

а) работник обязан выполнять требования охраны труда, установленные

инструкциями по охране труда и правильно применять СИЗ.

б) работник вправе отказаться от применения СИЗ, которые снижают производительность труда.

в) работник имеет право отказаться от применения СИЗ, о чем он должен в письменной форме сообщить руководителю работ.

9. На каких видах работ работник должен обеспечиваться СИЗ?

а) На работах с вредными и опасными производственными факторами и на работах с особыми температурными условиями или связанными с загрязнением,

б) На работах с высоким классом профессионального риска,

в) На работах с ограничением труда женщин и подростков,

г) На работах с повышенной опасностью.

10. Напоминание в виде знаков безопасности это:

а) Организационно-технический вид защиты

б) Техническое средство защиты,

в) Метод защиты 21

11. Специальная одежда, специальная обувь, другие СИЗ учитываются:

а) В личной карточке учета выдачи СИЗ,

б) В ведомости выдачи СИЗ,

в) В расписке о получении СИЗ,

г) В журнале выдачи СИЗ.

12. К каким мероприятиям относится обеспечение работников мылом, смывающими и обезвреживающими средствами в соответствии с установленными нормами?

а) К техническим средствам защиты,

б) К организационным видам защиты,

.

в) К мероприятиям по обеспечению средствами индивидуальной защиты,

г) К лечебно-профилактическим и санитарно-бытовым мероприятиям.

13. Кому бесплатно выдается специальная одежда, специальная обувь и другие средства индивидуальной защиты?

а) Неэлектротехническому персоналу,

б) Работникам, работа, которых связана с воздействием ВОПФ и загрязнением,

в) Всем работникам,

г) Определяет руководитель.

14. Обязан ли работник компенсировать денежные средства, потраченные работодателем на приобретение средств индивидуальной защиты?

а) Да, в соответствии с трудовым договором;

б) Вопрос решается индивидуально по согласованию между работников
и работодателем;

в) Нет. Работник имеет право на обеспечение СИЗ за счет средств работодателя;

г) Обязан компенсировать в размере 50% от стоимости.

15. Технические средства защиты подразделяются на:

а) Средства индивидуальной защиты и виды защиты,

б) Средства индивидуальной защиты (СИЗ) и коллективной защиты (СКЗ),

в) Организационные виды защиты и знаки безопасности,

г) СИЗ, спецодежду и спецобувь.

16. Опасный фактор это:

а) Химическое соединение превышающее ПДК,

б) Напряженность труда,

.

в) Производственный фактор, воздействие которого на работающего в определенных условиях приводит к травме, резкому ухудшению здоровья или смерти,

г) Тяжесть труда.

17. Что можно применить для временного ограждения токоведущих частей электроустановок, оставшихся под напряжением?

а) Металлические щиты, ширмы, экраны

б) Щиты, ширмы экраны и т.п., изготовленные из изоляционных материалов

в) Изолирующие канаты

г) Деревянные лестницы

18. Какие средства индивидуальной защиты обязан применять электротехнический персонал при работе на электроустановке до 1000 В?

а) Инструмент с изолирующими рукоятками,

б) Респиратор,

в) Индивидуальные экранизирующие комплекты,

г) Противогаз.

19. Специальная одежда, специальная обувь и другие СИЗ, выдаваемые работающим с ВОПФ отражаются:

а) В личной карточке учета СИЗ, должностной инструкции, приказе руководителя и приложении к коллективному договору,

б) В приказе руководителя,

в) В коллективном договоре,

г) В журнале выдачи.

20. Системы защиты подразделяются:

а) На знаки безопасности, СИЗ и средства коллективной защиты

б) На организационные, организационно-технические виды защиты и технические средства защиты

в) На методы защиты и формы защиты

•

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3

Тема: «**Изучение основополагающих правовых документов по вопросам охраны труда»**

Цель: Закрепление теоретических знаний по изучению правовых и нормативных документов по охране труда.

Студент должен:

Знать:

- законы и иные нормативные правовые акты, содержащие государственные нормативные требования охраны труда, распространяющиеся на деятельность предприятий и организаций;

Уметь:

- применять на практике знание правовых и нормативных документов,
- использовать Трудовой кодекс РФ в вопросах безопасности труда;
- пользоваться межотраслевыми правилами и локальными инструкциями по охране труда.

Содержание работы

1. Знакомство с Конституцией РФ и Трудовым кодексом РФ.
2. Изучение раздела IV ТК РФ «Рабочее время».
3. . Изучение раздела V ТК РФ «Время отдыха».
4. Изучение особой охраны труда женщин и несовершеннолетних.
5. Знакомство с системой стандартов безопасности труда (ССБТ).
6. Оформление отчета.

Порядок выполнения практической работы:

1. Ознакомление с Конституцией РФ и с Трудовым кодексом РФ.

Задание 1. Записать в практическую работу определение Конституции РФ и постатейные гарантии прав работающих в области охраны труда.

.

Задание 2. Записать определение Трудового кодекса РФ и его содержание.

2. Изучение раздела IV ТК РФ «Рабочее время».

Задание 3. Записать в практическую работу тезисы по разделу IV.

3. Изучение раздела V ТК РФ «Время отдыха».

Задание 4. Записать в практическую работу тезисы по разделу V.

4.. Изучение особой охраны труда женщин (ТК РФ часть 4 гл.41 ст.253264).

Задание 5. Записать в практическую работу тезисы по главе 41.

5. Изучение охраны труда несовершеннолетних (ТК РФ часть 4 гл.42 ст.265-272).

Задание 6. Записать в практическую работу тезисы по главе 42.

6. Оформление отчета.

7. Ответить на тестовые вопросы по теме **Используемая литература**

1. Конституция Российской Федерации.
2. Трудовой кодекс Российской Федерации.
3. Система стандартов безопасности труда (ССБТ).
4. Девисилов В.А. Охрана труда: учебник для студ. СПО / В.А. Девисилов. - 5-е изд., перераб. и доп. - М.: ФОРУМ, 2010. - 512 с.: ил.
5. Графкина, М.В. Охрана труда и производственная безопасность: учеб. – М.: ТК Велби, Изд-во Проспект, 2007. – 424 с.
6. Попов, Ю.П. Охрана труда: учеб. пособие / Ю.П. Попов. - 2-е изд., стер.2-е изд., стер. - М.: КНОРУС, 2009. - 224 с. - (Среднее профессиональное образование).
7. Басаков М.И. Охрана труда (безопасность жизнедеятельности в условиях производства): учеб.-практич. пособие / М.И. Басаков. - М.: МарТ, 2003. - 400 с.
8. Охрана труда. Правовое регулирование. Практика. Основные документы. Под общей редакцией Ю.Л.Фадеева. – М.: Эксмо, 20012.

.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для выполнения практической работы № 3 Тема: «Изучение основополагающих правовых документов по вопросам ОТ»

1. Ознакомление с Конституцией РФ

Конституция Российской Федерации - основной Закон страны, который определяет основные права и свободы граждан в политической и социально-экономической жизни общества, служит основой для разработки законодательных и нормативных актов.

В Конституции РФ записано:

Гл.1 ст.7- охраняются труд и здоровье людей;

Гл.1 ст.37 - каждый имеет право на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены; - каждый имеет право на отдых;

Гл..1 ст.41 - каждый имеет право на охрану здоровья и медицинскую помощь;

Гл.1 ст. 42 – каждый имеет право на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию о ее состоянии и на возмещение ущерба, причиненного его здоровью экологическим правонарушением.

2. Знакомство с Трудовым кодексом РФ

Трудовой кодекс Российской Федерации (ТК РФ) - регулирует трудовые отношения людей и содержит всю законодательную базу по охране труда.

Трудовой кодекс РФ состоит из частей, разделов, глав и статей.

Часть 1.

Раздел I «Общие положения, основы трудового законодательства, трудовые отношения» (гл.1,2 ст.1-14, 15-22);

Часть 2

.

Раздел II «Социальное партнерство в сфере труда» (гл.3 - 8 ст. 23-28, 29-

34, 35, 36-39, 40-51, 52-53, 54-55);

Часть 3

Раздел III «Трудовой договор» (гл. 10 - 14 ст.56-62, 63-71, 72-76, 77-84, 85-90);

Раздел IV «Рабочее время» (гл.15,16 ст.91-99, 100-105);

Раздел V «Время отдыха» (гл.17,18,19 ст.106-107, 108-113, 114-128);

Раздел VI «Оплата и нормирование труда» (гл.20,21,22 ст.129-132, 133-158, 159-163);

Раздел VII «Гарантии и компенсации» (гл.23 - 28 ст.164-165, 166-169, 170-172, 173-177, 178-181, 182-188);

Раздел VIII «Трудовой распорядок. Дисциплина труда» (гл.29,30 ст.189-

190, 191-195);

Раздел IX «Профессиональная подготовка, переподготовка и повышение квалификации работников» (гл.31,32 ст.196-197,198-208);

Раздел X «Охрана труда» (гл.34,35,36 ст.209-210, 211-215, 216-218, 219-231);

Раздел XI «Материальная ответственность сторон трудового договора» (гл.37,38,39 ст.232-233, 234-237,238-250);

Часть 4

Раздел XII «Особенности регулирования труда отдельных категорий работников» (гл.40 - 55 ст.251-252, 253-264, 265-272, 273-281, 282-288, 289292, 293-296, 297-302, 303-3098, 310-31ё2, 313-327, 328-330, 331-336, 337-341,

342-348, 349-351);

Часть 5

Раздел XII «Защита трудовых прав и свобод, рассмотрение и разрешение трудовых споров, ответственность за нарушение трудового

•

законодательства т иных актов, содержащих нормы трудового права» (гл.5 - 62 ст.352, 353-369, 370-378, 379-380, 381-397, 398-418. 419);

Часть 6

Раздел XIV «Заключительные положения» (гл.63 ст.420-424).

3. Изучение раздела IV ТК РФ «Рабочее время»

Рабочее время – время, в течение которого работник в соответствии с правилами внутреннего трудового распорядка и условиями трудового договора должен исполнять трудовые обязанности.

Нормальная продолжительность рабочего времени не должна превышать 40 ч. в неделю.

Сокращенная продолжительность рабочего времени устанавливается:

- не более 24 ч в неделю для работников в возрасте до 16 лет;
- не более 35 ч в неделю для работников в возрасте от 16 до 18 лет;
- не более 35 ч в неделю для работников, являющимися инвалидами I или II группы;
- не более 36 ч в неделю для работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда.

Неполное рабочее время. Продолжительность ежедневной работы (смены) не может превышать:

- 5 ч для работников в возрасте от 15 до 16 лет;
- 7 ч для работников в возрасте от 16 до 18 лет;
- 8 ч при пятидневной рабочей неделе;
- 7 ч при шестидневной неделе.

Продолжительность рабочего дня или смены, накануне нерабочего праздничного дня, уменьшается на 1 час.

Работа в ночное время (с 22.00 до 6.00).

К работе в ночное время не допускаются: беременные женщины и работники до 18 лет.

•

Сменная работа – это работа в две, три или четыре смены.

Работа в течение двух смен подряд запрещена.

Междусменный непрерывный отдых должен превышать двойную продолжительность работ в предыдущую смену.

Сверхурочная работа не должна превышать 4 ч в течение двух дней подряд и 120 ч в год.

Режим рабочего времени предусматривает продолжительность рабочей недели

- 5-и дневная с двумя выходными днями;
- 6-и дневная с одним выходным днем;
- с предоставлением выходных дней по скользящему графику;
- неполная рабочая неделя;
- работа с ненормированным рабочим днем;
- режим гибкого рабочего времени.

4. Изучение раздела V ТК РФ «Время отдыха»

Время отдыха – это время, в течение которого работник свободен от исполнения трудовых обязанностей и которое он может использовать по своему усмотрению.

Виды времени отдыха:

- перерывы в течение рабочего дня (смены);
- ежедневный (междусменный) отдых;
- выходные дни (еженедельный непрерывный отдых);
- нерабочие праздничные дни;
- отпуска.

Перерывы в течение рабочего дня (смены) для отдыха и питания6

- в рабочее время не включается;
- может быть продолжительностью от30 мин до 2-х часов;

Нерабочие праздничные дни в России:

- 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 января – новогодние каникулы;
- 7 января – Рождество Христово;
- 23 февраля – День защитника отечества;
- 8 марта – Международный женский день;
- 1 мая – праздник весны и труда;
- 9 мая – День Победы;
- 12 июня – День России;
- 4 ноября – День народного единства.

Выходные дни:

- два выходных дня при 5-и дневной рабочей неделе;
- один выходной день при 6-и дневной рабочей неделе;
- еженедельный непрерывный отдых не менее 42 часов.

При совпадении выходного и нерабочего праздничного дней, выходной день переносится на следующий после праздничного, рабочий день.

Работа в выходные и нерабочие праздничные дни запрещается, за исключением следующих случаев:

- для предотвращения или устранения катастроф, аварий,

стихийных бедствий, несчастных случаев, уничтожения или порчи имущества;

- для выполнения работ в условиях чрезвычайного положения, в случае бедствий и в иных;
- случаях, ставящих под угрозу жизнь или жизненные условия населения.

Отпуска.

Ежегодный оплачиваемый отпуск гарантирован работникам не менее 28 рабочих дней в расчете на 6-дневную рабочую неделю. Право на использование отпуска за первый год работы возникает у работника по истечению 6 мес. непрерывной работы на данном предприятии, а за последующие годы –в любое время в соответствии с очередностью.

.

Отдельным категориям работающих предоставляется ежегодный дополнительный оплачиваемый отпуск.

5. Изучение охраны труда женщин (ТК РФ часть 4 гл.41 ст.253264).

В соответствии со ст. 19 Конституции РФ мужчина и женщина имеют равные права и свободы и одинаковые возможности для их реализации.

Однако физиологические особенности женщины и ее детородная функция учитываются при осуществлении трудовой деятельности.

Согласно Трудового Кодекса РФ все нормативные требования по организации труда женщин классифицируются на две группы:

1) распространяемые на всех женщин:

- ограничения применения труда в ночное время, на тяжелых работах, с вредными и опасными условиями труда, на подземных работах, согласно специального перечня. Здесь женщины могут выполнять только не физическую работу по санитарному и бытовому обслуживанию.
- запрещение применения труда на работах, с связанных с подъемом и перемещением вручную тяжестей превышающих предельно допустимые нормы. В случае подъема и перемещения тяжестей при чередовании с другой работой (до 2-х раз в час) -10 кг. Если подъем и перемещение тяжестей осуществляется постоянно в течение рабочей смены – 7 кг.
- на предприятиях должны быть созданы условия для санитарнобытового обслуживания женщин (комнаты личной гигиены, душевые и т.д.);

2) распространяемые на беременных женщин и матерей, имеющих малолетних детей:

- на период отпуска по родам и уходу за ребенком за женщиной сохраняется место работы (должность),

•

- запрещено увольнение по инициативе работодателя (за исключением ликвидации предприятия) беременных женщин и женщин, имеющих детей до 3-х лет, и одиноких матерей, при наличии у них детей до 14 лет или ребенкаинвалида в возрасте до 16 лет;
- беременным женщинам снижаются нормы выработки, нормы обслуживания, либо они переводятся на другую работу, исключающую воздействие ОВПФ;
- беременным женщинам предоставляются отпуска по беременности и родам, а также отпуск по уходу за ребенком до достижения им трех лет;
- работающим женщинам, имеющим детей до 1,5 лет, предоставляется дополнительный перерыв для кормления ребенка;
- запрещение направления в служебные командировки, привлечение к сверхурочной работе, работе в ночное время, выходные и нерабочие дни беременных женщин;
- не допускается расторжение трудового договора

6. Изучение охраны труда несовершеннолетних (ТК РФ часть 4 гл.42 ст.265-272)

Несовершеннолетние – лица, не достигшие 18 лет, в трудовых отношениях приравниваются в правах с совершеннолетними.

Согласно Трудового Кодекса РФ, особенности регулирования труда несовершеннолетних включают в себя:

- запрещается применение труда лиц в возрасте до 18 лет на работах
- с вредными и (или) опасными условиями труда,
- на подземных работах,
- по совместительству,
- в ночное время,

•

• выполняемым вахтовым методом,

• связанных с производством , хранением и торговлей спиртными напитками,

• связанных с обслуживанием материальных ценностей,

• а также на работах, выполнение которых может причинить вред их здоровью и нравственному развитию;

• запрещается переноска и передвижение тяжестей превышающие предельно допустимые нормы;

• прием на работу осуществляется только после предварительного обязательного медицинского осмотра, за счет работодателя;

• предоставление ежегодного оплачиваемого отпуска продолжительностью 31 календарный день, в удобное для них время;

• запрещение направления в служебные командировки, привлечение к сверхурочной работе, работе в ночное время, выходные и нерабочие дни;

• запрещается расторжение трудового договора по инициативе работодателя с несовершеннолетними (за исключением ликвидации предприятия) без согласия Государственной инспекции труда и комиссии по делам несовершеннолетних и защите их прав;

• нормы выработки устанавливаются исходя из общих нормативов, пропорционально установленной продолжительности рабочего времени;

• оплата труда производится с учетом сокращенной продолжительности рабочего времени.

7. Оформление отчета

Проанализировать и сделать выводы по изученному материалу на предмет новизны, ценности и полезности информации.

Знакомство с системой стандартов безопасности труда (ССБТ).

Одним из важнейших нормативных документов по охране труда является Система стандартов безопасности труда (ССБТ).

.

ССБТ – это комплекс взаимосвязанных государственных стандартов, направленных на обеспечение безопасности труда, снижению производственного травматизма и профессиональных заболеваний. Использование государственных стандартов ССБТ на производстве обязательно.

Стандарты системы безопасности труда (ССБТ) относятся к нормативно-техническим документам высшего качества и действуют на уровне законов. Они подлежат обязательному пересмотру каждые 5 лет с целью внесения изменений, обусловленных развитием техники и технологии. При отсутствии корректировок действия стандарта продлеваются.

Применяют 3 вида стандартов безопасности труда: государственные (ГОСТ ССБТ), отраслевые (ОСТ ССБТ), стандарты предприятий (СТП БТ).

Стандарты ССБТ подразделяются на подсистемы, имеющие шифры 0— 9, входящие в сокращенное обозначение каждого стандарта из четырех знаков. На первом месте значится обозначение системы — для ССБТ это число 12. Второй знак — шифр подсистемы. Третий знак — порядковый номер

стандарта в подсистеме, состоящий из числа от 001 до 100. Четвертый знак — двухзначное число, означающее год утверждения или пересмотра данного стандарта.

Например,: ГОСТ 12.0.002-80 «ССБТ. Термины и определения». Здесь число 12 означает систему ССБТ, 0 — шифр подсистемы «Организационнометодические стандарты», число 002 — порядковый номер в данной подсистеме, число 80—1980 г., год утверждения стандарта.

Шифры подсистемы подразделяются следующим образом:

Подсистема 0 — «Организационно-методические стандарты основ построения системы» устанавливает:

- цели, задачи, область распространения, структуру ССБТ, терминологию в области охраны труда, - классификацию опасных и вредных производственных факторов (ОВПФ),

•

- порядок обучения рабочих и служащих безопасности труда;

Подсистема 1 — «Государственные стандарты требований и норм по видам опасных и вредных производственных факторов» устанавливает:

- характеристики опасных и вредных производственных факторов (вид, характер действия, предельно допустимые значения, методы контроля),
- требования безопасности при работе с веществами, обладающими опасными и вредными свойствами.

Подсистема 2 —«Стандарты требований безопасности к производственному оборудованию» устанавливает:

- общие требования безопасности к производственному оборудованию,
- требований безопасности к отдельным группам оборудования,
- экономические нормы и требования,
- методы контроля по выполнению требований безопасности.

Подсистема 3 — «Стандарты требований безопасности к производственным процессам» устанавливает:

- общие требования безопасности к производственным процессам,
- требования безопасности к отдельным группам технологических процессов,
- требования безопасности к размещению оборудования, организации рабочих мест, исходным материалам, сырью и т.п.

Подсистема 4 —-«Стандарты требований к средствам защиты работающих» устанавливает:

- классификацию средств защиты работающих,
- требования к конструктивным, эксплуатационным, защитным, гигиеническим показателям отдельных классов и видов средств защиты,
- методы оценки контроля средств защиты работающих.

.

Подсистема 5 — «Стандарты требований безопасности к зданиям, сооружениям и строительным объектам».

Подсистема б— 9 — резерв.

Ниже приведено несколько примеров обозначений стандартов различных подсистем.

ГОСТ 12.1.028-80 «ССБТ. Шум. Определение шумовых характеристик источников шума. Ориентировочный метод». где

1 — шифр подсистемы «Стандарты требований и норм по видам опасных и вредных производственных факторов», 028 — порядковый номер в данной подсистеме, 80 — год утверждения.

ГОСТ 12.2.062-81 «ССБТ. Оборудование производственное. Ограждения защитные», где

2 — шифр подсистемы «Стандарты требований безопасности к производственному оборудованию»,

062 — порядковый номер в данной подсистеме,

81 — год утверждения стандарта.

ГОСТ 12.3.025-80 «ССБТ. Обработка металлов резанием. Требования безопасности», где

3 —шифр подсистемы «Стандарты требований безопасности к производственным процессам»,

025 — порядковый номер в данной подсистеме,

80 — год утверждения стандарта (1980).

ГОСТ 12.4.100-80 «ССБТ. Комбинезоны мужские для защиты от нетоксичных веществ, механических повреждений и общих производственных загрязнений. Технические условия», где

4 — шифр подсистемы «Требования к средствам защиты работающих»,

100 — порядковый номер в данной подсистеме,

80 — год утверждения стандарта.

.

ГОСТ 1.0-68 устанавливает стандарт предприятия (СТП), который обязателен только для предприятия утвердивший данный стандарт. Такие стандарты не подлежат государственной регистрации.

Все правила и нормы по охране труда должны отвечать требованиям стандартов ССБТ.

Тестовые вопросы по практической работе № 3

«Изучение основополагающих правовых документов по вопросам охраны труда»

1. Какое определение понятия «охрана труда» будет верным?

А) Охрана труда – система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социальноэкономические, организационно- технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и другие мероприятия.

Б) Охрана труда – совокупность факторов производственной среды и трудового процесса, оказывающих влияние на работоспособность и здоровье людей.

В) Охрана труда – это техника безопасности и гигиена труда.

2. Выберите из предложенного списка основополагающие документы по охране труда:

А) Конституция РФ;

Е) Закон Свердловской области

Б) ГОСТ Р ССБТ;

Ж) Федеральные законы;

В) Приказ МЧС РФ;

З) Приказ Министерства;

Г) Трудовой Кодекс РФ;

И) Уголовный кодекс РФ;

.

Д) Строительные нормы и правила (СНиП)

К) Постановление Правительства.

3. Локальные нормативные акты требований охраны труда

разрабатывают сроком на:

А) 1 год;

Б) 3 года;

В) 5 лет;

Г) 10 лет.

4. Выберите из предложенного списка подзаконные документы по охране труда:

А) Постановление Правительства;

Б) Гражданский кодекс РФ;

В) Указ Президента;

Г) Конституция РФ;

Д) Санитарные правила и нормы (СанПин); К) ГОСТ Р ССБТ;+)

Е) Межотраслевые правила (ПОТ РМ).

Ж) Закон Краснодарского края;

З) Приказ Минздравсоцразвития;

И) Трудовой Кодекс РФ;

5. Государственные нормативные требования охраны труда

разрабатывают сроком на:

А) 1 год;

Б) 3 года;

В) 5 лет;

Г) 10 лет.

6. Выберите из предлагаемого перечня основные обязанности работодателя по обеспечению охраны труда:

А) соблюдение требований охраны труда;

.

Б) обучение безопасным методам и приёмам работ;

В) обеспечение условий труда, соответствующих требованиям охраны труда

Г) правильное применение средств индивидуальной и коллективной защиты;

Д) соблюдение законодательства РФ в области охраны труда.

7. Выберите из предлагаемого перечня основные обязанности работника по обеспечению охраны труда:

А) соблюдение требований охраны труда;

Б) ознакомление с требованиями охраны труда;

В) обучение безопасным методам и приёмам работ;

Г) обеспечение условий труда, соответствующих требованиям охраны труда;

Д) правильное применение средств индивидуальной и коллективной защиты.

8. Когда работодатель обязан отстранить от работы работника?

А) Работник не прошел обучение и проверку знаний по охране труда.

Б) Нарушение работником требований по охране труда, если нарушение создавало угрозу наступления тяжелых последствий.

В) Однократное грубое нарушение трудовых обязанностей.

Г) Во всех случаях.

9. О чем работник обязан немедленно известить своего руководителя? А) О любой ситуации, угрожающей жизни и здоровью людей.

Б) О каждом несчастном случае, происшедшем на производстве.

В) Об ухудшении состояния своего здоровья.

Г) Обо всем перечисленном.

10. В целях самозащиты трудовых прав работник может отказаться от выполнения работы

А) Если есть угроза его жизни и здоровью.

Б) Не предусмотренной трудовым договором.

.

В) Если не выданы средства индивидуальной защиты.

Г) Во всех вариантах.

11. Какова нормальная продолжительность рабочего времени в неделю? А) 36 часов. Б) 40 часов. В) 42 часа.

12. Какова продолжительность ежегодного основного оплачиваемого отпуска? По истечение какого срока работник может им воспользоваться в первый год работы в данной организации?

А) 24 рабочих дня, через 11 мес. после трудоустройства.

Б) 28 календарных дней, по истечение 6 мес. непрерывной работы в данной организации.

В) 31 календарный день, через 6 мес. после трудоустройства.

13. Обязан ли работник компенсировать денежные средства, потраченные работодателем на приобретение средств индивидуальной защиты?

А) Да, в соответствии с трудовым договором.

Б) Нет. Работник имеет право на обеспечение СИЗ за счет средств работодателя.

В) Вопрос решается индивидуально по согласованию между работников и работодателем.

14. На работу принимаются только после обязательного предварительного медицинского осмотра, осуществляемого за счет средств работодателя, работники в возрасте А) До 18 лет.

Б) До 21 года.

В) Ответы «а» и «б».

15. Какова продолжительность рабочего времени в неделю для несовершеннолетних?

А) 24 часов. Б) 36часов. В) 40 часа.

.

16. Кто несет ответственность за организацию и своевременность обучения по охране труда и проверку знаний по охране труда работников организации?

А) Служба охраны труда.

Б) Работодатель.

В) Отдел кадров.

17. Укажите организации, имеющие право осуществлять

предварительные и периодические медицинские осмотры работников

А) Лечебно-профилактические организации, имеющие соответствующую лицензию и сертификат (вид деятельности – экспертиза трудоспособности, вид медосмотра – профилактический, периодический).

Б) Любые лечебно-профилактические организации независимо от формы собственности.

В) Территориальный центр Госсанэпиднадзора.

18. Как определяется список лиц, подлежащих медицинским осмотрам?

А) Территориальный центр Госсанэпиднадзора совместно с администрацией организации ежегодно определяет контингент лиц, подлежащих медицинским осмотрам, в соответствии с

которым

администрация организации составляет поименный список.

Б) Поименный список работников, подлежащих медицинским осмотрам, согласовывается с территориальным центром Госсанэпиднадзора и заверяется не позднее 1 декабря предшествующего года. В) Варианты «а» и «б».

19. За счет каких средств работники, занятые на работах, связанных с движением транспорта, проходят обязательные предварительные и периодические медосмотры?

А) За счет средств работодателя.

•

Б) За свой счет.

В) Предварительный медосмотр работники проходя за свой счет, периодический – за счет работодателя.

20. Допускается ли замена дополнительного отпуска за работу во вредных условиях труда на денежную компенсацию?

А) Да. Б) Нет. 12

ОТВЕТЫ НА ТЕСТОВЫЕ ВОПРОСЫ К практической работе 3

№ *вопроса*	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*
Ответ	**А**	**А,Г,Е,Ж**	**В**	**А,Д,Е,З,К**	**В**	**Б,В,Д**	**А,В,Д**	**Г**	**Г**	**Г**
№ *вопроса*	*11*	*12*	*13*	*14*	*15*	*16*	*17*	*18*	*19*	*20*
Ответ	**Б**	**Б**	**Б**	**В**	**Б**	**Б**	**В**	**В**	**А**	**Б**

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4

Тема: **«Изучение порядка проведения расследования несчастного случая»**

Цель:

- Изучить методику расследования и учета несчастных случаев на производстве.
- Получить практические навыки расследования несчастных случаев на производстве. Студент должен Знать:
- опасные и вредные производственные факторы и соответствующие им риски, связанные с прошлыми, настоящими или планируемыми видами профессиональной деятельности;
- основные термины и нормативные документы по расследованию и учету несчастного случая на производстве,

•

• основные сведения об организации расследования НС на производстве,

Уметь:

• оформлять акт о несчастном случае на производстве формы Н-1

Содержание работы

1. Изучение материала о порядке проведения расследования несчастного случая.
2. Оформление отчета.
3. Ответы на тестовые вопросы.

Ход работы

1. Изучение темы 1. Общее представление о несчастном случае на производстве.

Задание 1. Записать основные термины, определения и нормативные документы по расследованию и учету несчастного случая на производстве,

2. Изучение темы 2. Порядок оформления акта формы Н-1 о несчастном случае на производстве.

Задание 2. Оформить акт о несчастном случае на производстве формы Н-

1.

3. Оформить отчет.
4. Ответить на тестовые вопросы.

Используемая литература

1. Конституция Российской Федерации.
2. Трудовой кодекс Российской Федерации.
3. Система стандартов безопасности труда (ССБТ).
4. Туревский И.С. Охрана труда на автомобильном транспорте. – М.:ИД «ФОРУМ»:

ИНФРА-М, 2012.

•

5. Графкина М.В. Охрана труда: Автомобильный транспорт. – М.:

Издательский центр

«Академия», 2014.

6. Охрана труда. Правовое регулирование. Практика. Основные документы.

Под общей редакцией Ю.Л.Фадеева. – М.: Эксмо, 20012.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для выполнения практической работы № 4 Тема: «Изучение порядка проведения расследования несчастного случая»

1. Общее представление о несчастном случае на производстве.

В соответствии с Федеральным законом от 24 июля 1998 года № 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний»,

Несчастный случай на производстве - *это событие, в результате которого застрахованное лицо получило увечье или иное повреждение здоровья при исполнении им обязанностей по трудовому договору и в иных установленных законом случаях как на территории страхователя, так и за ее пределами либо во время следования к месту работы или возвращения с места работы на транспорте, предоставленном страхователем, и которое повлекло необходимость перевода застрахованного на другую работу, временную или стойкую утрату им профессиональной трудоспособности либо его смерть.*

Расследованию в установленном порядке как несчастные случаи подлежат события, в результате которых пострадавшими были получены:

1) по пути на работу или с работы на транспорте нанимателя;

2) на территории предприятия или в ином месте работы в течении рабочего времени, включая установленный перерыв;

.

3) в течении времени, необходимого для приведения в порядок орудий производства, одежды перед началом или по окончании работы;

4) при аварии на производственных объектах, оборудовании;

5) с работником, который находился на сменном отдыхе на

транспортном средстве или на территории вахтенного поселка;

6) с работником, чья деятельность связанна с передвижением между объектами обслуживания, в рабочее время на общественном транспорте или на пути следования пешком, а также во время следования к месту работы по заданию нанимателя;

7) в рабочее время на личном транспорте при наличии распоряжения нанимателя на право использования его для служебных поездок или по поручению нанимателя;

8) в рабочее время из-за нанесения телесных повреждений другим лицом либо убийство работника при исполнении им трудовых обязанностей,
9) со студентами и учащимися при прохождении практики:

На несчастные случаи на производстве, вызвавшие у работников потерю трудоспособности на срок не менее одного дня или необходимость его перевода на другую работу на один день и более в соответствии с медицинским заключением, составляется акт по форме Н-1 в трех экземплярах.

О несчастном случае на производстве пострадавший или очевидец должен сообщить непосредственному руководителю, который обязан:

1) организовать первую помощь пострадавшему и его доставку в лечебное учреждение;

2) сообщить о случившемся руководителю подразделения (мастеру, прорабу);

.

3) сохранить до начала работы комиссии по расследованию обстановку и оборудование таким, каким оно было на момент происшествия, если это не угрожает жизни работников.

Руководители подразделения обязаны сообщить о случившемся руководителю предприятия, профсоюзу. Расследование должно быть проведено в срок не более 3 дней.

При расследовании:

1) Проводится обследование места, где произошел несчастный случай;

2) Организуется при необходимости фотографирование места несчастного случая, поврежденного объекта, проведение технических расчетов, лабораторных исследований;

3) Изучаются документы;

4) Устанавливаются обстоятельства, причины несчастного случая, лица, допустившие нарушение законодательства о труде.

Таблица

4. **Основные сведения об организации расследования НС на производстве**

№	Вопросы	Действия
1	В чем заключается необходимость квалифицированного расследования НС на производстве?	1. Знание условий и причин возникновения опасных факторов дает возможность разрабатывать меры не только по предупреждению повторного возникновения НС на данном рабочем месте, но и на других рабочих местах, служат основой планирования общегосударственной политики по сохранению жизни и здоровья трудящихся. 2. Формальным подтверждением факта НС на производстве является акт, составленный по форме Н-1. Акт формы Н-1 является юридическим документом для вступления в силу определенных законодательством прав пострадавшего и ответственности работодателя. 3. Качественное расследование исключает ошибки в определении ответственности руководителей в НС на производстве, степени вины пострадавшего, а
		следовательно, и суммы возмещения ущерба пострадавшему или в случае его смерти - родственникам.

•

2	Принципы расследования НС на производстве	1). Объективность и полнота расследования 2). Своевременность и быстрота расследования 3). Соответствие участников расследования квалификационным требованиям.
3	Дайте определение понятий: несчастный случай; несчастный случай на производстве, страховой НС	В соответствии с ГОСТ 12.0.002. - 2014 «ССБТ. Термины и определения» НС на производстве - это случай воздействия на работающего опасного производственного фактора при выполнении работающим трудовых обязанностей или заданий руководителя работ. Несчастные случаи многообразны: это - травма, в том числе нанесенная другими лицами; тепловой удар; ожог; обморожение; утопление; поражение электрическим током, молнией, излучением; укусы насекомых и пресмыкающихся; телесные повреждения, нанесенные животными; повреждения, полученные в результате взрывов, аварий, разрушения зданий, сооружений и конструкций, стихийных бедствий и иные повреждения здоровья, обусловленные воздействием на пострадавшего опасных факторов.
4	Какие НС на производстве подлежат расследованию и учету?	Расследованию и учету подлежат НС, если они произошли в течение рабочего времени (в том числе установленных перерывов), во время следования на рабочее место или с рабочего места, в течение времени, необходимого для приведения в порядок орудий производства, одежды и т.п. перед началом и по окончании работы, либо при выполнении работ за пределами нормальной продолжительности рабочего времени, в выходные и нерабочие праздничные дни.
5	Дайте перечень работников, НС с которыми подлежат расследованию и учету	К НС на производстве относятся также случаи, если они произошли с работником во время: - следования к месту служебной командировки и обратно; - при следовании на транспортном средстве в качестве сменщика во время междусменного отдыха; - во время служебных поездок на общественном транспорте, а также следовании по заданию работодателя (его представителя) к месту выполнения работ и обратно, в том числе пешком. Под местом происшествия понимается территория организации, другие объекты и площади, закрепленные за организацией на правах владения или аренды, либо в ином месте работы, нахождение в которых обусловлено трудовыми отношениями с работодателем или действиями в его интересах.

•

6	Факторы, являющие основанием для отнесения НС к числу НС на производстве	1. Воздействие на работающего производственного фактора. 2. Исполнение работником трудовых обязанностей и работы по заданию организации или работодателя - физического лица. 3. Осуществлении действий, совершаемых в интересах работодателя (его представителя) или направленных на предотвращение несчастных случаев, аварий, катастроф и
		иных ситуаций чрезвычайного характера 4. Фактор времени и места происшествия.

7	Какие НС, полученные на производстве, не относятся к НС на производстве?	1. Случай, происшедший с работником, когда он находился на предприятии в свободный от работы день или смену, выходной или праздничный день без надобности, в какихлибо личных целях. 2. Случай, происшедший с работником во время обеденного перерыва, например, при игре в волейбол. 3. Смерть наступившую вследствие общего заболевания или самоубийства, подтвержденную в установленном порядке учреждением здравоохранения и следственными органами; 4. Смерть, единственной причиной которой послужило (по заключению учреждения здравоохранения) алкогольное или наркотическое опьянение (отравление) работника, не связанное с нарушением технологического процесса, где используют технические спирты, ароматические, наркотические и другие аналогичные вещества. 5. НС, происшедший при совершении пострадавшим действий, квалифицированных правоохранительными органами как уголовное правонарушение (преступление)
8	Какие меры необходимо предпринять перед началом расследования?	1. Немедленно организовать первую доврачебную помощь пострадавшему и при необходимости доставку его в учреждение здравоохранения; 2. Сообщить работодателю или лицу им уполномоченному о происшедшем НС; 3. Принять меры по предотвращению развития аварийной ситуации и воздействия травмирующего фактора на других лиц; 4. Сохранить до начала расследования НС обстановку, какой она была на момент происшествия (если это не угрожает жизни и здоровью других людей и не приведет к аварии). В случае невозможности ее сохранения - зафиксировать сложившуюся обстановку, для чего составить протокол осмотра, схему (эскизы) места происшествия, сфотографировать или записать на видеопленку. 5. Указать точное расположение оборудования, пострадавшего до и после происшествия
9	Перечислите обязанности работодателя в расследовании НС на производстве	Работодатель за счет собственных средств обязан обеспечить: - выполнение технических расчетов, лабораторных исследований, испытаний, других экспертных работ и привлечение в этих целях специалистов-экспертов; - фотографирование места НС и поврежденных объектов, составление планов, эскизов, схем места происшествия; - предоставление транспорта, служебного помещения, средств связи, специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты, необходимых для проведения расследования

Продолжение табл.4

№	Вопросы	Действия

•

10	Перечислите обязанности комиссии, расследующей НС на производстве	Комиссия устанавливает обстоятельства и причины НС, квалифицирует НС, определяет круг лиц, допустивших нарушения требований безопасности труда, законодательных и иных нормативных правовых актов, определяет степень вины пострадавшего, предлагает меры по устранению причин и предупреждению НС на производстве. По каждому НС на производстве, вызвавшему необходимость перевода работника, в соответствии с медицинским заключением, на другую работу, потерю трудоспособности работником на срок не менее одного дня либо его смерть, оформляется акт о НС на производстве по форме Н_1 в двух экземплярах на русском языке либо на русском языке и государственном языке соответствующего субъекта РФ
11	Куда должен сообщать работодатель о групповом, тяжелом НС и НС со смертельным исходом?	Работодатель или уполномоченное им лицо, а также Физическое лицо в течение суток обязаны сообщить о НС, прошедшем в организации: - в соответствующую государственную инспекцию труда; - в прокуратуру по месту происшествия НС; - в орган исполнительной власти субъекта Российской Федерации; - в федеральный орган исполнительной власти по ведомственной принадлежности; - в организацию, направившую работника, с которым произошел НС; - в территориальные объединения организаций профсоюзов; - в территориальный орган государственного надзора, если НС произошел в организации (на объекте, подконтрольном этому органу); - страховщику по вопросам обязательного социального страхования от НС на производстве и профессиональных заболеваний.

•

12	Состав комиссии по расследованию групповых, тяжелых НС и НС со смертельным исходом	Комиссия в составе: - лица, входящие в состав комиссии по расследованию НС - государственный инспектор по охране труда; - представители органа исполнительной власти субъекта Российской Федерации или органа местного самоуправления (по согласованию); - представитель территориального объединения организации профсоюзов. По требованию пострадавшего (в случае смерти пострадавшего, его родственников) в расследовании НС может принимать участие его доверенное лицо. Председателем комиссии является главный инспектор по охране труда соответствующей государственной инспекции труда, При крупных авариях с человеческими жертвами 15 и более человек, расследование проводится комиссией, назначаемой Правительством Российской Федерации. Расследование группового НС на производстве, тяжелого НС на производстве и НС на производстве со смертельным исходом проводится комиссией в течение 15 дней.

Продолжение табл.4

№	Вопросы	Действия

•

13	Какие документы формирует и составляет комиссия по расследованию групповых, тяжелых НС и НС со смертельным исходом?	Комиссия формирует следующие документы: а) приказ (распоряжение) о создании комиссии по расследованию НС; б)планы, схемы, эскизы, а при необходимости - фото или видеоматериалы места происшествия; в) документы, характеризующие состояние рабочего места, наличие опасных и вредных производственных факторов; г) выписки из журналов регистрации инструктажей и протоколов проверки знаний пострадавших по охране труда; д) протоколы опросов, объяснения пострадавших, очевидцев НС и должностных лиц; е) экспертные заключения специалистов, результаты лабораторных исследований и экспериментов; ж) медицинское заключение о характере и степени тяжести повреждения, причиненного здоровью пострадавшего или о причине смерти пострадавшего, а также о нахождении пострадавшего в состоянии алкогольного, наркотического или токсического опьянения; з) копии документов, подтверждающих выдачу пострадавшему специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты в соответствии с действующими нормами; и) выписки из ранее выданных на данном производстве (объекте) предписаний государственных инспекторов по охране труда и должностных лиц территориального органа государственного надзора а также выписки из представлений профсоюзных органов об устранении выявленных нарушений нормативных требований по охране труда; к) другие материалы по усмотрению комиссии. На основании собранной информации комиссия составляет, кроме акта формы Н-I, акт о расследовании группового НС на производстве, тяжелого НС на производстве, НС на производстве со смертельным исходом.
14	Группы причин НС на производстве?	Причины НС можно разделить на 4 группы: индивидуальные (человеческие факторы), технические, санитарно-гигиенические, организационные.

Один экземпляр направляется
пострадавшему или его доверенному лицу
УТВЕРЖДАЮ

_____
(подпись, фамилия, инициалы работодателя (его представителя)
«____»_____20___ _г.

М.П.

•

АКТ №_____
о несчастном случае на производстве

1. Дата и время несчастного случая
_____
(число, месяц, год и время происшествия несчастного случая,
_____
__
_
(количество полных часов от начала работы)
2. Организация (работодатель), работником которой является (являлся) пострадавший
_____
__
_
(наименование, место нахождения, юридический адрес, ведомственная и отраслевая
_____
__
_ принадлежность (ОКВЭД основного вида деятельности); фамилия, инициалы работодателя-
_____
__
физического лица)
Наименование структурного подразделения
_____
3. Организация, направившая работника
_____
__
_____
__ __
(наименование, место нахождения, юридический адрес, отраслевая принадлежность)
4. Лица, проводившие расследование несчастного случая:
_____
__
_____
__
__
(фамилия, инициалы, должности и место работы)
5. Сведения о пострадавшем:
фамилия, имя, отчество
_____
пол (мужской, женский)
_____
дата рождения
_____
профессиональный статус
_____
профессия (должность)

•

_____

стаж работы, при выполнении которой произошел несчастный случай

_____

(число полных лет и

месяцев) в том числе в данной

организации_____

(число полных лет и месяцев)

6. Сведения о проведении инструктажей и обучения по охране труда

Вводный инструктаж

_____

(число, месяц, год)

Инструктаж на рабочем месте (первичный, повторный, внеплановый, целевой)

(нужное подчеркнуть)

по профессии или виду работы, при выполнении которой произошел несчастный случай

_____

__

_

(число, месяц, год)

Стажировка: с «___»_____ 20_____г. по «___»_____

20_____г.

_____

__

_(если не проводилась – указать)

Обучение по охране труда по профессии или виду работы, при выполнении которой произошел несчастный случай: с «___»_____20_____г. по «___»_____

20____г.

_____

__

_

(если не проводилось – указать)

Проверка знаний по охране труда по профессии или виду работы, при выполнении которой произошел несчастный случай

_____

(число, месяц, год, № протокола)

7. Краткая характеристика места (объекта), где произошел несчастный случай

_____

__

_

(краткое описание места происшествия с указанием опасных и (или) вредных производственных

_____

__

_

факторов со ссылкой на сведения, содержащиеся в протоколе осмотра места несчастного случая)

_____

__

_

Оборудование, использование которого привело к несчастному случаю

_____

__

_

•

(наименование, тип, марка, год выпуска, организация - изготовитель)

8. Обстоятельства несчастного случая

_____

_____

(краткое изложение обстоятельств, предшествовавших несчастному случаю, описание событий

_____

_____

и действий пострадавшего и других лиц, связанных с несчастным случаем, и другие сведения,

_____

_____

установленные в ходе расследования)

_____

_____

8.1. Вид происшествия

_____

8.2. Характер полученных повреждений и орган, подвергшийся повреждению, медицинское заключение о тяжести повреждения здоровья

_____

_____

8.3. Нахождение пострадавшего в состоянии алкогольного или наркотического опьянения

_____

_____

(нет, да – указать состояние и степень опьянения в соответствии с заключением по

_____

_____

результатам освидетельствования, проведенного в установленном порядке)

8.4. Очевидцы несчастного случая

_____

_____

(фамилия, инициалы, постоянное место жительства, домашний телефон)

9. Причины несчастного случая

_____

_____

(указать основную и сопутствующие причины несчастного случая

_____

_____

со ссылками на нарушенные требования законодательных и иных

_____

_____

•

_

нормативных правовых актов, локальных нормативных актов)

_____

__

_

10. Лица, допустившие нарушение требований охраны труда:

_____

__

_

(фамилия, инициалы, должность (профессия) с указанием требований законодательных, иных

_____

__

_

нормативных правовых и локальных нормативных актов, предусматривающих их ответственность за

_____

__

_

нарушения, явившиеся причинами несчастного случая, указанными в п.9 настоящего акта; при

_____

__

_

установлении факта грубой неосторожности пострадавшего указать степень его вины в процентах)

_____

__

_

Организация (работодатель), работниками которой являются данные лица

_____

__

_

(наименование, адрес)

11. Мероприятия по устранению несчастного случая, сроки

_____

__

_____

__ __

Подписи лиц, проводивших расследование несчастного случая

_____ _____

_____ _____

_____ _____

(подписи) (фамилии, инициалы)

_____

(дата)

Постановление Минтруда РФ от 24.10.02г. № 73 «Об утверждении форм документов, необходимых для расследования и учета несчастных случаев на производстве, и Положения об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях»

•

Порядок оформления акта формы Н-1 о несчастном случае на производстве

В акте формы Н-1:

- не должно быть незаполненных пунктов, заполнять их следует четко и полно, без сокращений;
- не допускаются помарки, зачеркивания, дополнительные записи и вставки;
- если необходимо внести отдельные уточнения или исправления слов и числовых показателей, в конце текста делается запись об исправлениях, которая заверяется подписями членов комиссии. Акт должен быть написан грамотно, без ошибок, отпечатан на пишущей машинке (компьютере) или заполнен от руки авторучкой хорошим почерком (в случае, если имеются готовые бланки формы Н-1).

Акт формы Н-1 не должен вызывать никаких сомнений, в нем следует приводить только те факты, которые установлены в ходе расследования.

Пункт 1. Дата и время несчастного случая

Указывается число, месяц, год и время несчастного случая, количество полных часов от начала работы (Время установленных перерывов, например перерыва на обед, включается в общее количество часов от начала работы).

Пункт 2. Организация (работодатель), работником которой является (являлся) пострадавший

Наименование организации необходимо указывать полностью (не допускать аббревиатуры ООО, ОАО, ЗАО и др.)

При указании места нахождения и юридического адреса указывать почтовый индекс. Далее указывается ведомственная принадлежность и ОКВЭД организации (если ОКВЭД нет, то указать ОКОНХ основного вида деятельности). Наименование цеха (участка) организации, где произошел несчастный случай указывается в соответствии с утвержденным перечнем структурных подразделений организации.

•

Пункт 3. Организация, направившая работника

Указываются наименование, место нахождения, юридический адрес организации, направившей пострадавшего работника в установленном порядке для выполнения работ к другому работодателю.

Если несчастный случай произошел в организации, с которой пострадавший находился в постоянных трудовых отношениях, то повторно указываются наименование и адрес этой организации (в соответствии с заполнением пункта 2).

Пункт 4. Лица, проводившие расследование несчастного случая

Указываются фамилия, имя, отчество, должность и место работы председателя и членов комиссии, а также представителями какой стороны они являются – работодателя, профсоюзного органа или иного уполномоченного работниками представительного органа.

При участии в расследовании доверенного лица пострадавшего указывается его фамилия, имя, отчество и домашний адрес.

Пункт 5. Сведения о пострадавшем

Фамилия, имя, отчество. - Указываются полностью, без сокращений.

Пол (мужской, женский) - Указывается текстом, а не подчеркиванием.

Дата рождения

Применяется словесно-цифровой способ оформления даты, например, 14 марта 1965 г.

Профессиональный статус

Классификация профессионального статуса

- Работники: физический характер труда, не требующий высшего образования, - слесари, строители, водопроводчики, монтеры и т.п.
- Технический персонал: работники преимущественно умственного труда, не требующего высшего образования, - кассиры, секретари, контролеры, диспетчеры и т.п.

•

• Специалисты-техники: умственный характер труда, требующий наличия высшего технического образования, - ИТР, программисты, химики, физики и т. п.

• Специалисты-гуманитарии: умственный характер труда, требующий наличия специализированного образования – учителя, врачи, экономисты, юристы и т.п.

• Лица творческих профессий: художники, поэты, музыканты, актеры, модельеры и т.п.

• Работники сферы обслуживания: продавцы, буфетчики, официанты, парикмахеры и т.п.

• Военнослужащие и работники МВД, ФСБ, ВОХР, курсанты военных училищ, частные охранники.

• Руководители: директора предприятий, заместители директоров, и т.п.

• Предприниматели: лица, занимающиеся индивидуальной трудовой деятельностью.

• Прочие.

Профессия (должность)

Указывается наименование основной профессии работника. Если у пострадавшего несколько профессий, то указывается та, при работе по которой произошел несчастный случай. Наименование профессии (должности) должно соответствовать Единому тарифно-квалификационному справочнику работ и профессий рабочих, для служащих – приводится в соответствии с наименованиями должностей, указанными в Единой номенклатуре должностей служащих, или в соответствии со штатным расписанием и записью в трудовой книжке.

Если несчастный случай произошел при выполнении другой работы (не соответствующей профессии пострадавшего), то не допускается отмечать ее как профессию пострадавшего.

.

Стаж работы, при выполнении которой произошел несчастный случай

Указывается число полных лет и месяцев. Если стаж работы менее года, то указывается только число полных месяцев. Если стаж работы менее месяца – указывается число календарных дней.

Если работник пострадал при выполнении работ, не соответствующих профессии, то о стаже делается запись «отсутствует». В том числе в данной организации

Заполняется аналогично вышесказанному.

Пункт 6. Сведения о проведении инструктажей и обучения по охране труда

Водный инструктаж

Указываются число, месяц, год проведения вводного инструктажа на основании записи, имеющейся в журнале регистрации вводного инструктажа. Например, 17 мая 2003 г.

Если дату проведения вводного инструктажа по документам установить не удалось, то вместо даты делается запись «сведений нет».

Инструктаж на рабочем месте: первичный, повторный, внеплановый, целевой (нужное подчеркнуть) по профессии или виду работы, при выполнении которой произошел несчастный случай

Указывается число, месяц, год последнего инструктажа по охране труда (по профессии, виду работ), предшествующего несчастному случаю.

Если несчастный случай произошел при выполнении другой работы, не соответствующей основной профессии пострадавшего, то указывается дата проведения инструктажа при выполнении этой работы, подчеркивается вид инструктажа и то, что он проведен по виду работы, при выполнении которой произошел несчастный случай.

Если инструктаж по охране труда не проводился, то делается запись «не проводился».

Стажировка с «___»_____20____г. по «___»_____20_____г.

.

Сведения о стажировке указываются только при проведении первичного инструктажа на рабочем месте или когда несчастный случай произошел в период освоения работником новой профессии. Если стажировка не проводилась, то указывается «не проводилась».

Если проводился повторный или внеплановый инструктаж, то в сведениях о стажировке делается запись «не требуется».

Обучение по охране труда по профессии или виду работы, при выполнении которой произошел несчастный случай, с «___»_____20_____г. по «__»_____20_____г.

Указывается период, в течение которого работник обучался по охране труда, на основании соответствующих подтверждающих документов (журналы посещения занятий и др.).

Если обучение не проводилось, то указывается «не проводилось».

Проверка знаний по охране труда по профессии или виду работы, при выполнении которой произошел несчастный случай

Указываются число, месяц, год, номер протокола проверки знаний по профессии или виду работы, при выполнении которой произошел несчастный случай.

Если проверка знаний не проводилась, то указывается «не проводилась».

Пункт 7. Краткая характеристика места (объекта), где произошел несчастный случай

Указываются цех, участок, место, где произошел несчастный случай, их описание с указанием опасных и вредных производственных факторов. Наличие блокировок, ограждений, сигнализации и других защитных устройств. Наличие и состояние технологической оснастки, приспособлений, инструментов и материала для работы, при выполнении которой произошел несчастный случай. Средств механизации выполнения работ.

Наличие у пострадавшего спецодежды, спецобуви и других средств индивидуальной защиты. Их состояние.

Оборудование, использование которого привело к несчастному случаю

.

Указываются наименование, тип, марка, год выпуска, организация - изготовитель, техническое состояние.

Пункт 8. Обстоятельства несчастного случая

Необходимо указать, что предшествовало несчастному случаю, как протекал процесс труда, кто руководил этим процессом (работой), описать действия пострадавшего и других лиц, связанных с несчастным случаем, указать, какую конкретно рабочую операцию выполнял пострадавший, какими приемами пользовался. Изложить последовательность событий, указать чем нанесена травма (часть оборудования, инструмент, падение предметов и т.д.), ее характер (ушиб, перелом, ожог, растяжение и т.д.), поврежденная часть тела.

Обстоятельства следует излагать кратко, в логической последовательности. Необходимо излагать только то, что установлено комиссией при расследовании. Предположения и домыслы в акте не отмечаются.

Пункт 8.1. Вид происшествия

Указывается в соответствии с классификатором «Вид происшествия, приведшего к несчастному случаю», в том числе:

Дорожно-транспортное происшествие, в том числе

02. в пути на работу или с работы на транспорте организации;

03. На общественном транспорте;

04. На личном транспорте.

05. Падение пострадавшего с высоты.

06. падение, обрушение, обвалы предметов, материалов, земли и т.д.

07. Воздействие движущихся, разлетающихся, вращающихся предметов и деталей.

08. Поражение электрическим током.

09. Воздействие экстремальных температур.

10. Воздействие вредных веществ.

.

11. Воздействие ионизирующих излучений.

12. Физические перегрузки.

13. Нервно-психические нагрузки.

14. Повреждения в результате контакта с животными и насекомыми.

15. Утопление.

16. Преднамеренное убийство.

17. Повреждения при стихийных бедствиях.

18. Виды происшествий (кроме перечисленных), характерных для отрасли (указать).

19. Прочие.

Пункт 8.2. Характер полученных повреждений и орган, подвергшийся повреждению, медицинское заключение о тяжести повреждения здоровья

Все перечисленные требования заносятся в акт на основании заключения лечебного учреждения. (Окончательный диагноз о повреждении здоровья пострадавшего указывается в Сообщении о последствиях несчастного случая и принятых мерах)

Пункт 8.3. Нахождение пострадавшего в состоянии алкогольного опьянения

Указывается «ДА» или «НЕТ», а также степень опьянения в соответствии с заключением по результатам освидетельствования, проведенного в установленном порядке.

Пункт 8.4. Очевидцы несчастного случая

Указываются фамилии, инициалы, постоянное место жительства, домашний телефон очевидцев несчастного случая. Очевидцем может быть не только тот работник, который сам, своими глазами наблюдал событие, но и работник (или другое лицо), которому могут быть известны какие-либо обстоятельства, в результате которых произошел несчастный случай.

Пункт 9. Причины несчастного случая

Классификатор причин несчастного случая

.

01. Конструктивные недостатки, несовершенство, недостаточная надежность машин, механизмов, оборудования.

02. Эксплуатация неисправных машин, механизмов, оборудования.

03. Несовершенство технологического процесса.

04. Нарушение технологического процесса.

05. Нарушение требований безопасности при эксплуатации транспортных средств.

06. Нарушение правил дорожного движения.

07. Неудовлетворительная организация производства работ.

08. Неудовлетворительное содержание и недостатки в организации рабочих мест.

09. Неудовлетворительное техническое состояние зданий, сооружений, территории.

10. Недостатки в обучении безопасным приемам труда.

11. непримененение средств индивидуальной защиты.

12. Из-за необеспеченности ими.

13. Неприменение средств коллективной защиты.

14. От воздействия механических факторов.

15. От поражения электрическим током.

16. От воздействия химических и биологических факторов.

17. От экстремальных температур.

18. От повышенных уровней излучений (ионизирующего, инфракрасного, электромагнитного, лазерного и т.д.).

19. Нарушение трудовой и производственной дисциплины.

20. Использование работающего не по его специальности.

21. Прочие.

Пункт 10. Лица, допустившие нарушение требований охраны труда

.

В это пункте называются фамилии, инициалы, должности (профессии) лиц с указанием требований законодательных, иных нормативных правовых и локальных нормативных актов, предусматривающих их ответственность за нарушения, явившиеся причинами несчастного случая. Не допускается возлагать ответственность на работника за невыполнение действий, которые не входят в его компетенцию, не составляют его обязанностей или у которого комиссия по каким-либо причинам не взяла объяснение в связи с происшедшим несчастным случаем.

При установлении факта грубой неосторожности пострадавшего указывается степень его вины в процентах с кратким обоснованием принятого комиссией решения.

Пункт 11. Мероприятия по устранению причин несчастного случая, сроки

В этом пункте излагаются мероприятия, направленные на устранение последствий происшествия, а также на предотвращение травм по аналогичным причинам. Они должны логически вытекать из анализа причин травмирования, установленных в ходе расследования. Мероприятия должны формулироваться конкретно, технически грамотно. По каждому мероприятию должны быть указаны сроки исполнения.

Под текстом акта формы Н-1 ставятся подписи лиц, проводивших расследование несчастного случая, указываются их фамилии, инициалы и дата подписания.

Акт формы Н-1 утверждается подписью работодателя с указанием его фамилии, инициалов и должности. Указывается дата утверждения. Подпись работодателя заверяется основной печатью организации. На акте ставят порядковый номер, по которым он зарегистрирован в журнале.

Ж У Р Н А Л

•

регистрации несчастных случаев с обучающимися (воспитанниками)на производстве

Начат «_____»_____20___ г.

Окончен «_____»_____20___ г.

№ п/п	Дата и время несчастного случая	Фамилия, имя, отчество пострадавшего, год рождения	Класс, группа	Место несчастного случая	Вид происшествия, приведшего к несчастному случаю	Краткие обстоятельства и причины несчастного случая	Дата составления и № акта, формы Н-1, Н-2	Последствия несчастного случая	Исход несчастного случая	Принятые меры
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

ПИСЬМО-ЗАПРОС

о характере и степени тяжести повреждений у пострадавшего при несчастном случае в школе

В соответствии с приказом Минздравсоцразвития России от 24.02.05г. № 160 «Об определении степени

тяжести повреждения здоровья при несчастных случаях на производстве» прошу Вас дать заключение о характере и степени тяжести телесных повреждений, полученных учащимся МОУ Староаннинской СОШ

_____ (фамилия,
имя, отчество пострадавшего, год рождения)

в результате несчастного случая на уроке физкультуры, происшедшего

_____ (дата
происшествия несчастного случая)

Указанные сведения необходимы для установления объективных обстоятельств и причин данного

несчастного случая в соответствии с требованиями Положения об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях, утвержденного постановлением Минтруда России от 24.10.02г. № 73.

Директор МОУ Староаннинской СОШ _____ /Молчанов А.И./ 20.05.2008г. (Ф.И.О., подпись, дата)

ПРИКАЗ №_____ от «____»_____20____г.

по

_____

(название организации)

О назначении комиссии для расследования

несчастного случая на производстве

В соответствии с п.8 Положения об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях, утвержденного постановлением Минтруда России от 24.10.02г.

№ 73, для расследования несчастного случая, происшедшего «____»_____20____г.

с

_____

_ (Ф.И.О., должность пострадавшего)

_____

наименование структурного подразделения)

ПРИКАЗЫВАЮ:

1. Назначить комиссию в составе:

- председатель комиссии

_____

(Ф.И.О., должность)

- члены комиссии

•

_____

_____

_____ (Ф.И.О., должности)

2. Комиссии до «____»_____20____г. провести расследование обстоятельств и причин несчастного случая с

_____

(Ф.И.О., должность пострадавшего,

_____

__ _____

наименование структурного подразделения)

и составить акт по форме Н-1 в трех экземплярах, который представить мне на утверждение.

3. Контроль за выполнением настоящего приказа возложить на

_____

__

_

(Ф.И.О., должность)

Руководитель организации _____

СООБЩЕНИЕ О НЕСЧАСТНОМ СЛУЧАЕ

(о несчастном случае на производстве, групповом несчастном случае, тяжелом несчастном случае, несчастном случае со смертельным исходом, о впервые выявленном профзаболевании)

1._____

_

_

(наименование организации, ее адрес, ИНН, телефон (факс)

_____

__

_

(форма собственности, вид производства

_____

__

_

ведомственная подчиненность при ее наличии)

•

2._____
_
_

(дата, время (местное), место происшествия,

_____
___

_

выполняемая работа и краткое описание обстоятельств,

_____
__

_

при которых произошел несчастный случай (профзаболевание)

3._____
_
_

(число пострадавших, в том числе погибших (при групповом случае)

4._____
_
_

(фамилия, имя, отчество, возраст,

_____
__

_

профессия (должность) пострадавшего (пострадавших),

_____
__
_

в том числе погибшего (погибших)

5._____
_
_

(вид трудовых отношений (трудовой договор (контракт), гражданско-правовой договор)

6. Лицо, передавшее сообщение

.

_____

(фамилия, имя, отчество, должность, тел.)

Тесты к практической работе №4

«Изучение порядка проведения расследования несчастного случая»

1. В какой срок проводится расследование легкого несчастного случая происшедшего с работником?

А. 3 суток,

Б. 5 суток,

В. 10 суток,

Г. 15 суток.

2. Актом какой формы оформляются несчастные случаи, происшедшие с работниками по пути на работу или с работы на транспорте, представляемом работодателем?

А. Актом произвольной формы,

Б. Актом формы Н - 2,

В. Актом по форме Н-1,

Г. Актом специального расследования.

3. Кто утверждает акт расследования несчастного случая формы Н-1?

А. Руководитель учреждения,

Б. Руководитель службы охраны труда,

В. Руководитель структурного подразделения, где произошел несчастный случай,

Г. Председатель комиссии по расследованию несчастного случая.

4. При несчастном случае работодатель (его представитель) обязан немедленно:

.

А. Принять неотложные меры по предотвращению развития аварийной ситуации,

Б. Организовать первую помощь пострадавшему,

В. Сохранить до начала расследования несчастного случая обстановку какой она была на момент происшествия,

Г. Обеспечить своевременное расследование несчастного случая и его учет.

Д. Все перечисленное выше.

5. Кто является председателем комиссии расследования группового несчастного случая на производстве, тяжелого несчастного случая на производстве, несчастного случая на производстве со смертельным исходом происшедшим с работником?

А. Государственный инспектор по охране труда,

Б. Руководитель учреждения,

В. Руководитель структурного подразделения учреждения или его заместитель, где произошел несчастный случай;

Г. Лицо, ответственное за охрану труда в учреждении

6. Может ли требовать государственный инспектор по охране труда от руководителя учреждения составления нового акта по форме Н-1 сокрытого несчастного случая или жалобы пострадавшего?

А. Не может,

Б. Решает комиссия по расследованию несчастного случая,

В. Может, если имеющиеся акт оформлен с нарушениями или не соответствует материалам расследования, Г. Решает суд.

7. Имеет ли право работник на личное участие в расследовании возникшего у него профессионального заболевания?

А. Нет, так как он является заинтересованным лицом,

Б. Имеет право принимать участие только его доверенное лицо,

В. Имеет право

.

Г. Имеет право только по согласованию с комиссией по расследованию профессионального заболевания

8. Акт какой формы составляется по результатам расследования несчастного случая, происшедшего с работником, следовавшим на личном транспорте с работы?

А. Акт произвольной формы,

Б. Акт формы Н-1, если есть приказ руководителя об использовании личного транспорта в производственных целях,

В. Акт специального расследования,

Г. Акт ГИБДД. 37

9. Кто дает заключение о степени тяжести производственной травмы?

А. Клинико-экспертная комиссия (КЭК),

Б, Врачебно-трудовая экспертная комиссия,

В. Бюро медико-социальной экспертизы,

Г. Приемное отделение лечебного учреждения.

10. Кем расследуется несчастный случай, происшедший с работником организации, производящей

работы на территории другого работодателя?
А: Расследуется и учитывается комиссией, образованной работодателем, по поручению которого производились эти работы. При необходимости в расследовании принимает участие работодатель, за которым закреплена данная территория.

Б: Расследуется и учитывается работодателем, за которым закреплена данная территория.

В: Расследуется и учитывается комиссией составленной обеими организациями.

Г: Расследуется государственным инспектором труда.

.

11. В какой срок лечебное учреждение должно дать заключение о степени тяжести производственной травмы пострадавшего при получении запроса от организации?

А.До 3 суток,

Б. До 10 суток,

В. Незамедлительно после поступления запроса,

Г. В течение недели.

12. Сколько экземпляров акта формы Н-1 составляется при несчастном случае на производстве?

А. Один,

Б. Три, если случай является страховым,

В. Два,

Г. Четыре.

13. Подлежит ли расследованию и учету несчастный случай, происшедший с работником на территории учреждения?

А. Подлежит расследованию и учету с составлением акта формы Н-1.

Б. Не подлежит как не связанный с производством.

В. Подлежит с составлением акта произвольной формы.

Г. Подлежит с составлением акта формы Н2.

14. Материалы расследования несчастного случая хранятся:

А. 20 лет,

Б. 35 лет,

В. 40 лет,

Г. 45 лет.

15. В какой срок расследуется тяжелый, смертельный или групповой несчастный случай?

А. 10 суток,

Б. 15 суток,

В. В течении 3 суток,

•

Г. Решает комиссия по расследованию несчастного случая.

16. Для расследования легкого несчастного случая работодатель незамедлительно создает комиссию в составе не менее:

А. 3 человек

Б. 4 человек

В. 5 человек

Г. 6 человек

17. При групповом несчастном случае на производстве, тяжелом несчастном случае или несчастном случае со смертельным исходом работодатель (его представитель) обязан сообщить в соответствующие органы в течение:

А. 3 суток

Б. 2 суток

В. 1 суток

Г. После расследования несчастного случая.

18. Подлежат ли расследованию и учету несчастные случаи на производстве, происшедшие со студентами образовательных учреждений высшего и среднего профессионального образования, проходящими производственную практику в организациях, если им не установлена заработная плата?

А: В каждом конкретном случае определяет комиссия по расследованию несчастного случая,

Б: Нет. Не подлежат.

В: Расследованию и учету подлежат несчастные случаи на производстве происшедшие как с работниками, так и другими лицами, если они находили при исполнении работы, совершаемой в интересах работодателя.

Г: Нет. Расследованию и учету подлежат несчастные случаи на производстве, происшедшие только с работниками, находящимися в трудовых

•

отношениях с работодателем.

19. Какой из перечисленных ниже несчастных случаев не может квалифицироваться как несчастный случай на производстве?

А: Несчастный случай произошел с работником вне территории организации, когда он по заданию заместителя директора получал со склада другой организации товары.

Б: Несчастный случай произошел с работником во время установленного перерыва для приема пищи.

В: Несчастный случай произошел с работником вне рабочего времени при следовании к месту служебной командировки.

Г: Несчастный случай произошел с работником во время часового перерыва на обед, когда он направлялся в магазин вне территории организации.

20. Должен ли работодатель (его представитель) сохранять до начала расследования несчастного случая обстановку на месте, где он произошел?

А: Нет, потому что необходимо принять неотложные меры по предотвращению развития аварийной ситуации и воздействия травмирующих факторов на других лиц.

Б: Необходимо сохранить до начала расследования несчастного случая обстановку, какой она была на момент происшествия.

В: Да, в том случае, если это не угрожает жизни и здоровью других лиц и не ведет к аварии. В случае невозможности ее сохранения - зафиксировать сложившуюся обстановку (составить схемы, провести фотографирование, видеосъёмку и пр.).

Г: Необходимо сохранить обстановку, какой она была на момент несчастного случая, и только после осмотра места происшествия комиссией по расследованию несчастного случая, ликвидировать последствия несчастного случая.

.

ОТВЕТЫ НА ТЕСТОВЫЕ ВОПРОСЫ К практической работе 4

№ *вопроса*	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*
Ответ	**А**	**В**	**А**	Д	**А**	**Г**	**В**	**Б**	**Б**	**Б**
№ *вопроса*	*11*	*12*	*13*	*14*	*15*	*16*	*17*	*18*	*19*	*20*
Ответ	**А**	**Б**	**А**	**Г**	**Б**	**А**	**В**	**В**	**Г**	**В**

Министерство образования и науки РФ
ФГБОУ ВПО
«Уральский государственный горный университет»

Т. П. Глинникова, С. А. Волегов

«Технология машиностроения»

Лабораторный практикум
для студентов СПО специальности
15.02.16 – «Технология машиностроения

Екатеринбург

Министерство образования и науки РФ
ФГБОУ ВПО
«Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____ С. А. Упоров
14.09.2022

Т. П. Глинникова, С. А. Волегов

«Основы технологии машиностроения»
Лабораторный практикум
15.02.16 – «Технология машиностроения

Издание УГГУ Екатеринбург

Г54

Рецензент: *А. П. Комиссаров*, д-р техн. наук, профессор кафедры ГМК Уральского государственного горного университета

Глинникова Т. П., Волегов С. А.
Г54 «Основы технологии машиностроения» *Лабораторный практикум* для студентов специальностей среднего профессиональногообразования 15.02.16 – «Технология машиностроения)» *очного и заочного обучения* / Т. П. Глинникова, С. А. Волегов. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2022. – 50 с.

Лабораторный практикум содержит практические задания и упражнения, способствующие усвоению пройденного предмета «Основы технологии машиностроения».

© Глинникова Т. П., Волегов С. А., 2022
© Уральский государственный горный университет, 2022

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1
ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМА РЕЗАНИЯ НА ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ (ГОСТ 2789 – 73)

Цель работы

Усвоить и закрепить методику определения некоторых параметров шероховатости поверхности, а также изучить зависимости шероховатости от основных параметров режущего инструмента и элементов режима резания.

Краткие теоретические сведения

Шероховатость обработанной поверхности оказывает существенное влияние на износоустойчивость наружной поверхности детали, характер посадки (сохранение гарантированного зазора или натяга), силу трения в сопряженных узлах механизма, смазку и антикоррозионную способность рабочей поверхности.

Имеющиеся шероховатости на обработанной поверхности изделия – это следы режущего инструмента в результате главного и вспомогательного движений.

Измерение профиля шероховатости можно производить как в направлении подачи, так и в направлении главного движения.

В первом случае (рис. 1.1) мы определим поперечную шероховатость, а во втором – продольную.

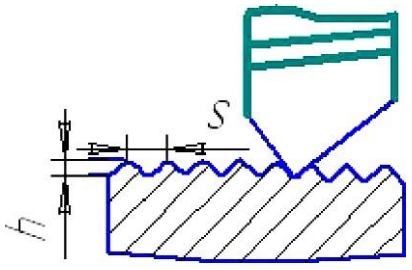


Рис. 1.1. Схема определения поперечной шероховатости

Согласно рис. 1.1 можно определить поперечную шероховатость при токарной обработке по формуле

$$h = R - \frac{\sqrt{4R^2 - S^2}}{2} \qquad (1.1)$$

или приближенно

$$h = \frac{S^2}{8R}, \qquad (1.2)$$

где h – высота шероховатости, мм; S – подача резца, мм/об; R – радиус при вершине резца, мм.

Шероховатостью поверхности называется совокупность неровностей с относительно малыми шагами, образующими рельеф поверхности деталей в пределах базовой длины.

Настоящая работа выполняется на токарно-винторезном станке. Режим резания при точении определяется глубиной резания (t), подачей (S) и скоростью резания (V).

В основном, влияние на величину шероховатости оказывают: скорость резания (V), подача (S), радиус при вершине резца (R) и главный угол в плане φ (рис. 1.2.).

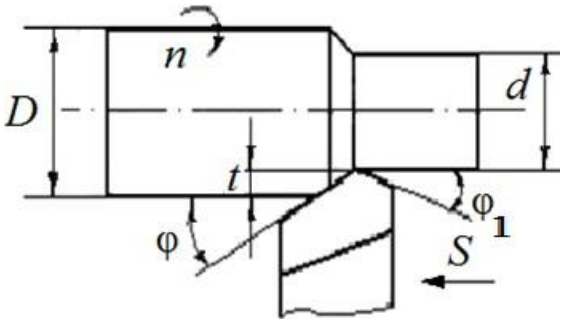


Рис. 1.2. Схема обработки заготовки при определении продольной шероховатости

Глубина резания определяется по формуле

$$t = \frac{D - d}{2}.$$

Подача – это величина перемещения инструмента за один оборот детали.

Скорость резания определяется по формуле

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000},$$

где n – частота вращения детали в мин.,

$$n = \frac{V}{\pi \cdot D} \cdot 1000.$$

Из параметров режима резания на шероховатость наибольшее влияние оказывают подача и скорость резания. Глубина резания практически не влияет на шероховатость. Теоретически, из чисто геометрических построений, можно подсчитать высоту гребешков шероховатости по формуле

$$Rz = S \frac{\sin\varphi \cdot \sin\varphi_1}{\sin(\varphi + \varphi_1)}$$

(1.3)

Из анализа формул (1.1) и (1.2) следует, что высота шероховатости снижается с уменьшением подачи, а также с увеличением радиуса при вершине резца.

Опыты показывают, что теоретические расчеты не совпадают с действительными размерами шероховатости. Объясняется это тем, что в формулах не учитываются упругие деформации, вырывание частиц металла по границам зерен, нарост на режущих поверхностях инструмента, в процессе резания всегда имеют место пластические деформации срезаемого слоя, вибрации и др. факторы. Степень влияния каждого фактора на шероховатость обработанной поверхности обусловлена не только геометрией режущего инструмента, но также будет во многом зависеть от вида обрабатываемого материала, режима резания (*V, S, t*), охлаждения режущего инструмента, изношенности оборудования и т. д.

Следует иметь в виду, что фактическая шероховатость никогда не соответствует расчетной, так как формула (1.3) не учитывает влияние скорости резания. В настоящей работе ставится задача установить эмпирические зависимости шероховатости от подачи и скорости резания.

Оборудование:

1. Токарно-винторезный станок.
2. Резцы, проходные твердосплавные.
3. Специальные образцы (два).
4. Микроскоп МИС–11или портативный измеритель шероховатости *TR* 100.
5. Угломер.
6. Эталоны шероховатости.

Порядок выполнения работы

1. Измеряется геометрия резца (α°, γ°, φ°, φ°).
2. Замеряется диаметр образца (рис. 1.3).
3. Подсчитывается необходимое значение частоты вращения шпинделя по заданной скорости резания. Полученное значение уточняется по станку (выбирается ближайшее меньшее, имевшееся на станке).

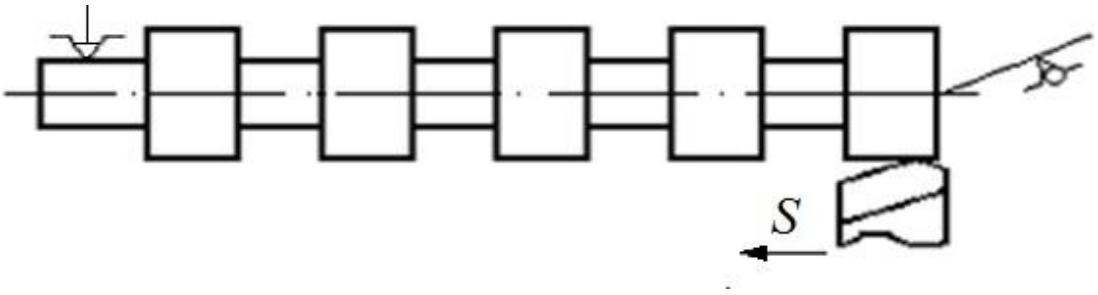


Рис. 1.3. Схема настройки

4. Принимаются фактические значения подачи в соответствии с паспортными данными станка, т. е. принимается ближайшее меньшее к заданным значениям в первой и второй сериях опытов.

Первая серия опытов

Устанавливается зависимость шероховатости от подачи. Величина подачи принимается последовательно: 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 мм/об. Глубина резания принимается 0,3 мм. Скорость резания принимается 30 м/мин. После обточки на каждой ступени замеряется высота шероховатости, данные заносятся в табл. 1.1.

На каждой ступени шероховатость измеряется по три раза.

Таблица 1.1

Зависимость шероховатости от подачи

Подача, мм/об	Высота шероховатости, мкм				Расчетное значение шероховатости, мкм
	Rz_1	Rz_2	Rz_3	$Rz_{ср}$	

По результатам экспериментальных данных строится график зависимости шероховатости (Rz) от подачи (S) в логарифмических координатах (рис. 1.4).

Для построения графика следует пользоваться логарифмической линейкой. График строится по $Rz_{ср}$.

По построенному графику определяется показатель степени m в формуле: $Rz = C_s \cdot S^m$ как тангенс угла наклона прямой

$$\left(m = tg\alpha = \frac{a}{b} \right).$$

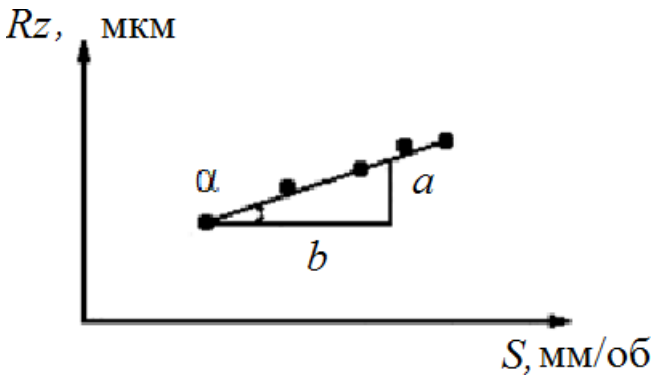


Рис. 1.4. Зависимость шероховатости от подачи

Затем определяем постоянный коэффициент (C_S), характеризующий условия, в которых проводился эксперимент.

Вторая серия опытов

Устанавливается зависимость шероховатости от скорости резания.

Скорость резания принимается последовательно: 10; 20; 30; 40; 50 или 40; 50; 60; 70; 80 м/мин. Подача принимается 0,2 мм/об, а глубина резания – 0,3 мм.

После обточки на каждой ступени замеряется высота шероховатости, данные заносятся в табл. 1.2.

Таблица 1.2

Зависимость шероховатости от скорости

Скорость резания, м/мин	Высота шероховатости, мкм			
	Rz_1	Rz_2	Rz_3	$Rz_{ср}$

По результатам экспериментов строится график зависимости $Rz = f(V)$ в логарифмических координатах и так же определяются показатель степени (n) и постоянный коэффициент (C_V) в формуле

$$Rz = C_V \cdot V^n.$$

Для этого в формулу подставляют соответствующие значения из таблицы 1.2. По найденным значениям C_V подсчитывается среднее арифметическое.

Указания по измерению шероховатости

Существуют различные способы измерения шероховатости поверхности. В настоящей работе используется оптический прибор – двойной микроскоп – МИС–11 .

Прибор предназначен для измерения шероховатости по параметру *Rz*. Его можно использовать также для оценки шероховатости по показателю *Ra*.

Диапазон измерения по параметрам высоты профиля составляет 20 ÷ 0,6 мкм.

Прибор МИС–11, принцип действия которого основан на методе светового сечения, представляет собой систему двух микроскопов (рис. 1.5).

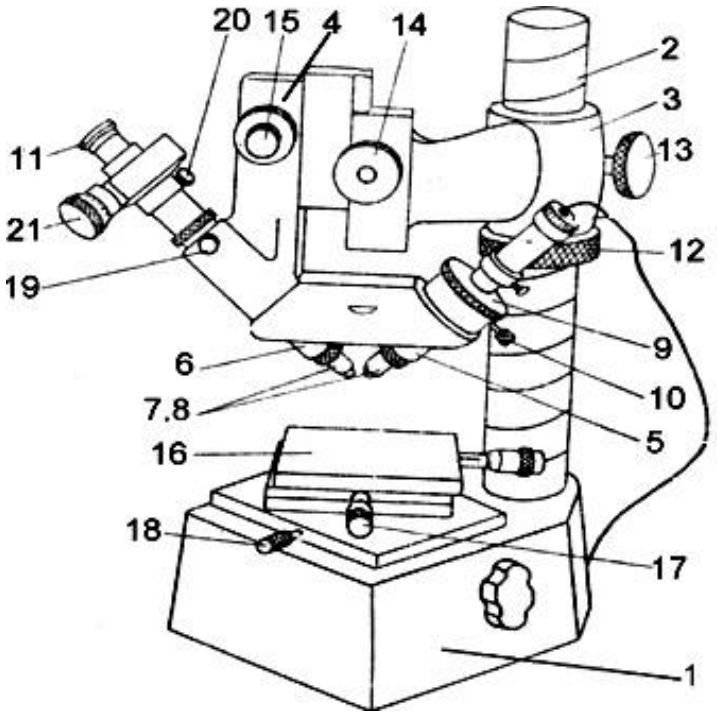


Рис. 1.5. Двойной микроскоп МИС –11:

1 – основание; *2* – колонка; *3* – кронштейн; *4* – держатель тубусов; *5* – проецирующий микроскоп; *6* – наблюдательный микроскоп; *7, 8* – объективы; *9* – регулировочная гайка; *10* – зажимной винт; *11* – окуляр; *12* – гайка; *13* – винт; *14* – винт грубой подачи; *15* – микровинт; *16* – предметный стол; *17* – микровинт; *18, 19* – стопорные винты; *20* – винт; *21* – барабан окулярного микроскопа

Один микроскоп называется *осветительным*. Он служит для создания плоского пучка света, направляемого от источника через щелевую диафрагму и объектив *7* на контролируемую поверхность изделия. Другой микроскоп, имеющий объектив *8* и окуляр 11, называется *измерительным*. Он служит для рассматривания светящейся линии, полученной в результате пересечения плоской полосы света с контролируемой поверхностью. Оси микроскопов составляют между собой прямой угол. Биссектриса этого угла совпадает с нормалью к контролируемой поверхности.

Светящаяся линия пересечения копирует действительный профиль поверхности. Спроектированная объективом измерительного микроскопа в фокальную плоскость окуляра, эта линия в увеличенном виде, например в *X* раз, воспроизводит высоту и шаг шероховатости поверхности.

Шероховатость поверхности анализируют в следующей последовательности:

а) поднять кронштейн *3* с держателем *4* микроскопа, вращая гайку *12* при отстопоренном винте *13*;

б) на предметный столик *16* положить призму глубоким пазом вверх. В глубокий паз призмы установить деталь;

в) произвести грубую фокусировку поверхности детали, опуская держатель *4* вращением гайки *12*;

г) установить кронштейн *3* так, чтобы биссектриса угла осей тубусов микроскопов *5* и *6* проходила примерно через центр детали, а плоскость осей тубусов располагалась перпендикулярно поверхности детали. Зафиксировать положение кронштейна стопорным винтом *13;*

д) опуская или поднимая микроскопы вращением винта *14*, получить резкое изображение поверхности, которое с помощью микровинта *15* установить в середине поля зрения окуляра;

е) включить прибор в сеть с напряжением *6* вольт;

ж) изменяя винтом *9* наклон осветительного микроскопа, получить изображение световой щели в поле зрения окуляра и совместить это изображение с ранее полученным резким изображением участка контролируемой поверхности;

з) отфокусировать изображение световой щели гайкой *10.* Из двух границ изображения щели обычно одна получается более резкой. По ней в дальнейшем и следует производить измерения;

и) при отстопоренном винте *20* повернуть окулярный микрометр *11* так, чтобы ось барабана *21* составляла с осью контролируемой детали угол примерно в 450º. Затем, вращая барабан, совместить горизонтальную линию перекрестия окуляра с вершиной одного из выступов. Перемещая деталь при помощи микровинта *17,* добиться, чтобы горизонтальная линия перекрестия касалась выбранной вершины в пределах всего поля зрения окуляра. После этого положение окуляра микрометра зафиксировать винтом *20,* а предметный столик – винтом *18.*;

к) выбрать наиболее характерный участок поверхности детали для измерения шероховатости. Необходимо при этом помнить, что

поле зрения окуляра может не охватывать всю заданную длину и для выполнения всех измерений потребуется смещать деталь при помощи винта *17*. По делениям винта *17* следить, чтобы величина смещения не превысила заданной базовой длины;

л) измерить в пределах базовой длины высоту микронеровностей у десяти обработанных поверхностей.

Для измерения каждой микронеровности горизонтальную линию перекрестия подвести сначала к вершине изгиба щели по выбранной стороне, например, верхней (рис. 1.6). Снять отсчет А1 по барабану окулярного микрометра *21*. Затем горизонтальную линию перекрестия подвести ко дну впадины по той же стороне щели (рис. 1.6). Снова снять отсчет А2 по барабану. Следует помнить, что барабан может сделать полный оборот, соответствующий 100 делениям. Отсчет полных оборотов барабана производится при помощи двойного штриха, который перемещается относительно неподвижной шкалы окуляра одновременно с перекрестием барабана (одно деление неподвижной шкалы соответствует одному полному обороту барабана). Отсчеты А1 и А2 (с учетом полных оборотов) занести в тетрадь лабораторных работ и вычислить разность

$$H1 = A1 - A2.$$

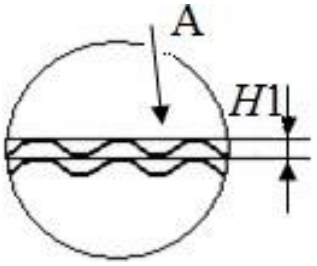


Рис. 1.6. Профиль поверхности под микроскопом

м) по пяти разностям отсчетов найти среднее арифметическое значение А.

Высота неровностей $Rz = A \times E$, где E – цена деления барабана окулярного микроскопа, зависящая от фокусного расстояния, которое указывается на оправе объектива *7* и *8*.

По полученным расчетным и экспериментальным данным построить зависимости: $Rz = f(S)$ при $t = \text{const}$, $S = \text{const}$ и $Rz = f(s)$ при $V = \text{const}$, $t = \text{const}$.

Сделать выводы по работе.

С целью экономии времени при измерении предлагается упрощенная методика измерения. Для точного измерения следует изме-

рить пять максимальных выступов, а затем пять впадин, после чего вычислить шероховатость.

Для измерения соответствующей шероховатости следует правильно выбрать объективы. Для выбора можно пользоваться табл. 1.3, 1.4.

Таблица 1.3

Выбор объектива в зависимости от шероховатости поверхности

Фокусное расстояние объектива, мм	Высота шероховатости, мкм	Коэффициент увеличения
25,0	40–6,3	0,85
13,9	20–3,2	0,475
8,2	6,3–1,6	0,285
4,3	3,2–0,8	0,14

Таблица1.4

Зависимость цены деления от фокусного расстояния

Фокусное расстояние, мм	4,25	8,16	13,89	25,02
Цена деления, мкм	0,143	0,391	0,474	0,862

Содержание отчета

В отчете должно быть название работы, цель, оборудование, схема настройки, соответствующие протоколы, графики и полученные формулы, выводы.

ПОРТАТИВНЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ ШЕРОХОВАТОСТИ TR 100

1. Принцип работы и особенности конструкции

Действие прибора (рис. 1.7) основано на принципе ощупывания неровностей исследуемой поверхности алмазной иглой щупа и преобразования, возникающих при этом механических колебаний щупа в изменения напряжения, пропорциональные этим колебаниям. Результаты измерения параметров шероховатости выводятся на жидкокристаллический дисплей.

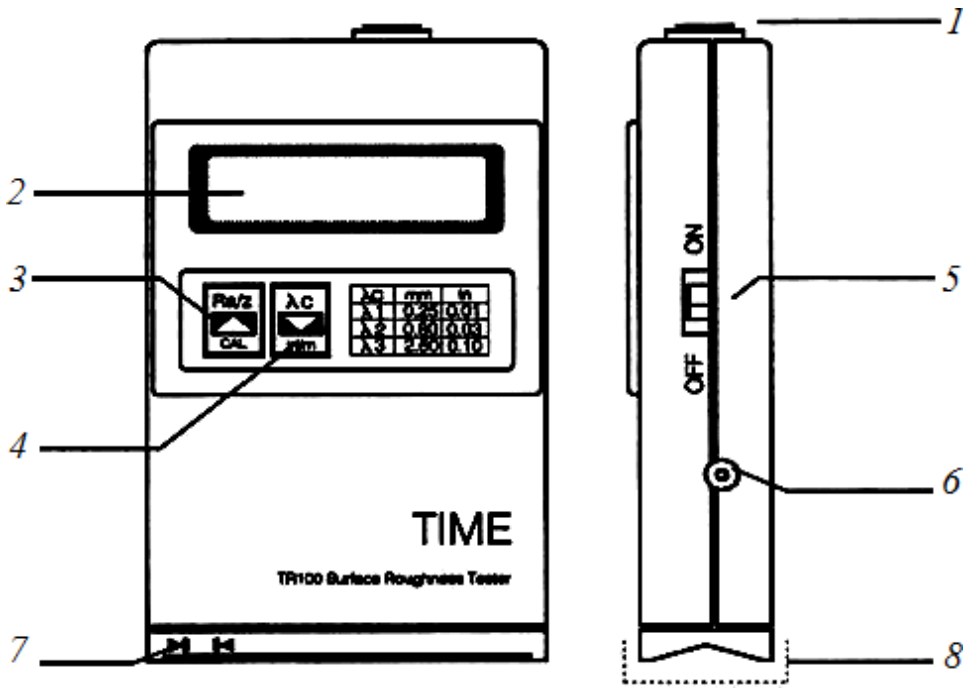


Рис.1.7 Конструкция базового блока
1 – кнопка запуска измерения, *2* – ЖК экран, *3* – клавиатура (кнопка) 1, *4* – клавиатура (кнопка) 2, *5* – Вкл\выкл выключатель, *6* – зарядное гнездо, *7* – контактный щуп, *8* – защитный колпачок для контактного щупа.

2. Основные технические характеристики

- Параметры измерения: *Ra, Rz.*
- Длина перемещения (мм): 6.
- Выборочная длина (мм) : 0,25, 0,80, и 2,5.
- Оценочная длина (мм): 1.25, 4.0, и 5,0
- Диапазон измерения (мкм): *Ra*: 0,05 ÷ 10,0, *Rz*: 0,1 ÷ 50
- Погрешность показа: ± 7 %.

3. Эксплуатационный режим

3.1 Эксплуатация

При включении прибора кратковременно происходит полный показ экрана. После звукового сигнала, прибор готов к работе (на экране появляются измеряемые параметры и выборочная длина для предыдущего испытания).

Перед началом измерения, выберите необходимый параметр *Ra* или *Rz* и необходимую выборочную длину – 2,5 (табл. 1.5).

Таблица 1.5.

Рекомендации по выбору длин отрезков

Ra (мкм)	*Rz* (мкм)	Рекомендуемые длины отрезков
> 40–80	> 160– 320	8
> 20–40	> 80– 160	
> 10–20	> 40– 80	
> 5–10	> 20– 40	2.5
> 2.5– 5	>10– 20	

После включения прибора, нажимают клавишу 

и выбирают *Ra* или *Rz,* затем нажимают клавишу 

и выбирают 2,5.

После того, как параметры выбраны, измерение можно начинать. Местоположение метки ▶|◀ соответствует испытуемой области. Поставьте прибор меткой на исследуемую область, нажмите кнопку пуска, измерение начнётся автоматически. Когда прозвучит два сигнала, измерение закончено, и на экране появится измеренное значение.

Внимание!

Во время движения датчика держите прибор на контролируемой детали устойчиво, чтобы не уменьшить точность измерения.

3.2. Контроль напряжения батареи

Если виден значок «BAT» в верхнем левом углу экрана, то напряжение батареи понижено и необходима подзарядка.

Когда экран показывает «BAT» и раздаётся сигнал, то это указывает на то, что напряжение достигло самого низкого предела и зарядка должна быть выполнена немедленно.

Выключать прибор лучше после каждого измерения, чтобы экономить энергию и если необходимо, делать подзарядку.

Датчик – это измерительная часть прибора, соблюдайте особую осторожность. После каждого использования прибора, надевайте защитное покрытие, и избегайте ударов.

ЛИТЕРАТУРА

Егоров М. Е. и др. Технология машиностроения, М.: Высшая школа, 1976, 526 с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОГРЕШНОСТИ ФОРМЫ ПРИ ТОЧЕНИИ НЕЖЕСТКИХ ЗАГОТОВОК

Цель работы

Изучение влияния жесткости заготовки на точность формы и размеров детали при обработке на токарном станке.

Краткие теоретические сведения

Суммарная погрешность обработки состоит из элементарных погрешностей. Определение величины суммарной погрешности играет особую роль для практики машиностроения.

Наиболее ощутимое влияние на ожидаемую точность, т. е. суммарную погрешность оказывают:

- упругие деформации технологической системы;
- погрешность установки заготовок;
- износ режущего инструмента;
- погрешность настройки инструмента;
- геометрическая точность металлорежущего оборудования;
- погрешность, зависящая от тепловых воздействий.

Эти факторы не остаются постоянными. Изменения характерны как для лезвийного, так и для абразивного инструмента.

Основные причины, вызывающие изменение силовых факторов

При обработке партии заготовок с предварительной настройкой инструмента на размер, приходится снимать слои материала различной глубины. Колебание глубины от t_{max} до t_{min} подчиняется определенному закону распределения и вызывает колебание сил резания. Кроме того, режущий инструмент при своем движении встречает негомогенные участки материала с различной твердостью. Это также

приводит к колебанию величины силы резания. Наряду с этим, на колебание сил резания оказывает влияние износ инструмента [1].

Силы резания (рис. 2.1). вызывают упругие отжатия (деформации) элементов технологической системы, а колебания сил резания приводят к постоянному изменению упругих отжатий.

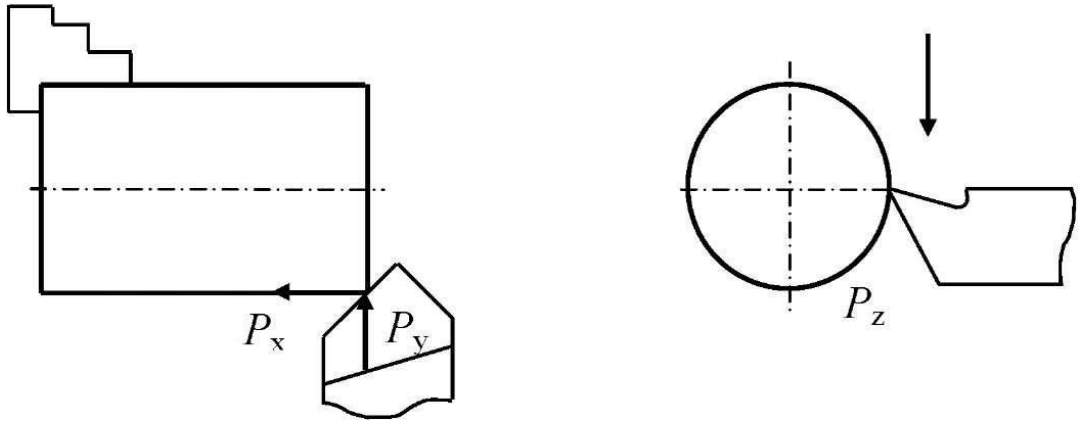


Рис. 2.1. Схемы сил резания, действующих при обработке вала на токарном станке

Силы резания определяются по эмпирическим формулам, например [1]:

$$P_y = C_p \cdot S^y \cdot V \cdot t_ф^x \cdot (HB)^n,$$

где S – подача, мм/об; V – скорость резания, м/мин; HB – твердость обрабатываемого материала по Бринелю; C_p – коэффициент, характеризующий условия обработки; y, x, n – показатели степеней, выбираемые в соответствии с конкретными условиями обработки; $t_ф$ – фактическое значение глубины резания, мм.

Упругие перемещения технологической системы являются функцией силы и жесткости [2].

$$y = f(P, j).$$

К силам, порождающим упругие перемещения, относятся: сила резания, сила зажима, центробежная сила и т. д.

Жесткость технологической системы и соответствующие ей упругие перемещения определяются как жесткостью заготовки – $j_{заг}$, так и жесткостью части технологической системы, с которой связан обрабатывающий инструмент.

Относительное упругое перемещение инструмента и заготовки можно определить по формуле:

$$y = y_з + y_д + y_п,$$

где y – упругое относительное перемещение инструмента и заготовки; $y_з$ – упругое перемещение заготовки относительно станины станка; $y_д$ – собственные упругие деформации заготовки; $y_п$ – упругое перемещение инструмента относительно станины станка.

Рассмотрим влияние силы резания на упругие деформации заготовки при ее консольном закреплении (см. рис. 2.1). Подобная схема базирования широко применяется на токарных, шлифовальных и зубообрабатывающих станках.

На деформацию заготовки наибольшее влияние оказывает составляющая сила резания P_y, некоторое влияние также оказывают силы резания P_x и P_z . Практически влияние последних учиты вается тем, что при испытании жесткости нагружение системы производят силой, совпадающей по направлению с суммарной силой резания, хотя расчет жесткости ведут только по составляющей P_y.

Величина деформации заготовки зависит от схемы ее закрепления. При консольном закреплении в патроне токарного станка (см. рис. 2.1) наибольшее ее отжатие имеет место на правом свободном конце [2].

$$y_{\max} = \frac{P_y \cdot l^3}{3E \cdot J} \ ,$$

где l – вылет детали, мм; E – модуль упругости материала заготовки, МПа; J – момент инерции сечения заготовки, мм^4.

При консольном закреплении вид отклонения формы заготовки в продольном сечении – конусность.

При обработке заготовок на металлорежущих станках большую роль играет их жесткость, которая предопределяет точность и производительность обработки, место и усилие зажима, режимы и др. факторы процесса обработки и его результаты. При обработке консольно закрепленных прутковых заготовок на токарных станках с увеличением вылета консоли увеличивается прогиб заготовки вследствие действия сил резания. Поэтому часто при обработке маложестких заготовок на токарных станках применяют промежуточные опоры (люнеты). При обработке заготовок на станках имеют место выбор зазоров между узлами станка, а также упругие деформации узлов станка, приспособления и инструмента в направлении действия силы резания. Но при выполнении данной работы ими можно пренебречь, так как они во много раз меньше упругой деформации заготовки.

Применяемое оборудование, приборы, материалы и инструменты

- Токарный станок с трехкулачковым патроном.
- Резец проходной.
- Пруток из стали 45 (ГОСТ 1050–88) Ø15 – 25 мм и длиной l = 230 – 300 мм. Чем больше диаметр заготовки, тем больше должна быть ее длина.
- Микрометр с пределами измерений 0 – 25 мм, с ценой деления 0,01 мм.
- Штангенциркуль с пределами измерений 0 – 250 мм, с ценой деления 0,1 мм.

Порядок выполнения работы

Заготовка – пруток устанавливается в трехкулачковом патроне токарного станка согласно схеме, приведенной на рис. 2.2.



Рис. 2.2. Схема установки заготовки

Для заготовки с диаметром d_0 = 15 мм длина консольной части должна составлять l = 160 мм, а при d_0 = 25 мм – l = 200 мм. После установки заготовка обрабатывается на размер d_0 для устранения погрешностей установки и погрешностей формы заготовки, что обеспечивает равномерность припуска при последующей обработке.

Рекомендуется свободный консольный конец заготовки зафиксировать с помощью заднего центра. Предварительная обработка выполняется с небольшой подачей S и глубиной резания t. После этого микрометром выполняется замер полученного диаметра заготовки d_0 и результат заносится в отчет.

Затем задний центр отводится от консольного конца заготовки и выполняется ее обтачивание по всей длине (кроме технологически необходимого участка $l_1 \leq 10$ мм).

При этом рекомендуются следующие диапазоны параметров используемого режима резания:

1) частота вращения шпинделя – n = 200 – 500 об/мин;
2) подача s = 0,1 – 0,3 мм/об;
3) глубина резания t = 0,5 – 1,0 мм.

После токарной обработки производится замер диаметров d_1, d_2 и d_3 в сечениях, соответствующих наибольшей длине вылета заготовки l, середине заготовки 0,5l и наименьшей длине вылета l_1 (рис. 2.3).

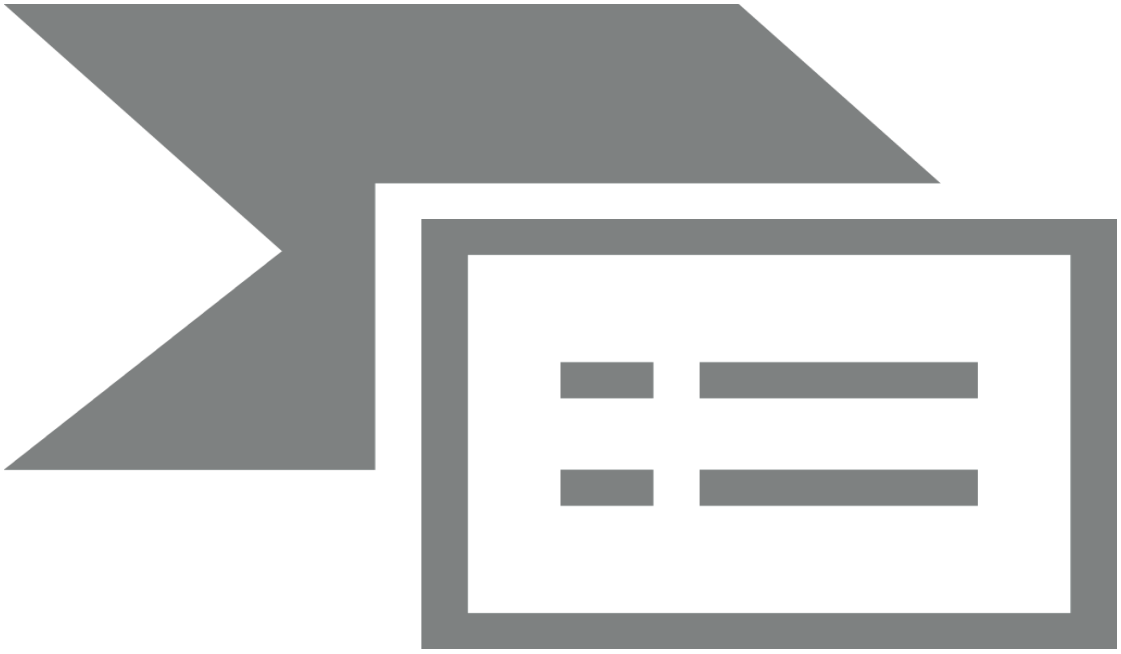


Рис. 2.3. Схема замера диаметров и размеров длин обработанной заготовки

Измерение диаметров выполняется микрометром с точностью до 0,01 мм, измерение длин – штангенциркулем с точностью до 0,1 мм. Результаты измерения заносятся в таблицу.

Методика выполнения работы и обработки результатов наблюдений

Необходимо произвести расчет ожидаемой погрешности формы заготовки после ее обработки под действием радиальной составляющей усилия резания P_y (влиянием сил P_z и P_x пренебрегаем).

При наружном продольном точении радиальная составляющая силы резания может быть определена по формуле [1]:

$$P_y = 10\ C_p \cdot s^y\ \cdot t^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (1)$$

где $C_p = 243$ при обработке конструкционной стали с $\sigma_в = 750$ МПа твердосплавными резцами; t – глубина резания, мм;, S – подача, мм/об., V – скорость резания, м/мин.

Пренебрегая уменьшением глубины резания на конце заготовки, принимаем

$$t = \frac{d_o - d_з}{2}. \quad (2)$$

Скорость резания рассчитывается по формуле [1]

$$V = \frac{\pi \cdot d_0 \cdot n}{1000}. \quad (3)$$

Значения коэффициентов x, y, n, K_p приведены [1].

Прогиб консольно закрепленной заготовки у (мм) под действием радиальной составляющей силы резания P_y рассчитывается по следующей формуле [2] :

$$y = \frac{P_y \cdot l^3}{3E \cdot J}, \quad (4)$$

где J – осевой момент инерции сечения, мм^4;
для тел круглого сечения:

$$J = \frac{\pi \cdot d_0^4}{64}, \quad (5)$$

E – модуль упругости материала заготовки:

$E = 2{,}1 \cdot 10^5$ МПа – для стали; $E = 1{,}05 \cdot 10^5$ МПа – для чугуна [1].

Определяются прогибы y и расчетные диаметры в трех сечениях заготовки на расстояниях l; $0{,}5l$ и l_1.

Все расчетные величины заносятся в таблицу.

Таблица 2.1

Экспериментальные и расчетные величины диаметров заготовки

Параметр образца	Положение сечений		
	l =	0,5l =	l_1 =
Диаметр до обработки	d_0 =		
Диаметр после обработки	d_1=	d_2 =	d_3 =
Прогиб	y_1 =	y_2 =	y_3 =
Расчетный диаметр $d_{р1} = d_0 - 2t + 2y$	$d_{р1}$ =	$d_{р2}$ =	$d_{р3}$ =

Сделать выводы на основе сопоставления фактически полученных диаметров с их расчетными величинами.

Отчет по лабораторной работе

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

1. Цель работы.
2. Схему замера диаметров и размеров длин обработанной заготовки (рис. 2.3).
3. Параметры используемого режима резания.
4. Расчет ожидаемых диаметров заготовки (см. табл. 2.1).
5. Параметры экспериментальных и расчетных величин диаметров заготовки (таблица).
6. Выводы по работе.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Чем объяснить разницу в расчетных и замеренных диаметрах?
2. Будут ли совпадать расчетные и замеренные диаметры в условиях обеспечения абсолютно жесткой заделки (крепления) детали в патроне?
3. Будут ли уменьшаться погрешности обработки при увеличении глубины резания и подачи?
4. Какую геометрическую форму будет иметь вал после обработки его с консольной установкой в патроне?
5. Какая форма детали получится в случае обработки вала в центрах?
6. Уменьшится ли погрешность формы детали при обработке материалов с меньшим модулем упругости?
7. Объясните появление такого вида отклонения профиля продольного сечения, как седловидность (или корсетность).

ЛИТЕРАТУРА

1. Справочник технолога–машиностроителя. В 2–х т. Т.2 / Под ред. А. М. Дальского, А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова, А. Г. Суслова – 5–е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2001– 944 с.
2. Егоров М. Е. и др. Технология машиностроения, М.: Высшая школа, 1976, 526 с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОЧНОСТИ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ МЕТОДОМ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ

Цель работы

Ознакомиться с методикой использования методов математической статистики в технологии машиностроения и научиться использовать статистический метод исследования для определения точности обработки.

Краткие теоретические сведения

Метод математической статистики получил широкое распространение для обработки результатов различных исследований. В технологии машиностроения он применяется для анализа точности технологических процессов, работы металлорежущего оборудования и статистического контроля в процессе производства.

Задачами статистического анализа точности технологического процесса являются определение:

1. Суммарной точности механической обработки деталей.
2. Точности настройки станка.
3. Стабильности разработанного технологического процесса с выявлением и анализом причин, вызывающих его нарушение.

Металлорежущим станкам присущи погрешности взаимного расположения узлов и деталей – отклонение от параллельности, соосности, перпендикулярности и т. д. Поэтому при получении заданных размеров партии деталей неизбежны погрешности. Одни могут уве-

личивать размер детали, другие – уменьшать его. Алгебраическая сумма погрешностей, действующих одновременно, образует суммарную или результирующую погрешность обработки. Она является мерой точности выбранного метода обработки и режимов резания.

Для определения ожидаемой суммарной погрешности обработки пользуются следующими тремя методами:

1. С помощью таблиц экономической точности обработки.
2. Статистическим методом анализа точности обработки.
3. Расчетно-аналитическим методом.

Полученный размер детали является случайным событием, а значение размера – случайной величиной. Все случайные размеры обладают закономерностями, которые можно изобразить в виде кривых распределения в зависимости от вида погрешности.

Погрешности, возникающие в результате различных причин подразделяются на *систематические* (постоянные и переменные) и *случайные*.

Систематические постоянные погрешности не изменяются по величине при обработке одной или нескольких партий заготовок и возникают под влиянием действия постоянного фактора.

Пример

1. Погрешность изготовления оборудования, приспособлений и т. п.

   а) неперпендикулярность оси отверстий и базовой поверхности заготовки в результате неперпендикулярности оси шпинделя и плоскости стола вертикального сверлильного станка;

   б) ошибки межосевого расстояния отверстий вследствие неправильно выдержанных расстояний в кондукторе;

   в) погрешность изготовления мерного инструмента.
2. Неправильная градуировка шкалы.
3. Отклонение от нормальной температуры в помещении. Систематические переменные погрешности могут влиять на точность обработки непрерывно или периодически,

   непрерывно влияющая погрешность.

Пример

1. Погрешность, вызванная размерным износом режущего инструмента.
2. При обработке длинных валов наблюдается конусность.
3. а) периодически влияющая погрешность.

4. Погрешность, возникающая в результате температурной деформации станка в период его пуска до состояния теплового равновесия.
5. Накопленная погрешность микрометра, которая не сказывается при измерении малых величин, но сказывается при измерении больших величин.

Случайные погрешности – погрешности непостоянные по величине и знаку. Они возникают в результате большого количества не связанных между собой факторов. Определить момент их появления и величину случайных погрешностей значительно сложнее, поэтому сложнее и оказывать на них влияние. Зачастую повлиять на случайные погрешности можно лишь путем коренного изменения технологического процесса (например, вместо токарной обработки ввести шлифовальную).

Погрешность партии деталей называют постоянной, если погрешности деталей в партии одинаковы. Такая погрешность получается под действием постоянных факторов, неизменных в точение всей обработки партии деталей. У постоянной погрешности поле рассеивания равно нулю, т. е. рассеивание отсутствует.

Погрешность партии деталей называют закономерно изменяющейся, если по ходу обработки можно проследить закономерность в изменении погрешности деталей.

В этом случае форма кривой распределения зависит от закона изменения общего действия факторов, вызывающих погрешность.

Благодаря случайным погрешностям, размеры деталей в партии (серии) получаются различными с колебанием в пределах допуска.

При проведении статистических исследований часто заменяют опытные кривые распределения известными математическими кривыми распределения.

Исследования показали, что при работе на настроенных металлорежущих станках, когда нет резко доминирующих погрешностей по величине и по времени, распределение действительных размеров партии деталей обычно соответствует закону нормального распределения Ляпунова-Гаусса. Уравнение этой кривой имеет вид:

$$y = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{\frac{x^2}{2\sigma^2}},$$

где y – частота появления погрешности; e – основание натурального логарифма, равное 2,7182; σ – среднее квадратичное отклонение размера.

Особенностью кривой нормального распределения является то, что с увеличением σ кривая сплющивается, ветви раздвигаются (рис. 3.1). Следовательно, σ является мерой рассеивания размеров.

Для оценки точности токарной обработки в работе применяется статистический метод исследования, который позволяет путём анализа кривых рассеяний размеров подсчитать процент брака, т. е. установить пригодность процесса для достижения определённой величины заданного допуска. В результате действия случайных погрешностей происходит рассеяние действительных размеров исследуемой величины, которое можно представить в виде таблиц или графиков. Для этого производится измерение 25 деталей.

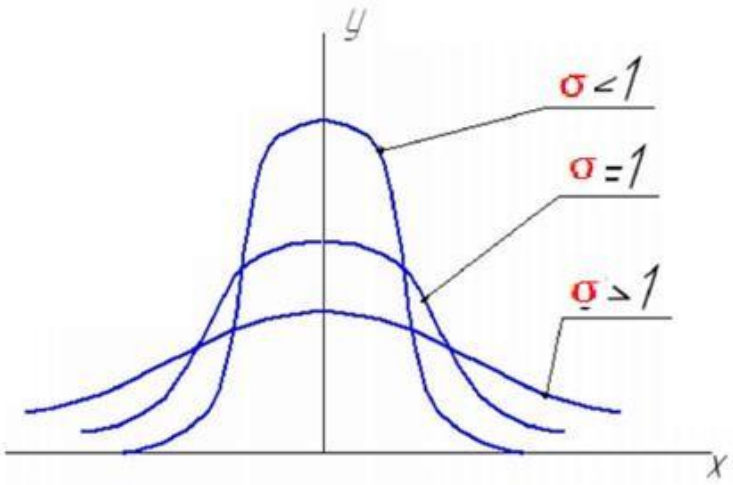


Рис. 3.1. Изменение формы кривой нормального распределения в зависимости от среднего квадратичного отклонения размера

Предварительно заготовка обрабатывается на токарном станке при одной настройке без смены и подналадки инструмента. Предварительная настройка осуществляется на размер, заданный преподавателем. После настройки лимб нониуса поперечной подачи устанавливается на ноль. После обработки каждой детали резец отводится от детали и затем вновь устанавливается в нужное положение по нониусу станка.

Рассеяние размеров подчиняется закону нормального распределения. Для построения кривой фактического распределения размеров, после измерения всех обработанных деталей, полученные размеры разбивают на группы в пределах определенного интервала. Цена интервала выбирается несколько больше цены измерения инструмента. Так, например, при измерении микрометром цена интервала принимается равной 0,02 или 0,05 мм. Результаты заносятся в таблицу (табл. 3.2) и на график (рис. 3.2).

При построении графика по оси ординат откладывают число заготовок с одинаковыми размерами, а по оси абсцисс – их размеры.

После соединения точек получается ломаная линия. При большом количестве точек эта кривая приближается к кривой нормального распределения.

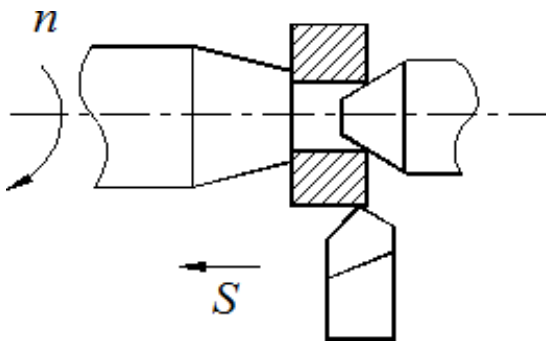


Рис. 3.2. Схема настройки

Для сопоставления полученной кривой с кривой нормального распределения на графике строят по точкам y_{max}, y_{min}, y_{σ} кривую нормального распределения. После этого проводят две вертикальные линии, ограничивающие поле допуска (заданного преподавателем). Если эти линии охватывают кривую распределения, то брака не будет. Если поле допуска окажется внутри кривой распределения, то брак неизбежен. По соответствующим формулам математической статистики можно подсчитать процент брака.

Для того, чтобы определить, насколько полученная кривая рассеяния фактических размеров приближается к теоретической кривой нормального распределения, обе кривые совмещаются в одинаковом масштабе.

Оборудование:

Токарно-винторезный станок.
Резцы проходные твердосплавные.
Микрометр.
Специальные образцы – 25 шт.

Порядок проведения работы

1. Записать техническую характеристику измерительного инструмента.

2. Настроить станок на обработку образцов в размер с указанными предельными отклонениями, заданный преподавателем. (например для $\emptyset\, 50^{+0,10}_{-0,06}$, определяется средний размер $\frac{50,1+49,94}{2} === 50,03$, затем методом пробных стружек на первом образце настраиваемся на размер 50,03 мм, следующие образцы обрабатываются при полученной настройке без смены и подналадки инструмента).
3. Провести измерение действительных размеров с помощью микрометра.
4. Полученный результат занести в табл. 3.1.
5. Произвести математическую обработку результатов. Подсчитать средний измеренный размер диаметра ($d_{ср}$), построить гистограмму распределения размеров, подсчитать среднее квадратичное отклонение.
6. Определить вероятность появления годных деталей и возможного брака, наметить мероприятия по его уменьшению.

Измерение размеров партии деталей в количестве не менее 25 штук проводят по диаметру (d). Средний измеренный размер:

$$d_{ср} = \frac{d_1+d_2+d_3+ \ldots +d_n}{n} = \frac{1}{n}\sum d_i ,$$

где n – действительное число измеренных деталей в партии.

Таблица 3.1

Результаты измерений

№№ п/п	Размер	№№ п/п	Размер	№№ п/п	Размер	№№ п/п	Размер	№№ п/п	Размер
1	17,89	6	17,92	11	17,93	16	17,94	21	17,94
2	17,95	7	17,95	12	17,96	17	17,96	22	17,96
3	17,97	8	17,97	13	17,97	18	17,98	23	17,98
4	17,98	9	17,99	14	17,98	19	18,00	24	18,00
5	18,01	10	18,02	15	18,02	20	18,04	25	18,05

Среднее квадратичное отклонение размера:

$$\sigma = \sqrt{\frac{(d_1- d_{ср})^2+(d_2- d_{ср})^2+(d_3- d_{ср})^2+ \ldots + (d_1- d_{ср})^2}{n}} = \sqrt{\frac{\sum x_i^2}{n}},$$

где $x_i = d_i - d_{ср}$.

Разница между наибольшим и наименьшим размерами детали называется *полем рассеяния*. Величина поля рассеяния $\omega = 6\sigma$ (т. е. от -3σ до $+3\sigma$).

Для построения графика рассеяния фактических размеров d поле рассеяния разбивается на интервалы Δd. Количество интервалов N для удобства построения выражается нечетным числом и берется обычно равным $7 \div 15$.

$$\Delta d = \frac{d_{i\max} - d_{i\min}}{N}.$$

По данным измерений составляется табл. 3.2.

Таблица 3.2

Результаты расчетов

Интервал	Частота m	$L_m \cdot m_i$	$X_i = L_m - x$	$X_i^2 \cdot 10^4$	$X_i^2 \cdot m \cdot 10^4$
17,89–17,91	1	17,90	–0,08	64	64
17,91–17,93	1	17,92	–0,06	36	36
17,93–17,95	3	53,82	–0,04	16	48
17,95–17,97	5	89,80	–0,02	4	20
17,97–17,99	6	107,88	0	0	0
17,99–18,01	4	72,00	+0,02	4	16
18,01–18,03	3	54,06	+0,04	16	48
18,03–18,05	1	18,04	+0,06	36	36
18,05–18,07	1	18,060	+0,08	64	64
	25	449,48			332

Примечание: L_m– среднее значение интервала размеров.

Средний арифметический размер (x) определяется по формуле

$$x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} X_i M_i = \frac{449,48}{25} = 17,979 \approx 17,98$$

Среднее квадратичное отклонение (σ) определяется по формуле

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} x_i^2 mi} = \sqrt{\frac{332}{10^4 \cdot 25}} = 0,0365 \approx 0,04 .$$

Для сокращения расчетов и упрощения примерного построения кривой нормального распределения можно ограничиться определением только трех параметров: максимальной ординаты $y_{\max}$ (при $x = \overline{x}$),

ординаты точек перегиба y_σ (при $x = \pm \sigma$) и величины поля рассеяния $\omega = \pm 3\sigma$.

На графике эмпирической кривой (ломаной) распределения построить теоретическую кривую распределения (кривая Гаусса) по 7 точкам, 6 из которых симметричны относительно x.

$$y_{max} = 0{,}4\frac{n\cdot\Delta l}{\sigma} = 0{,}4\frac{25\cdot 0{,}02}{0{,}04} = 5{,}0 \quad \text{при } x = \bar{x},$$

$$y_\sigma = 0{,}242\frac{n\cdot\Delta l}{\sigma} = 0{,}242\frac{25\cdot 0{,}02}{0{,}04} = 3{,}0 \quad \text{при } x_\sigma = \bar{x} \pm \sigma,$$

$$y_{2\sigma} = 0{,}054\frac{25\cdot 0{,}02}{0{,}04} = 0{,}7 \quad \text{при } x_{2\sigma} = \bar{x} \pm 2\sigma,$$

$$y_{3\sigma} = 0 \quad \text{при } x_{3\sigma} = \bar{x} \pm 3\sigma.$$

где y_{max} – максимальная ордината, y_σ – ордината точки перегиба.

По этим данным строится приближенная теоретическая кривая нормального распределения (рис. 3.2). Чем она круче, тем меньше величина σ и тем выше качество технологического процесса, и наоборот.

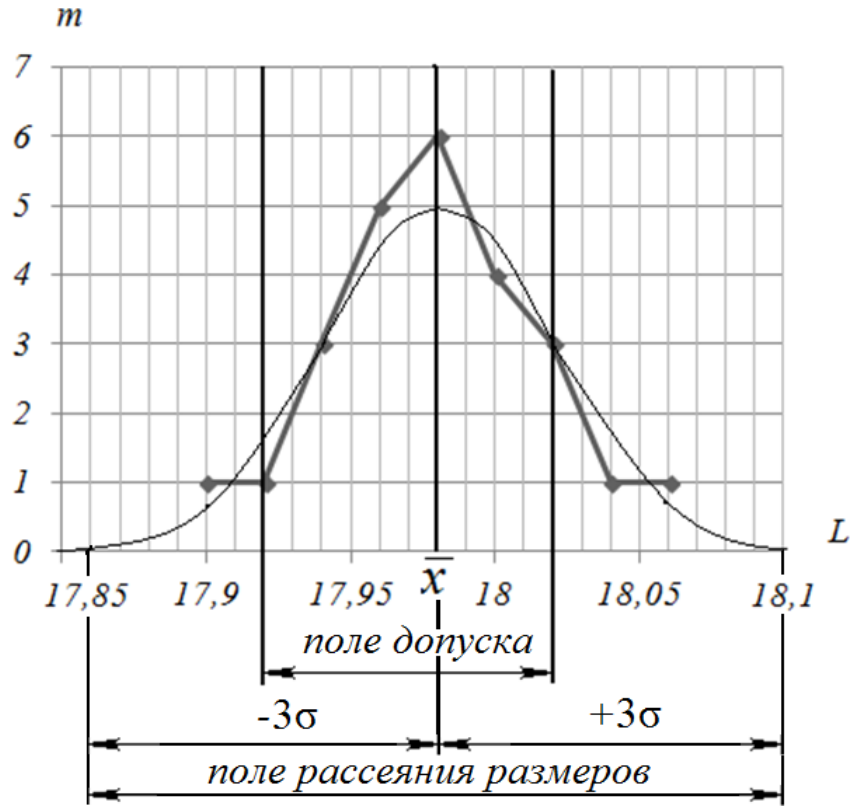


Рис. 3.2. Кривая рассеяния фактических размеров L и кривая нормального распределения

Для того, чтобы определить, насколько полученная кривая рассеяния фактических размеров приближается к теоретической кривой

нормального распределения, обе кривые совмещаются в одинаковом масштабе.

На графике провести две вертикальные линии, ограничивающие поле допуска.

Суммируя табличные значения половины предельных площадей под кривой нормального распределения от t_i, находим вероятность получения годных деталей.

$$P = \Phi(t_1) + \Phi(t_2).$$

Ожидаемый общий процент брака определяется по следующей формуле: $P_1 = 100 - P$.

По формулам математической статистики определить вероятность получения брака, %.

Для случая смещения центра поля рассеяния от середины поля допуска определяется величина смещения центра для поля рассеяния по формуле.

,

$$\Delta L_ц = \bar{x} - \frac{L_в + L_н}{2} = 17{,}98 - \frac{18{,}03 + 17{,}92}{2} = 0{,}005\,мм$$

где $L_в$ *и* $L_н$ – координаты линий поля допуска.

Вероятность получения брака (P %) по верхнему пределу допуска (+):

$$P = 0{,}5 - \Phi\,(t)\cdot 100,\ \%.$$

По нижнему пределу допуска (–):

$$P = 0{,}5 - \Phi\,(t)\cdot 100,\ \%,$$

где Ф – функция Лапласа.

Значение аргумента определяется по формулам:

$$t_в = \frac{L_в - \bar{x}}{\sigma} = \frac{18{,}03 - 17{,}98}{0{,}04} = 1{,}25$$

$$t_н = \frac{L_в - \bar{x}}{\sigma} = \frac{17{,}92 - 17{,}98}{0{,}04} = -1{,}5.$$

Величина функции Лапласа определяется по таблицам математической статистики [табл. 3.3 в конце работы]:

$$P_в = (0{,}5 - 0{,}3944)\cdot 100 = 10{,}56\ \%\ ;$$
$$P_н = (0{,}5 - 0{,}4332)\cdot 100 = 6{,}68\ \%\ .$$

Для случая совмещения центра поля рассеяния с серединой поля допуска ($\Delta L_y = 0$):

$$P = \left\lceil 1 - 2\Phi\left\{\frac{L_в - L_н}{2\cdot\sigma}\right\}\right\rceil \cdot 100$$

$$P = \left\lceil 1 - 2\Phi\left\{\frac{18{,}03 - 17{,}92}{2\cdot 0{,}04}\right\}\right\rceil \cdot 100 = 1 - 2\Phi(1{,}375) = 16{,}94\ \%.$$

Определение процента брака по кривым рассеяния не позволяет установить момента появления брака, т. е. не отражает последовательность обработки. Этот недостаток можно восполнить путём построения точечных диаграмм.

Для построения такой диаграммы по оси абсцисс откладывают номера последовательно обрабатываемых деталей, а по оси ординат – фактические размеры каждой детали.

Содержание отчёта

В отчёте должно быть название работы, цель, оборудование, схема настройки, протоколы измерения, весь ход расчёта кривых распределения, выводы.

Таблица 3.3

Значение величины Ф(t)/2 (половины предельных площадей под кривой нормального распределения)

t	Ф(t)/2	t	Ф(t)/2	t	Ф(t)/2	t	Ф(t)/2
0,00	0,0000	0,90	0,3160	1,80	0,4640	2,70	0,4965
0,05	0,0200	0,95	0,3290	1,85	0,4560	2,75	0,4970
0,10	0,0400	1,00	0,3415	1,90	0,4715	2,80	0,4975
0,15	0,0595	1,05	0,3530	1,95	0,4743	2,85	0,4975
0,20	0,0795	1,10	0,3045	2,00	0,4775	2,90	0,4980
0,25	0,0985	1,15	0,3760	2,05	0,4800	2,95	0,4985
0,30	0,1180	1,20	0,3850	2,10	0,4820	3,00	0,49865
0,35	0,1370	1,25	0,3945	2,15	0,4840	3,10	0,4990
0,40	0,1555	1,30	0,4030	2,20	0,4860	3,20	0,4995
0,45	0,1735	1,35	0,4115	2,25	0,4880	3,30	0,4995
0,50	0,1915	1,40	0,4190	2,30	0,4895	3,40	0,4995
0,55	0,2090	1,45	0,4265	2,35	0,4905	3,50	0,49975
0,60	0,2255	1,50	0,4330	2,40	0,4920	3,60	0,49985
0,65	0,2420	1,55	0,4395	2,45	0,4930	3,70	0,4999
0,70	0,2580	1,60	0,4450	2,50	0,4940	3,80	0,49993
0,75	0,2735	1,65	0,4495	2,55	0,4945	3,90	0,49996
0,80	0,2680	1,70	0,4565	2,60	0,4955	4,00	0,4997
0,85	0,3025	1,75	0,4600	2,65	0,4960	5,00	0,5000

Литература

1. Егоров М. Е. и др. Технология машиностроения. М., 1976, 534 с.
2. Якушев А. И. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения. М. Машиностроение, 1979, 340 с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖЕСТКОСТИ ТОКАРНОГО СТАНКА

Цель работы

Ознакомление с методиками определения жесткости технологической системы экспериментальными методами Определить жесткость токарного станка в 3–х точках по длине станины.

Краткие теоретические сведения

При обработке на металлорежущих станках технологическая система (ТС) подвергается упругим деформациям под действием сил, приложенных к ее звеньям. Это приводит к изменению настроенного положения между деталью и режущим инструментом.

Наибольшее влияние на изменение настроенного положения оказывает составляющая силы резания (P_y), направленная радиально к обрабатываемой поверхности.

Под влиянием силы резания в упругой системе, «станок – приспособление – инструмент – деталь» (СПИД) возникают деформации, которые приводят к изменению положения режущей кромки относительно обрабатываемой детали (за счет этого изменяются размеры обрабатываемой детали, появляются отклонения от правильной геометрической формы и т. п.).

Под жесткостью системы СПИД понимается способность системы оказывать сопротивление действию сил, стремящихся её деформировать. Жесткость системы СПИД определяется отношением радиальной составляющей силы резания (Py) к величине смещения режущей кромки (y).

$$j = \frac{P_y}{y}$$

Жесткость системы СПИД имеет важное значение в технологии машиностроения, так как от неё зависит и точность, и производи-

тельность обработки. В настоящей работе определяется жесткость токарного станка.

Существует два метода определения жесткости: статический и динамический (производственный). В настоящей работе используется производственный метод. При этом методе жесткость определяется непосредственно в процессе обработки заготовки.

Оборудование:

1. Токарно-винторезный станок.
2. Специальные образцы (2 шт.).
3. Резцы проходные.
4. Микрометр.
5. Схема настройки.

1.

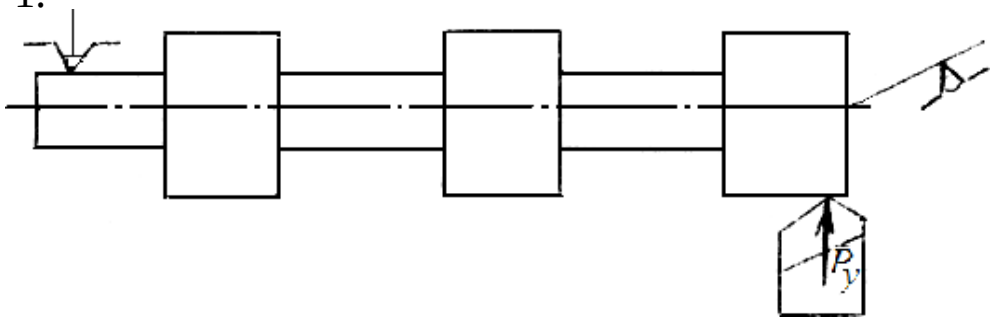


Рис. 4.1. Схема настройки

Порядок выполнения работы

1. Измеряется геометрия резца: γ, α, λ, φ, φ' (град), r (мм).
2. Определяется жесткость по методике № 1
3. Определяется жесткость по методике № 2.
4. Определяется износ резца h_3 (мм) после точения каждого образца.

Определение жесткости по методике № 1

В начале работы измеряется диаметр каждой ступени образца (d). Затем производится точение образца при подаче S = 0,2 мм/об., глубине резания t = 0,3 мм.

После точения с прямой подачей (резец движется от задней бабки к передней) производится измерение диаметров каждой ступени (d). Затем, не меняя положения резца, производится точение с обрат-

ной подачей (без врезания), после чего вновь повторно замеряются диаметры всех ступеней (d_0).

Вследствие наличия деформации в системе СПИД, происходящей под воздействием сил резания, при точении с обратной подачей резец также будет снимать стружку.

Данные опытов заносятся в таблицу – протокол №1 и 2.

Опыты проводятся на двух образцах равной длины.

Протокол № 1 (№ 2) для образца l =___мм.

№ измерения	Диаметры ступеней, мм								
	У передней бабки			Посередине			У задней бабки		
	d	$d_П$	$d_О$	d	$d_П$	$d_О$	d	$d_П$	$d_О$
1									
2									
3									
Среднее									

Расчет жесткости производится по формуле

$$j = C_y \cdot S^{0,75} \cdot HB^{2,0} \left(\frac{d - d_n}{d_n - d_o} - 1\right)$$

где $C_у$ – постоянный коэффициент; $C_у$ = 0,0027 при φ = 45°; γ = 0°; λ = 0°, r = 2 мм, $h_З$ = 2 мм.

Для резцов, имеющих другую геометрию, следует участь поправочные коэффициенте (см. приложение к лаб.работе 4).

Для образцов твердость –. HB = 156 (ст.20); HB = 179 (ст.30); HB = 217 (ст.40).

Определение жесткости по методике №2

В начале работы измеряются диаметры каждой ступени образца (d).

Затем по лимбу станка устанавливается заданная глубина резания ($t_З$).

После точения измеряется диаметр каждой ступеньки ($d_п$) и определяется фактическое значение глубины резания ($t_Ф$).

Вследствие деформации в системе СПИД $t_Ф$ не будет соответствовать $t_З$.

Данные опытов заносятся в таблицу – протокол № 3 (4). Опыты проводятся на двух образцах равной длины

Протокол № 3(4) для образца l =____мм

№ измерения	Результаты измерений, мм											
	У передней бабки				Посередине				У задней бабки			
	$t_з$	d	$d_п$	$t_ф$	$t_з$	d	$d_п$	$t_ф$	$t_з$	d	$d_п$	$t_ф$
1												
2												
3												
Среднее												

Расчет жесткости производится по формуле

$$j = \frac{C_y \cdot s^{0,75} \cdot HB^{2,0} \cdot t^{0,5}_{ф}}{t_з - t_ф}$$

Значение коэффициента C_y принимается такое же, как и в предыдущей методике.

Приложение

Поправочные коэффициенты к определению коэффициента C_y

φ,°	30	45	60	75	90
$k_φ$	1,63	1,0	0,7	0,54	0,44

γ,°	–2	0	2	4	6
$k_γ$	1,1	1,0	0,98	0,85	0,78

λ,°	0	2	4	5
$k_λ$	1,0	1,1	1,2	1,25

$h_з$, мм	0	0,5	1,0	1,5	2,0
k_h	0,4	0,52	0,65	0,82	1,0

r, мм	0,1	0,3	0,5	0,8	1,0	2,0
k_r	0,41	0,57	0,66	0,76	0,81	1,0

Содержание отчета

В отчете должно быть название работы, цель, оборудование, схема настройки, протоколы намерений, необходимые расчеты и краткий вывод.

Литература

1. "Технология машиностроения", М. Е. Егоров и др. М. Высшая школа, 1976 – 526 с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5. ПРОВЕРКА ТОЧНОСТИ ТОКАРНО–ВИНТОРЕЗНОГО СТАНКА

Цель работы

Изучение методики определения геометрической точности узлов токарного станка в соответствии с ГОСТ 18097–93.

Краткие теоретические сведения

Точность обрабатываемых деталей во многом определяется точностью работы станка. Последняя в свою очередь зависит от многих условий: качества установки и выверки станка на фундаменте, степени износа его деталей, величины зазора в подвижных соединениях, прочности крепления и фиксации деталей и узлов и т.п. Для получения деталей правильной формы с точно выдержанными размерами необходимо, чтобы станок, на котором они изготовляются, имел требуемую точность.

Точность металлорежущих станков нормируется государственными стандартами.

Снижение требуемой точности станка приводит к появлению погрешностей у обрабатываемых деталей и получению брака.

Задание по работе:

Пользуясь данным руководством, следует ознакомиться с методикой проверки точности станка и произвести проверку, после чего дать заключение о его пригодности к дальнейшей работе.

Класс точности проверяемого станка – Н.

Необходимый инструмент и приспособления для выполнения работы:

1. Индикатор на стойке.
2. Комплект оправок из трех штук.
3. Линейка ≥ 300мм.
4. Микрометр.

Индикатор часового типа

Во втулке *1* индикатора (рис. 5.1) расположен мерительный штифт *2* с наконечником *3*. Перемещение штифта с помощью зубчатой передачи, расположенной в корпусе, передается на стрелку *4*, причем один оборот стрелки соответствует перемещению штифта на *1* мм. Число целых оборотов стрелки (целые мм) отсчитываются по шкале указателя оборотов *5*, а часть оборота (сотые доли мм) – по шкале *6*.

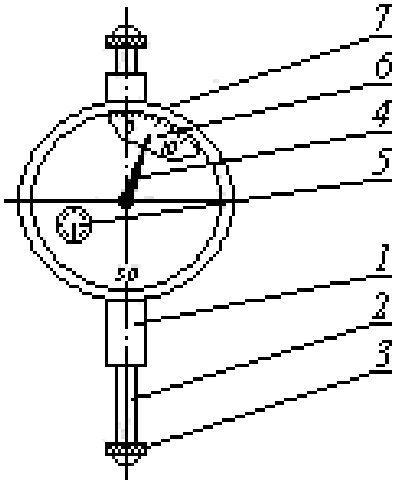


Рис. 5.1. Индикатор часового типа

Для установки индикатора на нуль, необходимо повернуть за ободок *7* циферблат до совпадения нулевого штриха шкалы *6* со стрелкой *4*.

Для замеров надо установить и закрепить стойку с индикатором напротив проверяемой поверхности и привести наконечник индикатора в соприкосновение с ней.

Индикатор при этом должен иметь натяг 1 – 2 оборота.

Ось мерительного штифта индикатора должна располагаться перпендикулярно проверяемой поверхности.

Порядок проверка точности станка

Проверка 1.1. Прямолинейность продольного перемещения суппорта в горизонтальной плоскости.

Наибольшая длина перемещения: от 320 до 500 мм.

Допускаемое отклонение – 16 мкм в сторону от оси центров.

Проверка при помощи оправки и индикатора.

В центрах передней *4* и задней *5* бабок (рис. 5.2) устанавливают оправку *2* с цилиндрической измерительной поверхностью.

Резцедержатель должен быть расположен возможно ближе к оси центров станка.

На суппорте *1* (в резцедержателе) укрепляется индикатор *3* так, чтобы его измерительный наконечник касался боковой образующей оправки и был направлен к ее оси перпендикулярно образующей.

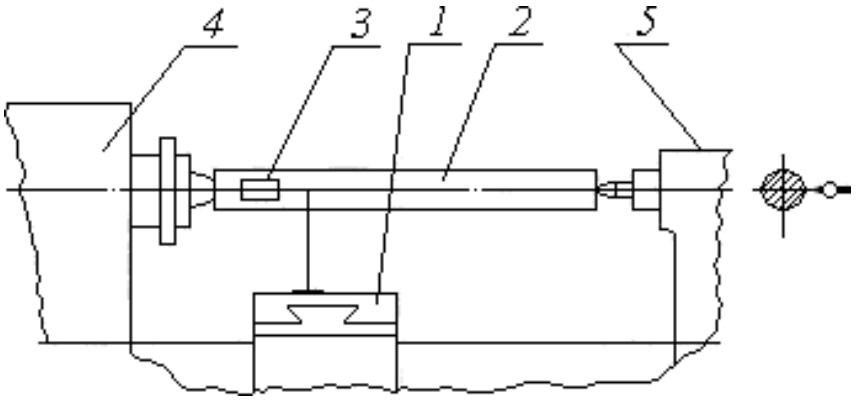


Рис. 5.2. Схема установки индикатора

Показания индикатора на концах оправки должны быть одинаковыми.

Суппорт перемещают в продольном направлении на всю длину хода.

Отклонения определяют как наибольшую алгебраическую разность показания индикатора.

Проверка 1.2. Прямолинейность продольного перемещения суппорта в вертикальной плоскости.

Наибольшая длина перемещения – от 320 до 500 мм.

Допуск – 20 мкм. Вогнутость не допускается.

Проверка при помощи оправки и индикатора *3*.

В центрах передней *4* и задней *5* бабок устанавливают оправку *2* с цилиндрической измерительной поверхностью. Резцедержатель должен быть расположен возможно ближе к оси центров станка.

На суппорте *1* (в резцедержателе) укрепляют индикатор *3* так, чтобы его измерительный наконечник касался верхней (нижней) образующей оправки и был направлен к ее оси перпендикулярно образующей.

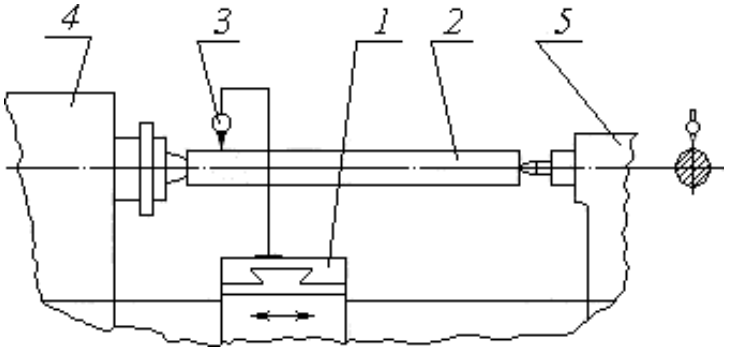


Рис. 5.3. Схема установки индикатора *3*

Суппорт перемещают в продольном направлении на всю длину хода.

Отклонение определяют как наибольшую алгебраическую разность показаний индикатора (если показания индикатора на концах оправки не одинаковое, то из результатов отклонений следует вычесть погрешность, вызванную установкой оправки).

Замеры повторяются три раза.

Проверка 1.3. Радиальное биение центрирующей поверхности шпинделя передней бабки под патрон (рис. 5.4).

Наибольший диаметр обрабатываемого на станке изделия до 250 мм.

Допуск – 8 мкм.

Наибольший диаметр обрабатываемого на станке изделия – от 50 до 800 мм.

Допуск – 10 мкм.

На неподвижной части станка укрепляют индикатор *1* так, чтобы его измерительный наконечник касался проверяемой поверхности *2* и был направлен к ее оси перпендикулярно образующей.

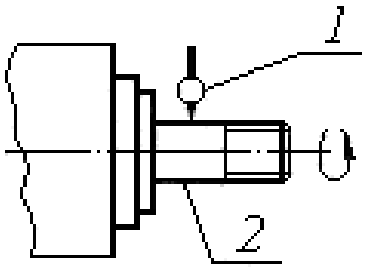


Рис. 5.4. Схема установки индикатора *1*

Шпиндель приводят во вращение в рабочем направлении. Шпиндель при измерении должен сделать не менее двух оборотов. Отклонение определяют как наибольшую алгебраическую разность показаний индикатора.

Проверка 1.4. Радиальное биение конического отверстия шпинделя передней бабки, проверяемое:

а) у торца;

б) на длине *J.*

Для 1.4, *а* допуск – 10 мкм.

Для 1.4, *б* допуск – 16 мкм на *J* = 200 мм.

В отверстие шпинделя *1* (рис. 5.5) вставляют контрольную оправку *3* с цилиндрической измерительной поверхностью.

На неподвижной части станка укрепляют индикатор 2 так, чтобы его измерительный наконечник касался измерительной поверхности оправки и был направлен к ее оси перпендикулярно образующей.

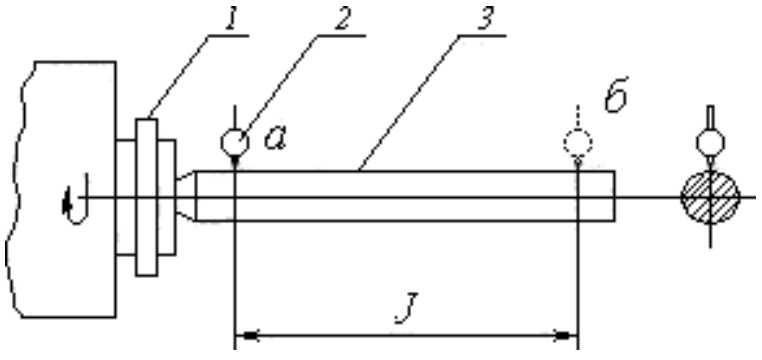


Рис. 5.5. Схема установки индикатора 2

Шпиндель приводят во вращение (в рабочем направлении).

При каждом измерении шпиндель должен сделать не менее двух оборотов.

Отклонение определяют как наибольшую алгебраическую разность показаний индикатора в каждом положении.

Проверка 1.5. Параллельность оси вращения шпинделя передней бабки продольному перемещению суппорта:

а) в вертикальной плоскости;

б) в горизонтальной плоскости.

Наибольший диаметр обрабатываемого на станке изделия до – 250 мм.

Для 1.5, *а* допуск 12 мкм на J = 150 мм.

Для 1.5, *б* допуск 6 мкм на J = 150 мм.

Наибольший диаметр обрабатываемого на станке изделия – от 250 до 400 мм

Для 1.5, *а* допуск 16 мкм на J = 200 мм.

Для 1.5, *б* допуск 8 мкм на J = 200 мм.

В отверстие шпинделя *1* вставляют контрольную оправку *3* с цилиндрической измерительной поверхностью.

На суппорте *4* (в резцедержателе) (рис. 5.6) укрепляют индикатор *2* так, чтобы его измерительный наконечник касался измерительной поверхности оправки и был направлен к ее оси перпендикулярно образующей.

Суппорт перемещают в продольном направлении на всю длину хода J.

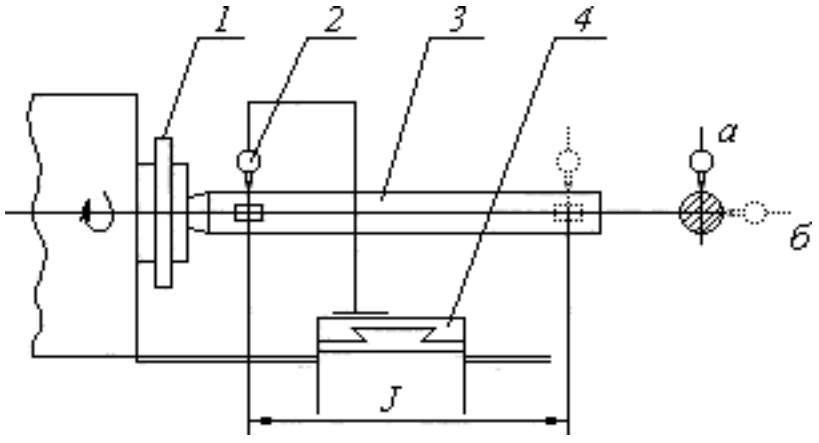


Рис. 5.6. Схема установки индикатора 2

Измерения производят по двум диаметрально противоположным образующим оправки (при повороте шпинделя на 180°).

Отклонение определяют как среднюю арифметическую результатов не менее чем двух измерений в каждой плоскости, каждый из

которых определяют как наибольшую алгебраическую разность показаний индикатора при перемещении суппорта.

Проверка 1.6. Параллельность оси конического отверстия пиноли задней бабки перемещению суппорта:

а) в вертикальной плоскости;

б) в горизонтальной плоскости.

Наибольший диаметр обрабатываемого на станке изделия – до 250 мм.

Для 1.6, *а* допуск 16 мкм на J = 150 мм.

Для 1.6, *б* допуск 16 мкм на J = 150 мм.

Наибольший диаметр обрабатываемого на станке изделия – от 250 до 400 мм.

Для 1.6, *а* допуск 20 мкм на J = 200 мм.

Для I.6, *б* допуск 20 мкм на J = 200 мм.

Заднюю бабку с полностью вдвинутой пинолью устанавливают на расстоянии от торца шпинделя до торца пиноли примерно равном наибольшему диаметру обрабатываемого на станке изделия.

Заднюю бабку и пиноль закрепляют.

В отверстие пиноли *3* (рис. 5.7) вставляют контрольную оправку *1* с цилиндрической измерительной поверхностью.

В суппорте *4* устанавливают индикатор *2* так, чтобы его измерительный наконечник касался измерительной поверхности оправки и был направлен к ее оси перпендикулярно образующей.

Суппорт перемешают в продольном направлении на длину J.

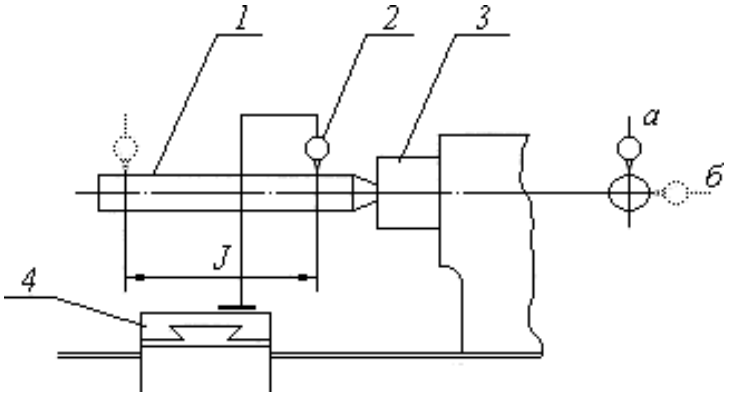


Рис. 5.7. Схема установки индикатора 2

Отклонение определяют как наибольшую алгебраическую разность показаний индикатора в указанных положениях суппорта.

Содержание отчета:

1. Станок: ...
2. Модель станка: …
3. Наибольший диаметр обрабатываемого на станке изделия: …
4. Сводная таблица (табл. 5.1).
5. Заключение об износе узлов станка.

Таблица 5.1

Результаты измерения точности станка модели …

Проверка	Что проверяется	Эскиз	Допуск в мкм	Результаты замеров	Среднее арифметическое	Величина отклонения от допустимого в мкм
1.1	Прямолинейность продольного перемещения суппорта в горизонтальной плоскости		16	1) 2) 3)		

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОГРЕШНОСТИ УСТАНОВКИ РАЗМЕРА ПО ЛИМБУ СТАНКА

Цель работы

Ознакомиться с методикой оценки погрешности при установке размера по лимбу станка.

Краткие теоретические сведения

При изготовлении деталей на металлорежущих станках часто приходится пользоваться лимбами, дающими возможность отсчитывать необходимые перемещения узлов станка. При пользовании лимбами (даже при перемещении на целое число делений лимба) не представляется возможным точно получить необходимое перемещение ввиду влияния погрешности установки.

Погрешность установки размера по лимбу станка является случайной погрешностью и зависит от многих переменных факторов: ве-

личины силы трения в направляющих, жесткости цепи перемещения, износа винтовой пары, зрения рабочего, освещенности рабочего места, ширины штрихов на шкале лимба, неточности шага винта, неточности нанесения делений на лимбе и др.

Величину погрешности установки по лимбу станка можно найти на основании наблюдений, построения кривых распределения и их математической обработки.

Для получения данных, по которым строится кривая распределения, необходимо многократно устанавливать узел станка в одно и то же положение по лимбу, фиксируя каждый раз измерительным прибором фактическое положение узла.

При такой методике проведения работы не учитываются составляющие погрешности установки, обусловленные неточностью шага винта и неточностью нанесения делений лимба, но значительно упрощается техника проведения эксперимента.

Указанные составляющие общей погрешности установки, как известно, не могут иметь значительной величины, а поэтому такое упрощение не вносит заметной ошибки в результаты эксперимента.

Порядок проведения работы

Работу следует выполнять в такой последовательности:

1. Установить лимб станка на выбранное деление.
2. Закрепить на неподвижном узле станка индикаторную стойку. Измерительный наконечник индикатора должен касаться перемещающейся (при опыте) детали станка (рис. 6.1). Индикатор может быть установлен на любое деление с некоторым натягом.
3. С помощью винта (поворачивая рукоятку винта в обратном направлении) отвести назад (на 0,5 – 1 оборот винта) перемещающийся узел так, чтобы обязательно был выбран зазор в винтовой паре.
4. Поворачивая рукоятку винта, переместить узел станка до совпадения риски выбранного деления лимба с неподвижной отметкой. Окончательную доводку совпадения рисок произвести легким постукиванием руки по рукоятке винта. Записать показание индикатора.
5. Многократно (80 – 120 раз) повторить п. 3 и 4. Показания индикатора записать в табл. 6.1

6. Построить точечную диаграмму, в которой по оси абсцисс откладываются порядковые номера наблюдений, а по оси ординат – отсчет при наблюдении.
7. Произвести разбивку на интервалы и построить опытную кривую распределения.
8. Для удобства обработки результатов наблюдений показания индикатора после построения точечной диаграммы сгруппировать и свести в табл. 6.2.

Таблица 6.1

Результаты измерений

Номер установки узла	Показания индикатора, мкм	Номер установки узла	Показания индикатора, мкм

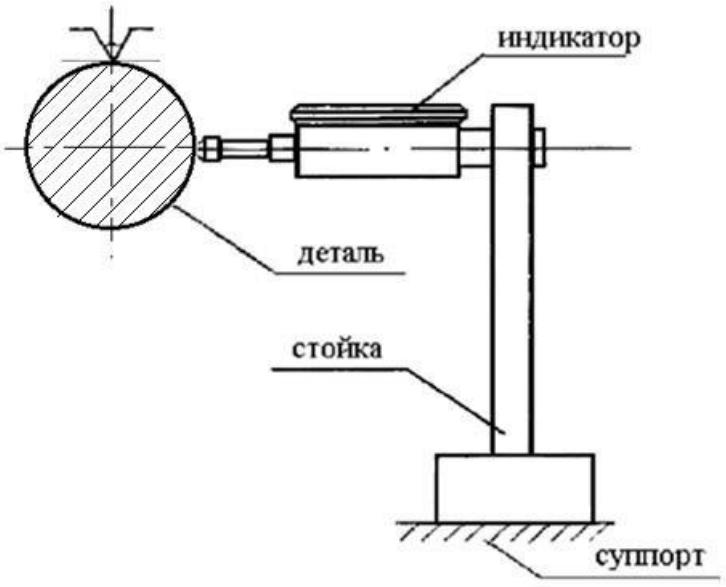


Рис. 6.1. Крепление индикатора для установки размера по лимбу станка

9. Подсчитать значения x σ и 6σ

10. Свести в табл. 6.3 данные для построения кривой нормального распределения.

11. Построить кривую нормального распределения, совместив ее с опытной кривой распределения.

При построении теоретической кривой абсциссы откладывать от среднего арифметического значения $\bar{x}$.

12. Составить отчет.

Таблица 6.2

Результаты расчетов

Границы интервала измерения	Среднее значение Интервала, $x_{i\text{ср}}$	Частота, m_i	$x_{i\text{ср}} \cdot m_i$	$x_{i\text{ср}} - \overline{x}$	$(x_{i\text{ср}} - \bar{x})^2$
$x_1 - x_2$ $x_2 - x_3$ и т.д.					
			$\sum x_{i\text{ср}} \cdot m_i$		$\sum (x_{i\text{ср}} - \bar{x})^2$

Таблица 6.3

Данные для построения кривой нормального распределения

x	$z = \frac{x}{\sigma}$	y	$m_i = y\,\frac{n\Delta x}{10^4 \cdot \sigma}$
0 $0{,}5 \cdot \sigma$ и т. д.	0		

Содержание отчета

В отчете должны быть приведены следующие данные:

1. наименование работы;
2. наименование, модель и характеристика станка;
3. шаг винта перемещений и цена деления лимба;
4. схема измерения погрешности;
5. данные об измерительных приборах;
6. результаты опытов (по форме табл. 6.1, 6.2, 6.3);
7. построение точечной диаграммы и ее анализ, определение наличия систематической постоянной или систематической закономерной погрешности;
8. расчет величин $\bar{x}$, σ и 6σ;
9. графическое построение опытной кривой распределения и кривой нормального распределения;
10. выводы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7
ВЫБОР СХЕМЫ ТОЧЕНИЯ СТУПЕНЧАТОГО ВАЛИКА

Цель работы

Ознакомиться со схемами обработки ступенчатых валиков при работе на ненастроенных станках.

Краткие теоретические сведения

Обтачивание валов и других деталей (тел вращения) обычно разделяется на две операции*: черновое* (предварительное) и *чистовое* (окончательное) *обтачивание*. При черновом обтачивании снимают большую часть припуска; обработка производится с большой глубиной резания и большой подачей.

Рассмотрим несколько схем обточки ступенчатых валиков. При черновой обработке производительность зависит от выбора схемы, а при чистовой обработке – от характера простановки размеров и точности отдельных ступеней.

Черновое (предварительное) обтачивание вала, имеющего несколько ступеней и изготовленного из проката, можно выполнять по различным схемам обработки. На рис. 7.1 представлены три схемы обтачивания ступенчатого вала (цифрами обозначены порядковые номера переходов, прописными буквами – ступени вала). При обтачивании по схеме *А* каждую ступень вала обтачивают, начиная с торца, и таким образом всю обработку вала производят за три прохода: за 1-й проход обтачивают ступени *а* и *б* и *в,* за 2-й проход – ступени *а* и *б* и за 3-й проход – ступень *а*.

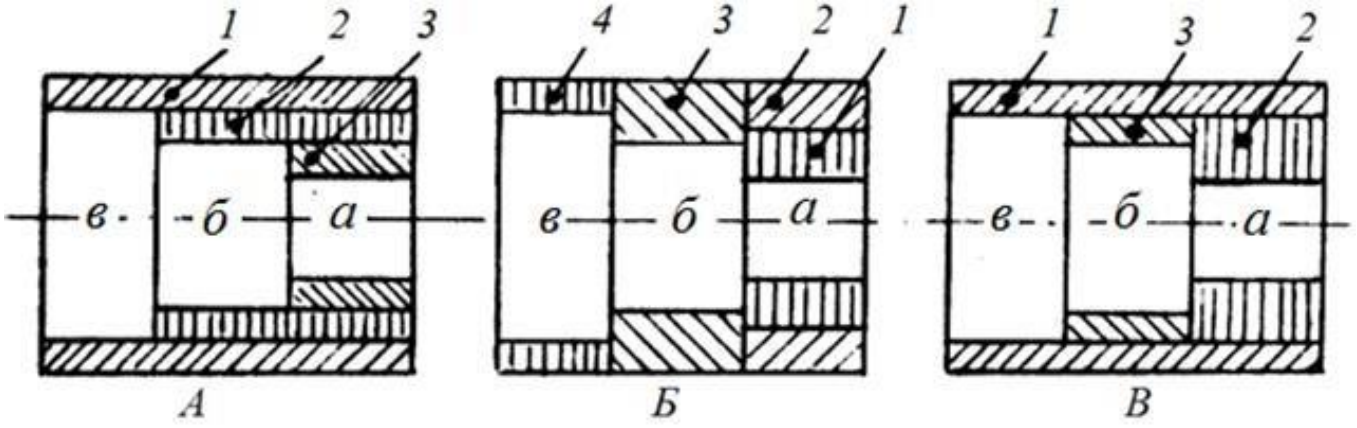


Рис. 7.1. Схемы точения образцов (*1, 2, 3 ,4* – обозначение последовательности снятия припуска – переходы)

При обтачивании по схеме *Б* каждую ступень вала обтачивают отдельно: ступень *а* вследствие большой глубины резания обтачивается за два прохода (1-й и 2-й); ступень *б* – за один проход (3-й) и ступень *в* – за один проход (4-й).

Комбинированная схема обработки *В* предусматривает обтачивание ступени *в* за 1-й проход, начиная с торца, ступень *а* обтачивается за 2-й проход и ступень *б* – за 3-й проход.

На выбор той или иной схемы влияют величина припусков на отдельных ступенях вала и соотношение размеров ступеней: диаметра и длины. Схема, обеспечивающая наименьшее время обработки, наиболее выгодна.

Оборудование

1. Токарно-винторезный станок.
2. Резцы проходные с $\varphi = 90°$.
3. Образцы – три валика.
4. Измерительный инструмент – штангенциркуль, цена деления 0,1.
5. Схема установки заготовок (Рис. 7.1).

Порядок выполнения работы

1. Подготовить заготовки. Подрезать торцы (центровать, при необходимости).
2. Установить требуемый режим обработки (n = 450 об/мин, S = 0,15 мм/об, t – в зависимости от схемы снятия припуска).
3. Последовательно обточить три заготовки по схемам А, Б и В (см. рис. 7.1, табл. 7.1).
4. Время обработки фиксируется секундомером.
5. Расчетное время определяется по формуле: $t_0 = \frac{l}{n \cdot S}$, где l - принимать с учетом врезания и перебега инструмента.
6. Результаты замеров занести в таблицу 7.2.

Настройка на размер осуществляется путем пробных ходов.

Вспомогательное время учитывается только на потери, связанные с возвратом инструмента в исходное состояние и взятие пробных стружек.

Таблица 7.1

Последовательность снятия припуска

Переходы	А	Б	В
	t =		
1	0,5	0,75	0,5
2	0,5	0,75	1,0
3	0,5	1,0	0,5
4	-	0,5	-

Содержание отчета

1. Описать условия работы.
2. Привести результаты замеров.
3. Рассчет основного времени по каждой ступени.
4. Сделать вывод о целесообразности применения той или иной схемы точения.

Таблица 7.2

Результаты эксперимента

Схема точе-	Время обработки, мин (с)												Суммарное время	
	1–я ступень				2–я ступень				3–я ступень				основ-ное	опера-тивное
	основное		вспомогательное		основное		вспомогательное		основное		вспомогательное			
	Хрон.	Расч.	Хрон.	Расч.	Хрон.	Расч.	Хрон.	Расч.	Хрон.	Расч.	Хрон.	Расч.	Хрон. / Расч.	Хрон. / Расч.
А														
Б														
В														

ОГЛАВЛЕНИЕ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1 ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМА РЕЗАНИЯ НА ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ (ГОСТ 2789-73).....3

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОГРЕШНОСТИ ФОРМЫ ПРИ ТОЧЕНИИ НЕЖЕСТКИХ ЗАГОТОВОК 14

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОЧНОСТИ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ МЕТОДОМ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ 21

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖЕСТКОСТИ ТОКАРНОГО СТАНКА 31

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5 ПРОВЕРКА ТОЧНОСТИ ТОКАРНО–ВИНТОРЕЗНОГО СТАНКА.....35

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОГРЕШНОСТИ УСТАНОВКИ РАЗМЕРА ПО ЛИМБУ СТАНКА.....42

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7 ВЫБОР СХЕМЫ ТОЧЕНИЯ СТУПЕНЧАТОГО ВАЛИКА.....46

Учебное издание

Татьяна Петровна Глинникова

Сергей Александрович Волегов

Лабораторный практикум
по дисциплине
«Основы технологии машиностроения»
для студентов специальностей
«Оборудование и технология повышения износостойкости и восстановления деталей машин и аппаратов» (МШС)
направление 150700.62 «Машиностроение» и «Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов» (ТМО)
направления 130600 – «Оборудование и агрегаты нефтегазового производства» *очного и заочного обучения*

Редактор *******

Подписано в печать **.0*.2014 г. Бумага писчая. Формат 60 × 84 1/16.
Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе.
Печ. л. *,0. Уч.-изд. л. *,4. Тираж 100. Заказ №

Издательство УГГУ
620144, Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
Уральский государственный горный университет
Отпечатано с оригинал-макета
в лаборатории множительной техники УГГУ

МИНОБРНАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-методическому комплексу _____ С.А. Упоров

Методические указания для самостоятельной работы по дисциплине

ОП.10 Детали машин

Для студентов специальности

15.02.16 Технология машиностроения

Екатеринбург

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа - это часть учебного процесса, метод обучения, прием учебно-познавательной деятельности, комплексная целевая стандартизованная учебная деятельность с запланированными видом, типом, формами контроля.

Целью самостоятельной работы студентов является закрепление тех знаний, которые они получили на аудиторных занятиях, а также способствование развитию у студентов творческих навыков, инициативы, умению организовать свое время.

Самостоятельная работа реализует следующие задачи:

- предполагает освоение курса дисциплины;
- помогает освоению навыков учебной и научной работы;
- способствует осознанию ответственности процесса познания;
- способствует углублению и пополнению знаний студентов, освоению ими навыков и умений;

В методических указаниях представлены основные темы курса Детали машин и вопросы к каждой теме

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ ЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА

1. Введение.

Во введении необходимо изучить следующие вопросы: значение дисциплины «Детали машин» в решении задач социально-экономического развития страны, повышении производительности труда; ведущая роль машиностроения среди других отраслей народного хозяйства; краткие сведения из истории машиностроения; автоматизация; основные направления в развитии конструкций машин. Необходимо изучить классификацию машин, их деталей и узлов, знать требования к деталям машин, основные направления по повышению надежности и долговечности деталей машин, уменьшению их материалоемкости. При ознакомлении с технологическими требованиями к деталям машин выяснить, что представляет собой технологичность деталей машин и какими способами она достигается.

Знать виды расчетов деталей машин и ознакомиться с принципиальными основами расчетов на прочность, жесткость, устойчивость, износостойкость и теплостойкость. Необходимо также ознакомиться со следующими вопросами: виды нагрузок, действующих на детали машин, режимы нагрузок; основные критерии работоспособности и расчета деталей машин; выбор допускаемых напряжений и запасов прочности в машиностроении при статических и переменных нагрузках; машиностроительные материалы; стандартизация в машиностроении и ее значение; допуски и посадки; технологические требования, предъявляемые к деталям машин.

Вопросы для самопроверки:

1. Какова роль машиностроения в народном хозяйстве?
2. Каковы основные тенденции развития современного машиностроения?
3. Что такое деталь, сборочная единица (узел) и машина в целом?
4. Какие детали и узлы машин изучают в данном разделе курса?
5. Каковы основные направления в развитии конструкций машин?
6. Какие условия определяют рациональную конструкцию машины в целом и ее узлов и деталей в отдельности?
7. Что представляют собой основные критерии работоспособности деталей машин и каково их значение?
8. В чем сущность расчетов деталей машин на прочность, жесткость, устойчивость, износостойкость, виброустойчивость и теплостойкость?
9. Назовите методы выбора допускаемых напряжений и запасов прочности в машиностроении. В чем их сущность?
10. В зависимости от каких факторов определяют допускаемые напряжения и запасы прочности в машиностроении?
11. Перечислите критерии работоспособности и приведите примеры конструкций, где тот или иной критерий является главным.
12. Объясните понятие номинальной и расчетной нагрузки.

13. Какие машиностроительные материалы являются основными?

14. Какие факторы учитывают при выборе конструкционного материала?

15. Какую конструкцию называют технологичной?

16. Какое техническое и экономическое значение имеет технологичность машин, их узлов и деталей? От чего она зависит? Каким образом достигается?

17. Какими путями достигается снижение стоимости машин при их проектировании и изготовлении?

18. Какими способами достигается экономичность машины при ее эксплуатации?

19. Каковы основные направления повышения надежности и долговечности деталей машин?

2. Соединения.

Ознакомьтесь с классификацией соединений: разъемных и неразъемных, фрикционных и нефрикционных, подвижных и неподвижных.

Основное внимание обратите на виды соединений деталей с натягом и области их применения в машиностроении, на поведение соединений с натягом цилиндрических поверхностей при нагружении осевой силой и крутящим моментом, расчеты этих соединений, соединения с помощью стяжных колец и планок.

Вопросы для самопроверки:

1. Что такое соединение?

2. Классификация, типы и основные требования к соединениям.

3. Виды разъемных и неразъемных соединений.

4. Виды фрикционных и нефрикционных соединений.

5. Виды подвижных и неподвижных соединений.

6.Какие различают виды соединений деталей с натягом и какими способами их осуществляют?

7.Где применяют соединения посадками с натягом?

8.Как рассчитывают цилиндрические соединения с натягом при нагружении:

1) осевой силой;

2) крутящим моментом;

3) осевой силой и крутящим моментом?

9.Как образуется прессовое соединение и за счет каких сил оно передает нагрузку?

10.Оценка прессового соединения по сравнению со шпоночным и шлицевым.

11.По каким натягам рассчитывают прочность соединения и прочность деталей?

12.Как подбирается посадка для соединения с гарантированным

3. Сварные, паяные и клеевые соединения.

Основное внимание обратите на виды сварных соединений и сварных швов, области их применения и расчет; преимущества и недостатки сварных конструкций по сравнению с клепаными и литыми. Ознакомьтесь с нормами допускаемых напряжений для сварных швов.

Сварные конструкции, несмотря на большие преимущества, в отдельных случаях вследствие меньшей жесткости и наличия внутренних напряжений в швах оказываются менее качественными, нежели такие же конструкции из чугунного или стального литья.

Паяное соединение образуется в результате химических связей материала деталей и присадочного материала, называемого припоем. Нужно знать процесс подготовки поверхности деталей к пайке, виды припоев, расчет прочности паяных соединений.

Обратите внимание на суть процесса склеивания, виды клеев, подготовку поверхности деталей к склеиванию, на факторы, влияющие на качество клейки, научитесь рассчитывать на прочность клеевые соединения.

Вопросы для самопроверки:

1. Преимущества сварных конструкций по сравнению с клепаными, литыми, коваными.
2. Каковы основные виды сварки в машиностроении и в чем их сущность?
3. Что называют сварным швом? Назовите типы сварных швов.
4. Как рассчитывают стыковые и угловые сварные швы?
5. Как рассчитывают лобовые и фланговые сварные швы?
6. Как рассчитывают сварной шов, подверженный действию изгибающего момента?
7. Как рассчитывают сварные швы соединений, работающих на сложное сопротивление?
8. Как рассчитывают сварные швы при переменных нагрузках?
9. Почему не рекомендуют применять длинные фланговые швы?
10. По какому сечению разрушается угловой шов?
11. Какие факторы влияют на прочность сварных соединений?
12. Где применяют паяные соединения?
13. Как ведется подготовка поверхности деталей к пайке?
14. Укажите основные виды припоев и их применение для пайки конструкций.
15. Как рассчитывают на прочность паяные соединения?
16. Где применяют клеевые соединения?
17. Как ведутся подготовка поверхности деталей к склеиванию и процесс клейки?
18. Какие различают клеевые составы и каково их применение для клейки различных материалов?
19. Какова прочность клеевых соединений и как ведется расчет на сдвиг и на отрыв?

4. Заклепочные соединения.

Ознакомьтесь с конструкцией заклепок, их разновидностями по ГОСТам, материалами, из которых изготовляют заклепки, типами заклепочных швов по назначению и конструкции, областью их применения (в прошлом и в настоящее время) и расчетом прочных швов.

Вопросы для самопроверки:

1. Какие различают заклепки по назначению и по форме головок? Из какого материала их изготовляют?
2. Какие заклепочные швы различают по назначению и по конструкции?
3. По какому диаметру производят расчет заклепок на прочность?
4. Что учитывает коэффициент прочности заклепочного шва?
5. Какая существует зависимость между диаметром заклепки и толщиной листа?
6. Как рассчитывают прочные заклепочные швы?
7. Как выбирают допускаемые напряжения при знакопеременных нагрузках?
8. Как образуется заклепочное соединение?
9. Почему шахматное расположение заклепок в группе предпочтительнее рядного расположения?

10. Какие напряжения испытывает заклепка?

11. По каким сечениям и напряжениям рассчитывается лист в заклепочном соединении?

5. Резьбовые соединения.

Резьбы и их разновидности, ГОСТы на резьбы; достоинства, недостатки и области применения отдельных видов резьб; расчет резьбы и подбор ее по ГОСТам; конструкция болтов, шпилек, винтов, гаек, шайб и гаечных замков, их разновидности по ГОСТам; их материал; резьбы для болтов; области применения различных болтов, шпилек, винтов, гаек, шайб и гаечных замков и подбор их по ГОСТам и по ведомственным нормалям; расчет болтов.

При изучении расчета болтов, находящихся под действием статических нагрузок, уясните разницу в расчетах болтов в зависимости от способа их нагружения. Усвойте расчет болтов при действии на них переменных нагрузок и высоких температур; ознакомьтесь с методикой расчета групп болтов и с нормами допускаемых напряжений при расчете болтов. Обратите внимание на способы увеличения прочности болтов, винтов, шпилек и гаек.

Вопросы для самопроверки:

1. Какие различают типы резьбы по назначению и по геометрической форме и какие из них являются стандартными?

2. Какие существуют виды резьбы по числу ее заходов и по направлению наклона витков и где их применяют?

3. Почему для болтов применяют треугольную резьбу?

4. Какие различают виды метрической резьбы?

5. Почему метрическая резьба с крупным шагом имеет преимущественное применение?

6. Когда применяют резьбы с мелкими шагами, а также прямоугольную трапецеидальную упорную и круглую?

7. Как рассчитывают резьбу на срез и смятие?

8. Какие различают болты и винты по форме головок?

9. Какие различают болты, винты и шпильки по назначению и по конструкции?

10. Как определяются силы и моменты в резьбе?

11. Из какого материала выполняют болты, винты, шпильки, гайки, шайбы и гаечные замки?

12. Какие устройства применяют для разгрузки болта от действующей поперечной силы?

13. Когда применяют шпильки и винты вместо болтов?

14. Как рассчитывают болты, винты и шпильки при действии на них статических нагрузок в следующих случаях:

1) болт (винт, шпилька) нагружен осевой растягивающей силой;

2) болт нагружен осевой силой и крутящим моментом затяжки;

3) предварительно затянутый болт дополнительно нагружен осевой растягивающей силой с последующей затяжкой болта или без нее;

4) болт, установленный в отверстие с зазором, нагружен поперечной силой?

15. Какие материалы используют для резьбовых деталей?

16. Как определяют допускаемые напряжения для болтов, винтов и шпилек при расчете их на прочность и что такое класс прочности?

17. Всегда ли нужно самоторможение винтовой пары?

18. Как повысить КПД винтовой пары?

19. Как повысить равномерность распределения нагрузки по виткам резьбы гайки?

6. Шпоночные, шлицевые и профильные соединения.

Конструкции шпонок, шлицевых и профильных соединений; области их применения; подбор шпонок и шлицевых соединений по ГОСТу; способы центрирования шлицевых соединений; расчет шпонок и шлицевых соединений.

Вопросы для самопроверки:

1. Для чего служат шпонки?
2. Какие шпонки нормализованы ГОСТами?
3. Где применяют различные типы шпонок? Из какого материала их изготовляют? Как определяют их размеры?
4. Как производится проверочный расчет призматических, сегментных врезных шпонок?
5. Какие различают шлицевые соединения и какие из них нормализованы ГОСТом?
6. Какие преимущества имеют шлицевые соединения по сравнению со шпоночными?
7. Как осуществляется центрирование шлицевых соединений? Как их рассчитывают?
8. Какие различают виды профильных соединений и когда их применяют?
9. Основные виды шпоночных соединений, их применение. Почему шпонки рассчитывают по напряжениям смятия, а не среза?

7. Передача «винт - гайка».

Усвойте области применения передачи, резьбы для винтов и гаек, конструкцию, материал и расчет винтов и гаек.

Вопросы для самопроверки:

2. Где применяют передачу «винт - гайка»?
3. Каковы ее достоинства и недостатки?
4. Как устроены винты и гайки передач? Из каких материалов их изготовляют?
5. Как определяют КПД передачи «винт - гайка» и как его можно повысить?
6. Как определяют момент, необходимый для вращения винта или гайки?
7. Как рассчитывают винты передач?
8. Что является основной причиной выхода из строя винтов и гаек передач?
9. Когда винты передач рассчитывают на прочность и когда на устойчивость?
10. Как определяют основные размеры гайки?

8. Зубчатые передачи.

Основные термины и определения. Виды зубчатых передач и их зубьев и области их применения; методы расчета зубьев на контактную прочность и на изгиб; особенности расчета косых и шевронных зубьев, а также зубьев конических колес; конструкция, материал и расчет зубчатых колес, способы смазки зубчатых передач.

Вопросы для самопроверки:

1. Какие различают виды зубчатых передач и где их применяют?
2. Каковы основные достоинства зубчатых передач по сравнению с другими передачами?
3. Почему эвольвентное зацепление имеет преимущественное применение?
4. Каков стандартный исходный профиль рейки эвольвентного зацепления?
5. Какие различают виды зубьев и где их применяют?
6. Что такое модуль? Какие модули различают для косых, шевронных и криволинейных зубьев?
7. Как определяют начальный и делительный диаметры зубчатого колеса?
8. Как вычисляют диаметры вершин и впадин зубьев?
9. Как определяют делительные диаметры зубчатых колес с косыми, шевронными и криволинейными зубьями?
10. Что такое коэффициент перекрытия и каково его минимальное значение?
11. Какое минимальное число зубьев допускается для колес различных видов зубчатых передач?
12. Что представляет собой передача со смещением и для чего ее применяют?
13. Что такое коэффициент смещения?
14. Какие различают виды передач со смещением и как они осуществляются?
15. Где применяют эти передачи?
16. Какое максимальное передаточное число рекомендуется для одной пары различных видов зубчатых передач?
17. Какие потери имеют место в зубчатой передаче и чему равен ее КПД?

18. Как определяют силы давления на валы со стороны колес в различных видах зубчатых передач?

19. Из какого материала изготовляют зубчатые колеса и их зубья?

20. Какие виды термической и химико-термической обработки зубьев применяют для их упрочнения?

21. Какие различают зубчатые колеса по конструкции?

22. Понятие о степенях точности зубчатых передач и их влияние на качественные характеристики передач.

23. Как определяют размеры обода, ступицы и спиц зубчатого колеса?

24. Какие степени точности изготовления зубчатых передач имеют преимущественное распространение и какие из них применяют в передачах общего машиностроения?

25. По каким причинам зубчатые передачи выходят из строя и, соответственно, по каким напряжениям производят расчет их зубьев на прочность?

26. Как производится расчет зубьев на изгиб?

27. Как производится расчет зубьев на контактную прочность?

28. По какому модулю зацепления производится расчет на прочность зубьев конических зубчатых колес?

29. По какому зубчатому колесу производится расчет зубьев на контактную прочность и по какому на изгиб?

30. Как устроены планетарные зубчатые передачи? Каковы их достоинства и где их применяют?

31. Что представляет собой волновая зубчатая передача и какими достоинствами она обладает?

32. Что представляет собой зацепление Новикова? Каковы его достоинства и недостатки и где его применяют?

33. Как осуществляют смазку зубчатых колес?

9. Цепные передачи.

Ознакомьтесь с типами цепей по ГОСТам и изучите следующие вопросы: виды цепных передач и области их применения; кинематические и силовые зависимости; определение диаметра звездочек; подбор цепей по ГОСТам и ведомственным нормалям.

Выясните причины неравномерности движения цепи и ее влияние на работу передачи; ознакомьтесь со способами смазки цепных передач.

Вопросы для самопроверки:

1. Каковы достоинства и недостатки цепной передачи и где ее применяют?

2. Какие различают виды приводных цепей и какие из них нормализованы ГОСТами?

3. Где применяют различные виды цепей?

4. Какие потери имеют место в цепной передаче и чему равен ее КПД?

5. Как осуществляется смазка цепных передач?

6. Из какого материала изготовляют звездочки и приводные цепи?

7. Как определяют несущую способность цепей и как производят подбор их по ГОСТам и ведомственным нормалям?

8. Как производится расчет цепи на долговечность?

9. Как определяют диаметр начальной окружности звездочки?

10. С чем связаны неравномерность хода цепной передачи, удары шарниров цепи по зубьям звездочки и колебания ветвей цепи?

11. От чего зависит интенсивность износа шарниров цепи?

12. Чему равно давление звездочки цепной передачи на вал?

13. Как устроены цепные вариаторы и где их применяют?

10. Фрикционные передачи и вариаторы.

Основные виды фрикционных передач; достоинства, недостатки и области их применения; конструкция и материал колес; расчет передач; фрикционные вариаторы, их основные виды, области применения, расчет, принцип работы, характеристики.

Вопросы для самопроверки:

1. Какие различают основные виды фрикционных передач, фрикционных вариаторов?

2. Каковы достоинства и недостатки фрикционных передач?

3. Где применяют фрикционные передачи с постоянным передаточным отношением и где вариаторы?

4. Из каких материалов изготовляют колеса фрикционных передач?

5. Какими способами увеличивают трение между колесами фрикционных передач?

6. Как определяют передаточное отношение отдельных видов передач?

7. Что такое диапазон регулирования вариатора и как его определяют?

8. Как определяют силу нажатия между колесами цилиндрической и конической фрикционных передач?

9. Какие потери имеют место во фрикционных передачах и чему равны КПД этих передач?

10. Как производится расчет колес фрикционных передач по контактным напряжениям?

11. Как определяют диаметры и ширину колес фрикционных передач и вариаторов?

11. Ременные передачи.

Рассмотрите следующие вопросы: основные виды ременных передач и области их применения; материал и конструкции ремней; типы стандартных ремней; геометрические, кинематические и силовые зависимости в ременных передачах; расчет ремней по тяговой способности их на долговечность; особенности расчета клиноременных передач и передач с натяжным роликом; конструкция, материал и расчет шкивов; ременные вариаторы и их расчет.

Нужно ясно представлять зависимость между силами натяжения ремня при работе передачи, окружным усилием, коэффициентом трения и углом обхвата меньшего шкива, а также зависимость между силами натяжения ремня при работе передачи, начальным натяжением ремня и окружным усилием.

Обратите внимание на выбор места установки ролика в ременной передаче с натяжным роликом, а также на устройство и применение демпфера (успокоителя). Уясните зависимость предельных окружных скоростей шкивов от их материала и конструкции, необходимость ограждения ременных передач.

Вопросы для самопроверки:

1. Какие различают виды ремней по форме их поперечного сечения?

2. Из каких материалов изготовляют плоские, клиновые и зубчатые ремни?

3. Какие плоские и клиновые ремни нормализованы ГОСТами?

4. Каковы достоинства и недостатки отдельных типов ремней?

5. Где применяют прорезиненные, кожаные, хлопчатобумажные, шерстяные и нейлоновые плоские ремни?

6.Какие различают виды ременных передач и где их применяют?

7.Каковы достоинства и недостатки ременной передачи по сравнению с другими передачами?

8.Как определяют передаточное число ременной передачи с учетом проскальзывания ремня?

12. Оси и валы.

Изучите назначение, конструкцию и материалы осей и валов, цапф (шипы и шейки) и пят осей и валов, их разновидности и области применения; расчеты осей и валов: а) по номинальным напряжениям; б) на сопротивление усталости; в) на жесткость; г) на критическую угловую скорость.

Вопросы для самопроверки:

1.Что такое ось и вал и какая между ними разница?

2.Какие различают виды осей и валов?

3. Что называют цапфой, шипом, шейкой и пятой?

4. Какие различают по конструкции цапфы и пяты и где применяют их различные виды?

5. Из каких материалов изготовляют оси и валы?

6. Как и в каких случаях рассчитывают оси и валы на статическую прочность, на сопротивление усталости, на жесткость?

7. В каких случаях валы можно рассчитывать только на кручение?

8. Что такое критическая угловая скорость оси или вала?

9. Когда необходимо рассчитывать ось или вал на поперечные колебания?

10. Почему расчет вала разделяют на два этапа: проектный и проверочный?

11. По каким напряжениям выполняют проектный расчет вала и почему при этом уменьшают допускаемые напряжения?

13. Подшипники скольжения.

Ознакомьтесь с основными типами и областями применения подшипников скольжения, научитесь подбирать их по ГОСТам и ведомственным нормалям. Изучите материалы вкладышей и корпусов подшипников скольжения; области применения вкладышей в зависимости от их материала.

Вопросы для самопроверки:

1.В каких областях машиностроения применяют подшипники скольжения? Каким основным требованиям они должны удовлетворять?

2.Какие различают виды трения в подшипниках скольжения и чем они отличаются между собой?

3. Почему при жидкостном трении режим работы подшипника скольжения является самым благоприятным?

4. В каких случаях применяют подшипники скольжения с полусухим или полужидкостным трением и в каких с жидкостным трением?

5. Какие различают подшипники скольжения в зависимости от направления воспринимаемой ими нагрузки?

6. Какие различают типы подшипников скольжения по конструкции и какие из них нормализованы ГОСТом?

7. Для чего предназначены вкладыши?

8. Какова особенность конструкции подшипников с самоустанавливающимися вкладышами?

9. Как устроены подпятники скольжения?

10. Из каких материалов изготовляют корпуса и вкладыши подшипников скольжения?

11. Где применяют отдельные виды вкладышей в зависимости от их материала?

12. Как определяют основные размеры подшипников скольжения?

13. Как рассчитывают подшипники скольжения?

14. Какие смазочные материалы применяют в подшипниках скольжения?

14. Подшипники качения.

Классификация, конструкция и обозначения основных типов подшипников, область их применения. Материалы деталей подшипников качения; устройство подшипниковых узлов; смазка подшипников качения, их монтаж и регулировка; расчет подшипников качения на долговечность и на статическую грузоподъемность и подбор их по ГОСТам.

Вопросы для самопроверки:

1. Из каких деталей состоят подшипники качения, из каких материалов?

2. Зачем нужен сепаратор в подшипнике?

3. Каковы достоинства и недостатки подшипников качения по сравнению с подшипниками скольжения?

4. Какие различают виды подшипников качения по форме тел качения и по направлению воспринимаемой ими нагрузки?

5. Что представляют собой стандартные размерные серии подшипников качения?

6. Какие различают серии подшипников качения и когда их применяют?

7. Какие различают основные виды шарико- и роликоподшипников по конструкции и где их применяют?

8. Каковы особенности конструкции и работы игольчатых подшипников и где их применяют?

9. Каковы достоинства и недостатки шарикоподшипников по сравнению с роликоподшипниками?

10. Какие существуют способы посадки и закрепления подшипников качения на валах и в их корпусах?

11. Для чего применяют смазку в подшипниках качения, и как она осуществляется?

12. Какие виды уплотняющих устройств применяют в подшипниках качения и где именно?

13. Какие виды разрушения наблюдаются у подшипников качения?

14. Что такое динамическая (C) и статическая (C0) грузоподъемности подшипника?

15. Что такое эквивалентная динамическая нагрузка (P) подшипника?

16. Какой зависимостью связаны C и P с ресурсом (L) наработки подшипника?

17. Как учитывают надежность, качество материала и условия эксплуатации при определении ресурса L подшипника?

18. При каких условиях эксплуатации и по какому критерию подшипники подбирают по статической грузоподъемности?

19. Каковы особенности расчета осевой нагрузки пары радиально-упорных подшипников?

20. Как подбирают подшипники качения по ГОСТу?

15. Муфты для соединения валов.

Ознакомьтесь с классификацией и с основными типами муфт, их конструкцией и областями применения. Изучите порядок подбора муфты по ГОСТам и ведомственным нормалям, а также порядок проверочных расчетов.

Вопросы для самопроверки:

1. Какие различают группы муфт по назначению и по принципу действия?

2. На какие группы подразделяют постоянные муфты?

3. Как устроены втулочная и фланцевая (поперечно-свертная) муфты, где их применяют и как производят их проверочный расчет на прочность?

4. Как устроена и работает зубчатая муфта и как ее подбирают по ГОСТу?

5. Как устроены крестовые муфты (кулачково-дисковая и с плавающим вкладышем)? Где их применяют и как рассчитывают?

6. Какие различают типы шарнирных муфт, какие из них нормализованы ГОСТом, как они устроены, как работают и как определяют их размеры?

7. Какие различают виды упругих муфт? Где их применяют и какие из них нормализованы ГОСТом?

8. Как устроена, работает и рассчитывается упругая муфта с пальцами? Другие упругие муфты?

9. Какие различают группы сцепных муфт?

10. Как устроены сцепные управляемые кулачковые и зубчатые муфты? Где их применяют и как рассчитывают?

11. Почему из сцепных муфт преимущественное применение имеют фрикционные?

12. Какие различают виды фрикционных муфт? Как они устроены и как работают?

13. Как рассчитывают дисковые, конусные и многодисковые фрикционные муфты?

Минобрнауки России
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

Проректор по учебно-методическому комплексу
_____ Чепоров С. А.

НОВИКОВА Н.А

Методическое руководство для выполнения контрольных работ по дисциплине

«Основы взаимозаменяемости» ч.1

для студентов специальности
15.02.16 «Технология машиностроения»

Екатеринбург

РАБОТА №1

Работа заключается в анализе допусков и посадок гладких соединений. Анализируются все стандартные посадки, образующиеся с основным валом заданного квалитета и заданного номинального размера и все стандартные посадки, образующиеся с основным отверстием заданного квалитета и размера.

Работа выполняется на специальном бланке и подлежит защите. Бланк заполняется карандашом, с соблюдением требований ГОСТ 2.307-68.

Для выполнения данной работы студенту необходим для определения полей допусков ГОСТ 25347-82 (СТ СЭВ 144-75).

1.Последовательность выполнения работы

1.1. Для выполнения работы студент получает бланк с заданием.

1.2. Из таблицы ГОСТ 25347-82 выписать в графу 1 бланка работы все стандартные посадки, образующиеся с основным валом заданного квалитета, и все стандартные посадки, образующиеся с основным отверстием заданного квалитета.

1.3 Посадки записываются в соответствии с ГОСТ на условные обозначения полей допусков: предельные отклонения отверстия записываются в числителе, а вала – в знаменателе, например: $50\ \frac{H7}{e8}$ или 50 *H7/e8*. Где: 50 – номинальный размер соединения; *H7*- условное обозначение поля допуска отверстия; *e8*- поле допуска вала.

Аналогично по заданному квалитету и номинальному размеру выписываются все стандартные посадки в системе вала.

1.4. В графы 2 и 3 каждой системы (система отверстия, система вала) заносятся числовые значения предельных отклонений для всех полей допусков.

Числовые значения предельных отклонений принимаются по ГОСТ25347-82 (СТ СЭВ 144-75). При отсутствии указанного стандарта предельные отклонения находят расчетным путем с помощью ГОСТ 25346-82 (СТ СЭВ 145-75).

1.5. В графы 4 и 5 каждой системы посадок записываются исполнительные размеры для отверстий и валов с указанием условного обозначения предельных отклонений, а в графы 6 и 7 – исполнительные размеры, но уже в числовых величинах предельных отклонений, мм.

1.6. Проводится математический анализ зазоров и натягов для каждого сопряжения в обеих системах. Величины зазоров и натягов по абсолютной величине, в мкм, заносятся в графы отчета 8, 9, 10 и 11 соответственно каждой системы посадок.

Предельные зазоры и натяги определяются:

посадки с зазором:

$$S_{max} = ES - ei\ , \qquad S_{min} = EI - es\ ;$$

посадки с натягом:

$$N_{max} = es - EI, \qquad N_{min} = ei - ES\ ;$$

переходные посадки:

$$S_{max} = ES - ei, \qquad N_{max} = es - EI,$$

где S_{max} и S_{min} - наибольший и наименьший зазор;
N_{max} и N_{min} - наибольший и наименьший натяг;
ES и EI - верхнее и нижнее отклонение отверстия;
es и ei - верхнее и нижнее отклонение вала.

1.7. Определяется для посадок в системе отверстия и в системе вала допуск посадки исходя из предельных зазоров или натягов.

Для посадок с зазором $T_n = S_{max} - S_{min} = IT_D + IT_d$;
Для посадок с натягом $T_n = N_{max} - N_{min} = IT_D + IT_d$;
Для переходных посадок $T_n = S_{max} + N_{max} = IT_D + IT_d$;

При этом IT_D – допуск отверстия,
IT_d – допуск вала.

Результаты расчета заносятся в графу 12 бланка отчета соответственно каждой посадке, мкм.

1.8. Строятся схемы полей допусков для всех посадок в системе отверстия и в системе вала. Для построения полей допусков следует принять определенный масштаб.

1.9. Для одной (любой) посадки в системе отверстия и для одной посадки в системе вала оформляются эскизы сопряжений.

При этом на эскизах сопряжений указать исполнительные размеры на двух размерных линиях: на одной указать номинальный размер и условное обозначение предельных отклонений, на второй - номинальный размер с числовыми предельными отклонениями.

Образец контрольной работы №1 приведен в таблице 1.1 и Рис.1.1, Рис.1.2.

Таблица 1.1

Дать анализ всех стандартных посадок в системе вала с валом h5 номинального размера 20 мм

Посадка	Отклонение в мкм.		Наносимый размер на чертежах деталей (в мм)				Натяги в мкм		Зазоры в мкм		Допуск посадки в мкм
	Отв.	Вала	Условно		С числовыми отклонениями		max	min	max	min	
	ES EJ	es ej	Отв.	Вала	Отв.	Вала					

Схема полей допусков для размера 20 мм с полем допуска основного вала h5

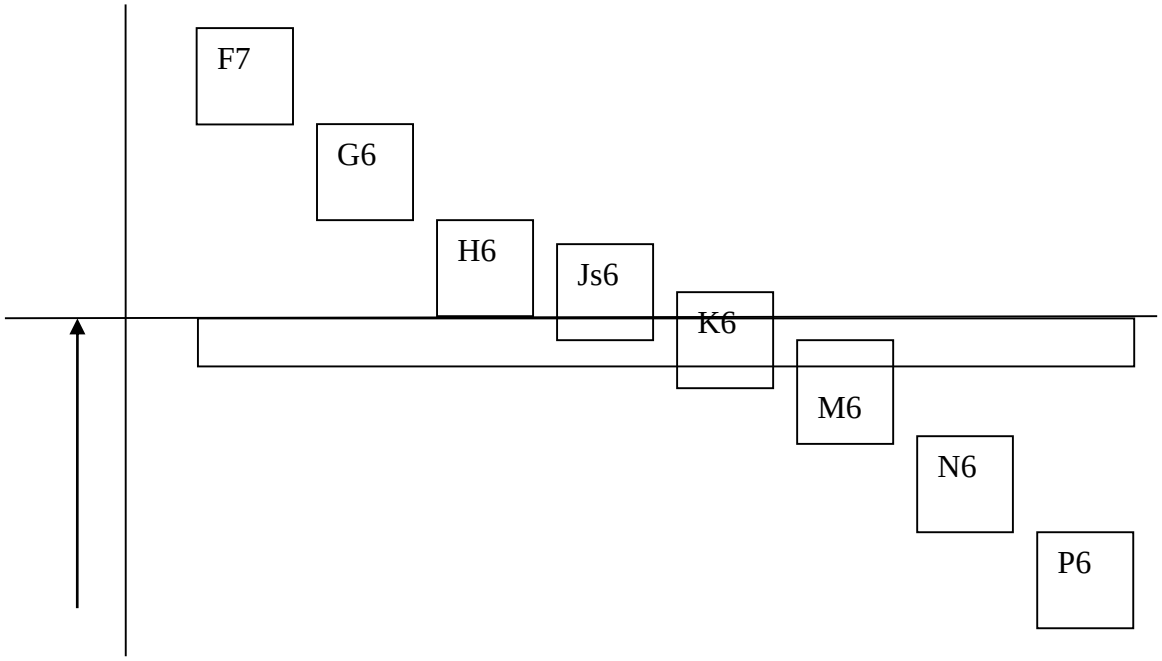


Рис 1.1 Эскизы деталей и сопряжения для посадки с полем допуска h5 в системе вала

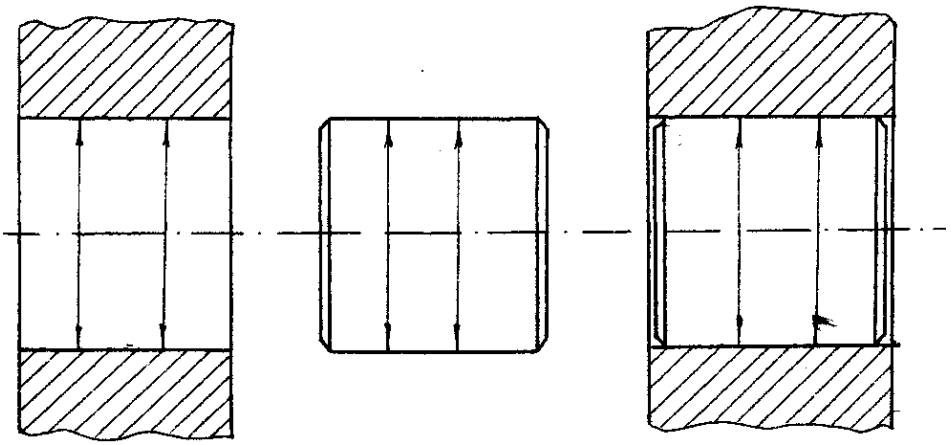


Рис.1.2.Схема обозначения посадок на чертежах

КОМПЛЕКТ ЗАДАНИЙ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Номера вариантов соответствуют порядковому номеру студента в журнале

Вариант 1

1. Дать анализ всех стандартных посадок в системе вала с валом h7 номинального размера 170 мм

2. Дать анализ всех стандартных посадок в системе отверстия с отверстием H6 номинального размера 30 мм

Вариант 2

1. Дать анализ всех стандартных посадок в системе вала с валом h8номинального размера 180 мм

2. Дать анализ всех стандартных посадок в системе отверстия с отверстием H7 номинального размера 28 мм

Вариант 3

1. Дать анализ всех стандартных посадок в системе вала с валом h7 номинального размера 190 мм

2. Дать анализ всех стандартных посадок в системе отверстия с отверстием H6 номинального размера 28 мм

Вариант 4

1. Дать анализ всех стандартных посадок в системе вала с валом h11 номинального размера 200 мм

2. Дать анализ всех стандартных посадок в системе отверстия с отверстием H8 номинального размера 25 мм

Вариант 5

1. Дать анализ всех стандартных посадок в системе вала с валом h6 номинального размера 200 мм

2. Дать анализ всех стандартных посадок в системе отверстия с отверстием H9 номинального размера 24 мм

Вариант 6

1. Дать анализ всех стандартных посадок в системе вала с валом h7 номинального размера 210 мм

2. Дать анализ всех стандартных посадок в системе отверстия с отверстием H6 номинального размера 22 мм

Вариант 7

1. Дать анализ всех стандартных посадок в системе вала с валом h8 номинального размера 200 мм

2. Дать анализ всех стандартных посадок в системе отверстия с отверстием H7 номинального размера 25 мм

Вариант 8

1. Дать анализ всех стандартных посадок в системе вала с валом h9 номинального размера 210 мм

2. Дать анализ всех стандартных посадок в системе отверстия с отверстием H8 номинального размера 20 мм

Вариант 9

1. Дать анализ всех стандартных посадок в системе вала с валом h8 номинального размера 220 мм

2. Дать анализ всех стандартных посадок в системе отверстия с отверстием H7 номинального размера 18 мм

Вариант 10

1. Дать анализ всех стандартных посадок в системе вала с валом h7 номинального размера 225 мм

2. Дать анализ всех стандартных посадок в системе отверстия с отверстием H6 номинального размера 16 мм

Вариант 11

1. Дать анализ всех стандартных посадок в системе вала с валом h8 номинального размера 230 мм

2. Дать анализ всех стандартных посадок в системе отверстия с отверстием H7 номинального размера 20 мм

Вариант 12

1. Дать анализ всех стандартных посадок в системе вала с валом h7 номинального размера 240 мм

2. Дать анализ всех стандартных посадок в системе отверстия с отверстием H6 номинального размера 12 мм

Вариант 13

1. Дать анализ всех стандартных посадок в системе вала с валом h9 номинального размера 250 мм

2. Дать анализ всех стандартных посадок в системе отверстия с отверстием H7 номинального размера 14 мм

Вариант 14

1. Дать анализ всех стандартных посадок в системе вала с валом h11 номинального размера 260 мм

2. Дать анализ всех стандартных посадок в системе отверстия с отверстием H8 номинального размера 18 мм

Вариант 15

1. Дать анализ всех стандартных посадок в системе вала с валом h6 номинального размера 270 мм

2. Дать анализ всех стандартных посадок в системе отверстия с отверстием H11 номинального размера 16 мм

Вариант 16

1. Дать анализ всех стандартных посадок в системе вала с валом h7 номинального размера 280 мм

2. Дать анализ всех стандартных посадок в системе отверстия с отверстием H6 номинального размера 15 мм

Вариант 17

1. Дать анализ всех стандартных посадок в системе вала с валом h8 номинального размера 280 мм

2. Дать анализ всех стандартных посадок в системе отверстия с отверстием H7 номинального размера 14 мм

Вариант 18

1. Дать анализ всех стандартных посадок в системе вала с валом h11 номинального размера 300 мм

2. Дать анализ всех стандартных посадок в системе отверстия с отверстием H8 номинального размера 12 мм

Вариант19

1. Дать анализ всех стандартных посадок в системе вала с валом h9 номинального размера 300 мм

2. Дать анализ всех стандартных посадок в системе отверстия с отверстием 7 номинального размера 10 мм

Вариант 20

1. Дать анализ всех стандартных посадок в системе вала с валом h6 номинального размера 315 мм

2. Дать анализ всех стандартных посадок в системе отверстия с отверстием H9 номинального размера 10 мм

Вариант 21

1. Дать анализ всех стандартных посадок в системе вала с валом h7 номинального размера 315 мм

2. Дать анализ всех стандартных посадок в системе отверстия с отверстием H6 номинального размера 8 мм

Вариант 22

1. Дать анализ всех стандартных посадок в системе вала с валом h8 номинального размера 320 мм

2. Дать анализ всех стандартных посадок в системе отверстия с отверстием H7 номинального размера 70 мм

Вариант 23

1. Дать анализ всех стандартных посадок в системе вала с валом h9 номинального размера 320 мм

2. Дать анализ всех стандартных посадок в системе отверстия с отверстием H8 номинального размера 63 мм

Вариант 24

1. Дать анализ всех стандартных посадок в системе вала с валом h6 номинального размера 340 мм

2. Дать анализ всех стандартных посадок в системе отверстия с отверстием H11 номинального размера 10 мм

Вариант 25

1. Дать анализ всех стандартных посадок в системе вала с валом h11 номинального размера 320 мм

2. Дать анализ всех стандартных посадок в системе отверстия с отверстием H7 номинального размера 18 мм

Исходные данные для выполнения задания:

1. ГОСТ 25347-82

Минобрнауки России
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

Проректор по учебно-методическому комплексу
_____ Хлопов С.А.

НОВИКОВА Н.А

Методическое руководство для выполнения контрольных работ по дисциплине

«Основы взаимозаменяемости» ч.2

для студентов специальности
15.02.16 «Технология машиностроения»

Екатеринбург

В целях закрепления основных положений по курсу «основы взаимозаменяемости» студенты самостоятельно выполняют две расчетно-графические работы.

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №2

Работа включает в себя следующие расчеты:
- расчет и выбор посадки с зазором,
- расчет и выбор посадки с натягом,
- выбор посадок для подшипников качения,
- определение исполнительных элементов зубчатого колеса,
- решение размерных цепей.

Работа выполняется на бумаге формата А4.

Номера вариантов в соответствии с порядковым номером в журнале.

2.1. Расчет и выбор посадки с зазором

По заданным условиям работы подшипника скольжения студент должен рассчитать и выбрать стандартную посадку из ГОСТ 25347-82.

Последовательность расчета:

2.1.1. Определяется удельное давление на подшипник, Па

$$P = \frac{R}{D \bullet l},$$

где R - радиальная нагрузка на цапфу, Н;
D - номинальный диаметр сопряжения, м;
l - длина сопряжения, м.

2.1.2. Определяется относительная длина подшипника

$$\lambda = \frac{l}{D}$$

2.1.3. Если рабочая температура подшипника отличается от температуры, при которой устанавливается вязкость масла, необходимо определить динамическую вязкость масла при рабочей температуре. Машинные масла испытываются при $t = 50^0$С, а тяжелые и моторные масла при температуре $t = 100^0$С

$$\mu_t = \mu_{50}\left(\frac{50}{t^0}\right)^x \quad \text{или} \quad \mu_t = \mu_{100}\left(\frac{100}{t^0}\right)^x$$

где μ_{50} и μ_{100} – динамическая вязкость масла, принятая по таблице 2.2, Па·с;
t - рабочая температура подшипника;

x – показатель степени, принимаемый в зависимости от вязкости масла по таблице 2.1.

Таблица 2.1

Значение показателя степени

Вязкость св. масла, Па С от	0,02	0,04	0,05	0,07	0,09
до	0,04	0,05	0,07	0,09	-
Значение x	2,5	2,6	2,7	2,9	3,0

Таблица 2.2

Вязкость масел при температуре t =50^{0}С

Марка масла	Вязкость, Па·с	Марка масла	Вязкость, Па·с
И-8А	0,005…0,007	ИГП-4	0,003…0,004
И-12А	0,009…0,012	ИГП-6	0,004…0,006
И-20А	0,015…0,019	ИГП-8	0,006…0,007
И-25А	0,021…0,023	ИГП-18	0,014…0,017
И-30А	0,025…0,028	ИГП-30	0,024…0,026
И-40А	0,031…0,039	ИГП-38	0,030…0,034
И-50А	0,041…0,048	ИГП-49	0,041…0,045
И-70А	0,057…0,066	ИГП-72	0,062…0,066

Таблица 2.3.

Коэффициент точности по квалитетам

Квалитеты	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
«а»	7	10	16	25	40	64	100	160	250	400	640	1000	1600

Таблица 2.4.

Единица допуска для размеров от 1 до 500 мм

Интервалы	1	3	6	10	18	30	50	80	120	180	250	315	400

диаметров	3	6	10	18	30	50	80	120	180	250	315	400	500
Единица допуска ι, мкм	0,54	0,73	0,90	1.09	1,30	1,56	1,86	2,17	2,52	2,89	3.23	3,54	3,89

2.1.4. Вычисляется характеристика режима работы подшипника по зависимости

$$A = \frac{\mu \cdot \omega}{P},$$

где μ_t - динамическая вязкость масла при рабочей температуре подшипника, Па.с

ω - угловая скорость вращения вала, рад/с.

P - удельное давление на подшипники, Па;

Если по условию задачи задана частота вращения вала, то угловую скорость можно определить по зависимости

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30},$$

где n – частота вращения вала, об/мин.

2.1.5. Вычисляется оптимальный относительный зазор при относительном эксцентриситете χ =0,5.

$$\psi_{опт} = \sqrt{A \cdot C_{R1}},$$

где C_{R1} – коэффициент несущей способности подшипника, соответствующий χ =0,5. Принимается по табл. 2.5.

Таблица 2.5

Значение коэффициентов C_{R1}, C_{R2}, C_{R3} в зависимости от относительного эксцентриситета

Относительный эксцентриситет χ	Значение C_R при λ					
	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0,3	0,089	0,133	0,182	0,234	0,287	0,339
0,5	0,216	0,317	0,427	0,538	0,647	0,754
0,75	0,776	1,098	1,418	1,720	1,965	2,248
χ	C_R при λ					
	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5	2,0

0,3	0,391	0,440	0,487	0.529	0,610	0,763
0,5	0,853	0.947	1,033	1,111	1,248	1,483
0,75	2,469	2,664	2,838	2,990	3,242	3,671

2.1.6. Вычисляется минимальный относительный зазор при *относительном* эксцентриситете χ =0,3.

$$\psi_{minF} = \sqrt{A \cdot C_{R2}} \ ,$$

2.1.7. Вычисляется максимальный относительный зазор при относительном эксцентриситете χ =0,75.

$$\psi_{maxF} = \sqrt{A \cdot C_{R3}},$$

2.1.8. Зная относительные зазоры и номинальный диаметр соединения, определяют предельные диаметральные зазоры, мм

$$S_{opt} = \psi_{onm} \cdot D; \ S_{min\,F} = \psi_{minF} \cdot D; \ S_{maxF} = \psi_{maxF} \cdot D$$

где D- номинальный диаметр соединения, мм.

2.1.9. По предельным зазорам определяется допуск зазора, мкм

$$T_{sF} = S_{maxF} - S_{min\,F}$$

2.1.10. Устанавливается коэффициент точности по зависимости

$$a = \frac{T_{SF}}{2 \cdot i} \ ,$$

где i – единица допуска, мкм, принимаемая по табл. 2.4.

В ГОСТ 25 346-82 (или табл.2.3).по величине a определяется квалитет для сопрягаемых деталей.

2.1.11. Определяется оптимальная величина масляного клина из условия

$$h_{min\,opt} = 0{,}25\, S_{opt};$$

$$h_{min\,opt} = k(Rz_D + Rz_d + \gamma_g)$$

где Rz_D и Rz_d – шероховатость сопрягаемых поверхностей деталей, мкм;

k - коэффициент запаса надежности по толщине масляного слоя, принимают $k \geq 2$;

γ_g – добавка на неразрывность масляного слоя с учетом отклонений формы, расположения поверхности вала и прогиба вала.

При $\lambda \geq 1$, $\gamma_g = 2 \div 3$; при $\lambda < 1$, $\gamma_g = 1$.

2.1.12.Определяется оптимальная шероховатость сопрягаемых поверхностей, приняв $h_{\min\ opt}$ равной 0,25 от S_{opt}, мкм

$$Rz_{opt} = \frac{h_{\min opt} - K\gamma_g}{2K} \quad ,$$

Полученная величина Rz_{opt} округляется до стандартной по ГОСТ 2789-73. (Таблица 2.6)

Таблица 2.6

Ряды числовых значений шероховатости и базовых длин

***L*, мм**	***Ra*, мкм**	***Rz*, мкм**	***L*, мм**	***Ra*, мкм**	***Rz*, мкм**
8	80	320	0,8	2,5	10,0
	63	250		2,0	8,0
	50	200		1,6	6,3
	40	160		1,25	5,0
	32	125		1,00	4,0
	25	100		0,80	3,2
	20	80		0,63	2,5
	16	63		0,50	2,0
	12.5	50		0,40	1,6
2,5	10,0	40	0,25	0,32	1,25
	8,0	32		0,25	1,00
	6,3	25		0,20	0,80
	5,0	20		0,16	0,63
	4,0	16		0.125	0,50
	3,2	12,5		0,100	0.40

2.1.13. Учитывая шероховатость поверхностей определяются технологические зазоры в соединении, мм

$$S_{max\ t} = S_{max\ F} - 2(R_{zD} + R_{zd});$$

$$S_{min\ t} = S_{min\ F} - 2(R_{zD} + R_{zd}).$$

2.1.14. В таблицах ГОСТ 25347-82 выбирается стандартная посадка из условия

$$S_{mi\ n} \geq S_{min\ t};$$
$$S_{max} \leq S_{max\ t}.$$

где $S_{mi\ n}$ и S_{max} - наименьший и наибольший табличные зазоры по ГОСТ 25347-82

При выборе посадки следует руководствоваться следующими условиями:

1. Посадка, по возможности, должна состоять из предпочтительных полей допусков, первого ряда предпочтительности;

2. Допускается применять стандартную посадку первого ряда предпочтительности, у которой S_{min} будет меньше $S_{min\,t}$, но не более 15%;

3. Если окажется, что посадка должна быть 5-го квалитета или точнее, то в таком случае следует принять посадку более грубого квалитета (например, 6-го или 7-го) и назначить селективную сборку. Для такой посадки следует принимать поля допусков вала и отверстия одного квалитета. У принятой посадки средний зазор S_m должен быть близким к S_{opt};

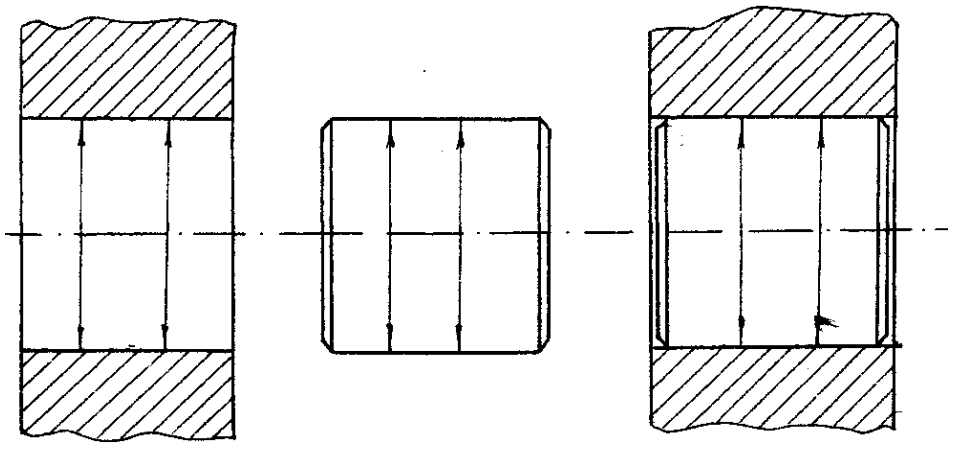
4. Количество групп сортировки определяется по зависимости:

$$n = \frac{T_s}{T_{sF}},$$

где T_s - допуск у принятой стандартной посадки по ГОСТ 25347-82;

T_{sF} - допуск посадки с зазором, полученный расчетом.

2.1.15. Выполнить эскиз вала, отверстия и вала в сборе, аналогично эскизов в работе №1. На эскизах нанести размеры с нанесением условных и числовых отклонений и нанести шероховатость по R_a.



2.2. Расчет и выбор посадки с натягом

По заданным нагрузкам и размерам соединяемых деталей рассчитать и выбрать стандартную посадку с гарантированным натягом.

Для выполнения работы необходимо иметь ГОСТ 25347-82.

Последовательность расчета:

2.2.1. По заданным значениям внешних сил и размерам сопрягаемых деталей определяется наименьшее удельное давление на сопрягаемых поверхностях соединяемых деталей.

При действии на соединение только осевой силы P_o, наименьшее удельное давление определяется по зависимости, Па

$$P_{min} = \frac{P_o}{\pi \cdot D \cdot L \cdot f} \quad ,$$

При действии на соединение только крутящего момента $M_к$, P_{min} находится из уравнения, Па:

$$P_{min} = \frac{2 \cdot M_к}{\pi \cdot D^2 \cdot L \cdot f} \quad ,$$

При действии на соединение одновременно P_o и $M_к$ минимальное удельное давление P_{min} определяется по равнодействующей сил, Па

$$P_{min} = \frac{R}{\pi \cdot D \cdot L \cdot f} \quad ,$$

где $R = \sqrt{P_0^2 + M^2}$, н

P_o – продольная осевая сила, стремящаяся сдвинуть одну деталь относительно другой, Н;

$M_к$ – крутящий момент, стремящийся повернуть одну деталь относительно другой, Н·м;

D – диаметр соединения, м;

L- длина контакта сопрягаемых поверхностей, м

f - коэффициент трения при установившемся режиме распрессовки или проворачивания.

Коэффициент *f* зависит от материала сопрягаемых деталей, способа сборки, шероховатости поверхностей и других факторов.

В табл. 2.7. приведены коэффициенты трения при сборке деталей под прессом. Если детали будут собираться термическим способом, то коэффициент *f* следует увеличить в 1,8 раза, например, если обе сопрягаемые детали изготавливаются из стали, то при сборке деталей под прессом *f* = 0,008, а при термической сборке *f* = 0,14.

Таблица 2.7

Значение коэффициентов трения

Материал сопрягаемых деталей	Коэффициент трения *f*
Сталь – сталь	0,06 ÷ 0,12
Сталь – чугун	0,07 ÷ 0,12
Сталь – алюминиевые сплавы	0,03 ÷ 0,05
Сталь – латунь	0,05 ÷ 0,10
Сталь - бронза	0,06 ÷ 0,10

Таблица 2.8

Допустимые пределы текучести и коэффициенты линейного расширения некоторых сплавов

Марка сплава	$\sigma_т$, МПа	$\lambda \cdot 10^6$ $1/^0C$	Марка сплава	$\sigma_т$, МПа	$\lambda \cdot 10^6$ $1/^0C$
Сталь СТ 3	196	11,1	Сталь 50Х	880	13,4
Сталь СТ 5	265	11,1	Сталь 45Х	850	13,4
Сталь 08	190	11,1	Сталь 40Х	785	13,4
Сталь 20	198	11,9	Сталь 30Х	687	11,3
Сталь 30	245	11,1	Сталь 20Х	638	11,3
Сталь 35	270	11,1	Сталь 20Г	275	12,3
Сталь 40	275	11,3	Сталь 30Г	314	12,6
Сталь 45	310	11,6	Сталь 40Г	353	9,4
Сталь 50	314	11,2	Сталь 50Г	392	11,6

Сталь 55	324	11,0	Сталь 65Г	432	11,6
Алюминиевые сплавы			Чугуны		
			СЧ 21-40	162	10,2
Д-1	245	22,9	СЧ 24-44	206	10,1
Д-6	294	22,0	СЧ 28-48	242	10,0
В-95	540	23,1	СЧ 32-52	267	10,0
АЛ-12	118	22,0	КЧ 35-10	215	10,2
АЛ-13	98	20,0	КЧ 37-12	226	10.0
			ВЧ 40-10	294	10.0
Бронзы					
БраЖМУ10-3-1,5	343	16,1			
БрОЦС 6-6-3	145	17,1			
Латунь					
ЛАЖМУ	396	18,7			
ЛМУСС	343	17,0			

Таблица 2.9

Значение модуля упругости и коэффициента Пуассона

Материал	Модуль упругости *E*, МПа	Коэффициент Пуассона μ
Сталь	210000	0,3
Чугун	110000	0,25
Бронза	84000	0,35
Латунь	78000	0,38

2.2.2. Определяется коэффициент Ляме, исходя из размеров сопрягаемых деталей

$$C_1 = \frac{1+(d_1/D)^2}{1-(d_1/D)^2} - \mu_1; \quad C_2 = \frac{1+(D/d_2)^2}{1-(D/d_2)^2} + \mu_2;$$

где D - диаметр соединения, мм;

d_1 - диаметр отверстия пустотелого вала, мм;

d_2 – диаметр наружной поверхности втулки, мм;

μ - коэффициент Пуассона.

2.2.3. Определяется наименьший допустимый натяг в соединении, мкм

$$N_{minF} = P_{min} \cdot D \left(\frac{C_1}{E_1} + \frac{C_2}{E_2} \right) \cdot 10^6,$$

где D – диаметр соединения, м;

E_1 и E_2 – модуль упругости материалов, соответственно для материала вала и материала втулки, Па;

P_{min} – удельное давление, Па.

2.2.4. На основе теории наибольших касательных напряжений определяются максимальные допустимые удельные давления P_{max}, при котором отсутствуют пластические деформации на контактных поверхностях деталей. В качестве P_{maxF} ,берется наименьшее значение P_{max}, Па.

$$P_{max1}= 0{,}58\ \sigma_{T1}\ [1- (d_1/D)^2];$$

$$P_{max1}= 0{,}58\ \sigma_{T2}\ [1- (D/d_2)^2];$$

где σ_{T1} и σ_{T2} - предел текучести материалов вала и втулки, Па. (Таблица2.8)

2.2.5. Определяется наибольший расчетный натяг, мкм

$$N_{maxF}= P_{max} \cdot D \left(\frac{C_1}{E_1} + \frac{C_2}{E_2}\right) \cdot 10^6$$

2.2.6. Определяется допуск посадки, мкм

$$T_N = N_{maxF} - N_{minF}.$$

2.2.7. Устанавливается степень точности соединяемых деталей

$$a = \frac{T_N}{2 \cdot i},$$

где i- единица допуска, мкм, принять по таблице 2.4.

По величине «а» в таблице 2.3. устанавливается квалитет сопрягаемых деталей. Если «а» равно 25 единицам и более, следует принимать посадки с натягом 8-го квалитета или точнее. Для посадки зубчатого колеса на вал квалитет для отверстия следует принимать по степени точности зубчатого колеса.

2.2.8.В зависимости от квалитета сопрягаемых поверхностей определяется оптимальная шероховатость, величину которой можно принимать в процентах от допуска на размер детали:

- для деталей 7 и 8-го квалитетов $Rz \approx 0{,}16\ T_p$;
- для деталей 5 и 6-го квалитетов $Rz \approx 0{,}2\ T_p$.

Полученные значения шероховатости округляются до стандартных по ГОСТ2789-73.(Таблица 2.6)

2.2.9. С учетом оптимальной шероховатости определяются технологические натяги, мм

$$N_{min\,t} = N_{minF} + 1{,}2(R_{z\,d} + R_{z\,D});$$

$$N_{max\,t} = [N_{maxF} + 1{,}2(R_{z\,d} + R_{z\,D})] \times 0{,}9.$$

2.2.10. В таблицах ГОСТ 25347-82 принимаются предельные отклонения основного отверстия, согласно принятого квалитета.

2.2.11. Нижнее технологическое отклонение вала находится по условию:

$$ei_t = N_{min\,t} + ES.$$

По нижнему отклонению вала в таблицах ГОСТ 25347-82 подбирается такое поле допуска вала, у которого

$$ei \geq ea_t, \quad \text{а} \quad es \leq N_{max\ t},$$

где ei и es – табличные значения нижнего и верхнего отклонений вала.

2.2.12. Дать эскизы сопрягаемых деталей в сборе и отдельно для вала и для втулки, аналогично, как в работе №1. На эскизах деталей нанести шероховатость по критерию R_a.

2.3. Выбор посадок для подшипников качения

Данные для расчета задаются преподавателем.

Выбор посадок для поверхностей деталей машин, сопрягаемых с кольцами подшипников качения зависит от вида нагружения кольца подшипника. ГОСТ 3325-85 устанавливает три вида нагружения колец подшипников качения:

местное, циркуляционное и колебательное.

Местным нагружением кольца считается такой вид нагружения, при котором действующая на подшипник результирующая радиальная нагрузка постоянно воспринимается одним и тем же ограниченным участком дорожки качения этого кольца и передается соответствующему участку посадочной поверхности вала или корпуса.

Такой вид нагружения имеет место когда кольцо не вращается относительно действующей на него нагрузки или кольцо и нагрузка участвуют в совместном вращении. В качестве примеров местного нагружения можно привести наружное кольцо в корпусе редуктора или внутреннее кольцо в катке гусеничного механизма.

Циркуляционным нагружением кольца считается такой вид нагружения, при котором действующая на подшипник результирующая радиальная нагрузка воспринимается и передается телами качения в процессе вращения дорожки качения последовательно всей посадочной поверхности вала или корпуса.

Такой вид нагружения возникает у вращающегося кольца при неподвижной нагрузке, например, внутреннее кольцо подшипника в редукторе, или наружное кольцо в катке гусеничного механизма.

Колебательным нагружением кольца считается такой вид нагружения, при котором неподвижное кольцо подшипника подвергается одновременному воздействию радиальных нагрузок постоянной по направлению P_c и вращающей P_ν меньшей или равной по величине P_c.

Их равнодействующая R совершает периодическое колебательное движение. Посадки на колебательно нагруженное кольцо назначают как для местно-нагруженного кольца если $P_c \geq P_\nu$ или как для циркуляционно-нагруженого кольца, если $P_\nu \geq P_c$.

Посадки для местно-нагруженных колец выбираются с небольшим гарантированным зазором из расчета, чтобы кольцо имело возможность за период эксплуатации совершить хотя бы один оборот. Для этой цели используются посадки с малым гарантированным зазором. Конкретную посадку можно выбрать согласно таблицы 2.10.

Таблица 2.10

Поля допусков для поверхностей деталей, сопрягаемых с кольцами, имеющими местное нагружение

Номинальные размеры		Поля допусков						
		Для валов		Для отверстий в корпусе				Тип подшипников
				Не разъемных		разъемных		
		Класс точности и подшипников						
		P0; P6	P4; P5	P0; P6	P5; P4	P0; P6	P5; P4	
Св.	до	Нагрузка спокойная умеренная						
-	80	h6	h5	H7	H6	H7	H6	Все типы кроме
80	260	g6	g5	G7	G6	H7	H6	штампованных
260	500	f6	g5	G7	G6	H7	H6	и упорных
500	1600	-	-	F7	G6	H7	H6	
		Нагрузка с ударами и вибрацией						
-	80	h6	h5	I_S7	I_S6	I_S7	I_S6	Все типы кроме

80 260 500	260 500 1600	h6 g6 -	h5 g5 -	H7 H7 H7	H6 H6 H6	I_S7 I_S7 I_S7	I_S6 I_S6 I_S6	штампованных и конических
- 120	120 1600	h6 g6	h5 g5	H7 H7	H6 H6	I_S7 I_S7	I_S6 I_S6	Для роликовых конических двухрядных

Посадка циркуляционно-нагруженных колец должна осуществляться с гарантированным натягом. Для этой цели используются следующие поля допусков:

а) если наружное кольцо имеет циркуляционное нагружение, то отверстие в корпусе обрабатывают с полями допусков:

для подшипников класса *P0* и *P6 - K7; M7; N7; P7*;

для подшипников класса *P5* и *P4 - K6; M6; N6; P6*;

б) если внутренне кольцо имеет циркуляционное нагружение, то шейку вала следует обрабатывать с полями допусков:

для колец подшипников класса *P0* и *P6* – j_s *6; к6; m6; n6; p6; r6*

для колец подшипников класса *P5* и *P4* - j_s *5; к5; m5; n5*.

Конкретное поле допуска может быть определено расчетным путем.

Если внутреннее кольцо имеет циркуляционное нагружение, то посадку можно выбрать по величине наименьшего натяга, который можно определить из уравнения, мм

$$N_{minF} = \frac{13 \cdot R \cdot к}{b \cdot 10^6},$$

где R – суммарная радиальная нагрузка, действующая на опоры, *Кн*;

K – коэффициент, принимаемый для подшипников серии диаметров 9, 8, 7, 0, 1 ,2 или серии ширин 8, 7, 1, 0 (легкая серия) равным 2,8; для серии 1 диаметров 3, 5, 6 или серии ширин 2,3 (средняя серия) равным 2,3; для серии диаметров 4, 6 или серий ширин 4, 5, 6 (тяжелая серия) равным 2,0.

b – активная часть кольца подшипника, м

$$b = B - 2 \cdot r$$

где B – ширина кольца, м

r – размер фаски кольца, м

Во избежание разрыва кольца выбранная посадка проверяется на максимальный натяг, допустимая величина максимального натяга определяется из зависимости, мм

$$\frac{11{,}4 \cdot Kd\left[\sigma_D\right]}{(2K-2)\ 10^3}$$

$$N_{max\,F} = \quad ,$$

где $[\sigma_P]$ - допускаемое напряжение на растяжение, МПа
(для подшипниковой стали 400 МПа)
d - диаметр внутреннего кольца подшипника качения, м

Поле допуска выбирается из условия $ei_t \geq N_{minF}$,, но принятое поле допуска не должно создавать натяг $N_{max} \leq N_{max\,F}$

При циркуляционном нагружении кольца подшипника выбор посадки на вал и отверстие корпуса можно производить по интенсивности нагружения на посадочной поверхности кольца подшипника качения. Величину интенсивности можно подсчитать по зависимости, кН/м

$$P_R = \frac{R}{b} K_1 K_2 K_3,$$

где R - радиальная реакция опоры на подшипник, кН
b - рабочая ширина посадочного места, м

$$b = B - 2 \cdot r$$

B - ширина кольца подшипника, м
r - радиус закругления или ширина фаски кольца подшипника, м
K_1 - динамический коэффициент посадки, зависящий от характера нагрузки, принимается по таблице 2.11.
K_2 - коэффициент, учитывающий степень ослабления посадочного натяга при полом вале или тонкостенном корпусе, принимается по таблице 2.12. Для сплошного вала $K_2 = 1$;
K_3 - коэффициент неравномерности распределения радиальной нагрузки E между рядами роликов в двухрядных конических роликоподшипниках или между сдвоенными шарикоподшипниками при наличии осевой нагрузки A на опору. Значение коэффициента K_3, зависящее от $A / R \cdot ctg\beta$ приведено в табл. 2.13 (угол β - угол контакта тел качения с дорожкой качения наружного кольца зависит от конструкции подшипника $\beta = 12°; 26°; 36°$. Для однорядных подшипников $K_3 = I$.

Таблица 2.11

Характер нагрузки	K_1
Нагрузка с умеренными толчками и вибрацией	1,0
Нагрузка с сильными толчками и вибрацией, перегрузки достигают до 300%	1,8

Таблица 2.12

Коэффициент K_2

d_0/d	D/D_H	Значение коэффициента для			
		вала			корпуса
Св.	До	$D/d \le 1,5$	$D/d>1,5$	$D/d>2-3$	
-	0.4	1.0	1.0	1.0	1.0
0.4	0.7	1.2	1.4	1.6	1.1
0.7	0.8	1.5	1.7	2.0	1.4
0.8	-	2.0	2.3	3.0	1.8

Таблица 2.13

Коэффициент K_3

A/R ctg β		K_3
Св.	до	
-	0.2	1.0
0.2	0.4	1.2
0.4	0.6	1.4
0.6	1.0	1.6
1.0		2.0

По величине P_R в табл. 2.14 выбирается поле допуска для поверхности детали, сопрягаемой с циркуляционно-нагруженным кольцом. Поля допусков принимаются для подшипников классов РО и Р6 для корпуса по 7-му квалитету, для вала по 6-му квалитету; для подшипников классов Р5 и Р4 принимаются для отверстия в корпусе по 6-му квалитету, а для вала по 5-му квалитету.

Таблица 2.14

Допустимые интенсивности нагрузок на вал и корпус для подшипников качения

Диаметр, мм		Допустимые значения P_R, кН/м				
		Поля допусков вала				
Св.	до	j_s6; j_s5	k6; k5	m6; m5	n6; n5	p6
18	80	до 300	300-1350	1350-1600	1600-3000	св. 3000
80	180	550	550-2000	2000-2500	2500-4000	4000
180	360	700	700-3000	3000-3500	3500-6000	6000
360	630	900	900-3400	3400-4500	4500-8000	8000
Диаметр, мм		Поля допусков корпуса				
Св.	до	К7; К6	М7; М6	N7; N6	Р7; Р6	

50	180	до 800	800-1000	1000-1300	1300-2500	
180	360	1000	1000-1500	1500-2000	2000-3300	
360	630	1200	1200-2000	2000-2600	2600-4000	
630	1600	1600	1600-2500	2500-3500	3500-5500	

Работа должна выполняться в следующей последовательности.

По номеру подшипника в справочнике определить размеры колец подшипников.

По классу точности подшипника в стандарте ГОСТ 520-71 (СТ СЭВ 774-77) или справочнике определить числовые предельные отклонения для наружного диаметра D и внутреннего диаметра d .

Установить характер нагружения колец подшипников качения, исходя из условия работы подшипника.

Для местно-нагруженного кольца в табл. 2.10 подобрать поля допусков согласно класса точности кольца подшипника.

Выполнить расчет посадки для циркуляционно-нагруженного кольца подшипника.

Для принятых полей допусков в табл. ГОСТ 25347-82 определить числовые отклонения для вала и отверстия в корпусе.

По предельным отклонениям построить схемы полей допусков.

Подсчитать зазоры и натяги для посадки наружного и внутреннего колец подшипников и заполнить таблицу отчета по образцу (табл. 2.15).

Таблица 2.15

Анализ посадок подшипникового соединения

Класс точности подшипника		Сопряжения подшипника	
		С валом	С корпусом
Посадка			
Отклонение вала, мкм	es		
	ei		
Отклонения отверстия, мкм	ES		
	EI		

Натяги, мкм	N_{max}		
	N_{min}		
Зазоры, мкм	S_{max}		
	S_{min}		

Выполнить эскизы опоры, шейки вала и отверстия в корпусе. На эскизе узла нанести только условные обозначения полей допусков сопрягаемых деталей. Обозначение полей допусков колец подшипников на сборочном чертеже не указывается. На эскизах деталей нанести: условное и числовое обозначение предельных отклонений, допуск цилиндричности, биение заплечиков и шероховатость.

Допуск цилиндричности принимать равным 1/4 от допуска размера для поверхностей деталей, сопрягаемых с кольцом подшипника классов РО и Р6 или 1/8 от допуска размера для подшипников классов Р5 и Р4. Допуски торцового биения принять по табл. 2.16, а допустимую шероховатость по критерию Ra в табл. 2.17.

Таблица 2.16

Биение заплечиков в мкм (не более)

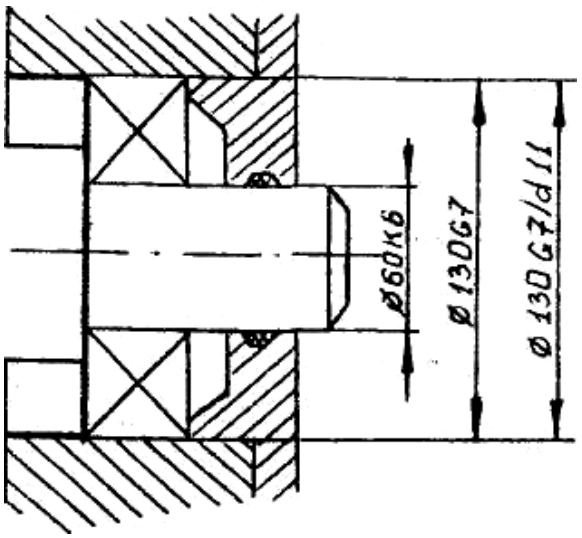
Заплечиков валов					Заплечиков корпуса				
d, мм	Р0	Р6	Р5	Р4	D, мм	Р0	Р6	Р5	Р4
	Классы подшипников					Классы подшипников			
До 50	20	10	7	4	До 80	40	20	13	8
Св 50 до 120	25	12	8	6	Св 80 до 120	45	22	15	9
Св 120 до 250	30	15	10	8	Св 120 до 150	50	25	18	10
Св 250 до 315	35	17	12	9	Св 150 до 180	60	30	20	12
Св 315 до 400	40	20	13	5	Св 180 до 250	70	35	23	14
					Св 250 до 315	80	40	27	16
					Св 315 до 400	90	45	30	18
					Св 400 до 500	100	50	33	12

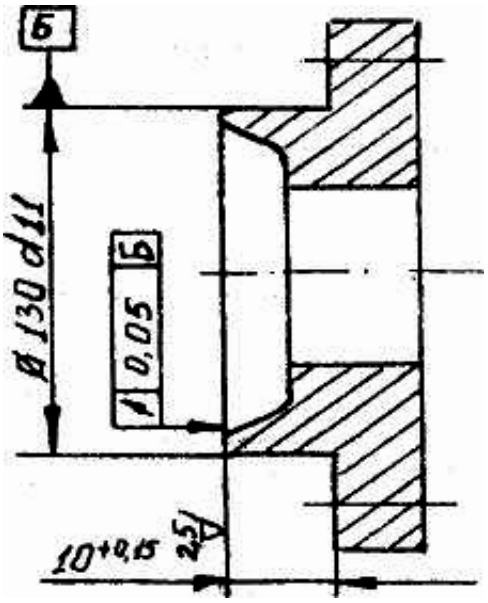
Таблица 2.17

Шероховатость по Ra, мкм, для посадочных мест под подшипники

Посадочные места	Классы точности подшипников	Ra для номинальных диаметров, мкм	
		До 80	Св 80
На валах	Р0 Р6 и Р5 Р4	1,25 0,63 0,32	2,50 1,25 0,63
В отверстии корпуса	Р0 Р6, Р5, Р4	1,25 0,63	2,50 1,25
Торцы заплечиков вала и корпуса	Р0 Р6, Р5, Р4	2,50 1,25	2,50 2,5

Образец выполнения эскиза опоры





2.4. Определение исполнительных размеров элементов зубчатого колеса, влияющих на норму бокового зазора

Варианты задаются преподавателем.

У зубчатых колес норму бокового зазора можно проверить при измерении следующих элементов:

I) предельных смещений исходного контура;

2) средней длины общей нормали;

3) размера постоянной хорды.

Допустимые размеры смещения исходного контура определяются по ГОСТ 1643-81.

2.4.1. Величина наименьшего дополнительного смещения исходного контура E_{HS} принимается по табл. 14 ГОСТ 1643-81 (или табл. 2.18 настоящих методических указаний). Для нахождения необходимо знать вид бокового зазора, размер делительного диаметра и степень точности по норме плавности.

Номинальный размер делительного диаметра можно определить по зависимости, мм

$$d = z \cdot m$$

Где z - число зубьев зубчатого колеса;

m- модуль, мм.

Степень точности может быть задана условным обозначением. Если у зубчатого колеса степень точности по всем нормам принята одна и та же, то условное обозначение имеет вид:

8 - В ГОСТ 1643-81 .

В данном примере степень по всем трем нормам, восьмая, вид бокового зазора "В" и вид допуска на боковой зазор " в ".

При комбинированной степени точности условное обозначение имеет вид:

8 - 7 - 7 - Ва ГОСТ 1643-81

Вид допуска

Вид бокового зазора

Степень по норме контакта

Степень по норме плавности

Степень по норме кинематической точности

Таблица 2.18

Нормы бокового зазора (показатель – E_{HS})

Вид сопряжения	Степень точности по нормам плавности	делительный диаметр d, мм					
		до 80	св 80 до 125	св 125 до 180	св 180 до 250	св 250 до 315	св 315 до 400
		мкм					
Н	3 – 6	12	14	16	18	20	22
	7	14	16	18	20	22	25
Е	3 – 6	30	35	40	46	52	57
	7	35	40	45	50	55	60
D	3 – 6	46	54	63	72	81	89
	7	50	60	70	80	90	100

	8	55	70	80	90	100	110
C	3 – 6	74	87	100	115	130	140
	7	80	100	110	120	140	160
	8	90	110	120	140	160	180
	9	100	120	140	160	180	200
B	3 – 6	120	140	160	185	210	230
	7	140	160	180	200	250	250
	8	140	160	200	220	250	280
	9	160	180	200	250	280	300
A	3 – 6	190	220	250	290	320	360
	7	200	250	280	300	350	400
	8	220	280	300	350	400	450
	9	250	280	350	400	400	500

Таблица 2.19

Норма кинематической точности

Степень точности	Обозначение показателя	Модуль, мм	Делительный диаметр d, мм			
			до 125	св 125 до 400	св 400 до 800	св 800 до 1600
			Размер показателя, мкм			
1	2	3	4	5	6	7
6	Fr	от 1 до 3,5	25	36	45	50
		св 3,5 до 6,3	28	40	50	56
		св 6,3 до 10	32	45	56	63
	Fvw	от 1 до 16	16	28	45	70
	Fi ”	от 1 до 3,5	36	50	63	71
		св 3,5 до 6,3	40	56	71	80
		св 6,3 до 10	45	63	80	90
7	Fr	от 1 до 3,5	36	50	63	71
		св 3,5 до 6,3	40	56	71	80
		св 6,3 до 10	45	63	80	90
	Fvw	от 1 до 25	22	40	60	100
	Fi ”	от 1 до 3,5	50	71	90	100
		св 3,5 до 6,3	56	80	100	112
		св 6,3 до 10	63	90	112	125
1	2	3	4	5	6	7
8	Fr	от 1 до 3,5	45	63	80	90
		св 3,5 до 6,3	50	71	90	100
		св 6,3 до 10	56	80	100	112
		от 1 до 16	-	90	112	125
	Fvw	от 1 до 40	28	50	80	120
	Fi ”	от 1 до 3,5	63	90	112	125
		св 3,5 до 6,3	71	100	125	140
		св 6,3 до 10	80	112	140	160
		от 1 до 16	-	125	160	180
9	Fr	от 1 до 3,5	71	80	100	112
		св 3,5 до 6,3	80	100	112	125
		св 6,3 до 10	90	112	125	140
		от 1 до 16	-	125	160	160
	Fi ”	от 1 до 3,5	90	112	140	160
		св 3,5 до 6,3	112	140	160	180

		св 6,3 до 10 от 1 до 16	125 -	160 180	180 224	200 224
6	Fc	от 1 до 16	16	28	45	70
7	Fc	от 1 до 16	22	40	60	100
8	Fc	от 1 до 16	28	50	80	120

Таблица 2.20

T_H – допуск на смещение исходного контура, мкм

Вид сопряжения	Вид допуска	Допуск на радиальное биение зубчатого венца Fr						
		св 25 до 32	св 32 до 40	св 40 до 50	св 50 до 60	св 60 до 80	св 80 до100	св 100 до 125
H, E	h	55	60	70	80	110	120	160
D	d	70	80	90	100	140	160	200
C	c	90	100	120	140	180	200	250
B	b	100	120	140	180	200	250	300
A	a	140	160	180	200	250	300	350

2.4.2. Наибольшее дополнительное смещение исходного контура определяется из условия:

$$E_{Hi} = | E_{Hs} | + T_H,$$

где T_H – допуск на смещение исходного контура.

Допуск T_H – принимают по табл. ГОСТ 1643-81 (или табл. 2.20 методических указаний) по величине допуска на радиальное биение зубчатого венца F_r и виду допуска на боковой зазор.

Допуск на радиальное биение зубчатого венца F_r принимается по табл. 6 ГОСТ 1643-81 (или табл. 2.19 методических указаний) по величине делительного диаметра и степени точности по норме кинематической точности.

Наименьшее и наибольшее смещения исходного контура принимаются всегда в тело колеса, т.е. для внешних колес внешнего зацепления принимается смещение исходного контура со знаком «минус», а для зубчатых колес внутреннего зацепления принимается со знаком «плюс».

2.4.3. Номинальный размер длины общей нормали для цилиндрических зубчатых колес с прямыми зубьями определяют по зависимости, мм

$$W = m\,[1{,}476\,(2\cdot Z_{wr} - 1) + 0{,}0149\cdot z]$$

где m – модуль зубчатого колеса, мм;

z – число зубьев зубчатого колеса, мм;

Z_{wr} – число зубьев в длине общей нормали; для цилиндрических зубчатых колес принимается по зависимости:

$$Z_{wr} = 0{,}111\cdot z + 0{,}5.$$

Полученную величину Z_{wr} округляют до целого числа, например, 2, 3, 4, 5 и т.д.

Исполнительный размер должен иметь два предельных отклонения.

Наименьшее уменьшение длины общей нормали принимают из двух таблиц ГОСТ 1643-81. Первое слагаемое E_{wms} *I* принимают в табл. 16 по размеру делительного диаметра и виду бокового зазора; второе слагаемое принимается в табл. 17 по величине допуска на радиальное биение зубчатого венца (табл. 2.21 и табл. 2.22 методических указаний)

$$E_{wms} = E_{wms}\ I + E_{wms}\ II.$$

Таблица 2.21

Нормы бокового зазора (показатель – E_{wms} слагаемое 1)

Вид сопряжения	Степень точности по нормам плавности	делительный диаметр, мм					
		до 80	св 80 до 125	св 125 до 180	св 180 до 250	св 250 до 315	св 315 до 400
		мкм					
H	3 – 6	8	10	11	12	14	16
	7	10	10	12	14	16	18
E	3 – 6	20	24	28	30	35	40
	7	25	30	30	35	40	45
D	3 – 6	30	35	40	50	55	60
	7	35	40	50	55	60	70
	8	40	50	50	60	70	70
C	3 – 6	50	60	70	80	90	100
	7	55	70	70	80	100	110
	8	60	80	80	100	110	120
	9	70	80	100	110	120	140
B	3 – 6	80	100	110	120	140	160
	7	100	110	120	140	180	180
	8	100	110	140	140	180	200
	9	110	120	140	160	200	200
A	3 – 6	120	140	180	200	220	250
	7	140	180	200	200	250	280
	8	160	200	200	250	280	300
	9	180	200	250	280	280	350

Таблица 2.22

Нормы бокового зазора (показатель – E_{wms} слагаемое 11)

Допуск на радиальное биение зубчатого венца Fr, мкм								
св 25 до 32	св 32 до 40	св 40 до 50	св 50 до 60	св 60 до 80	св 80 до100	св 100 до 125	св125 до160	св160 До200
7	9	11	14	18	22	25	35	45
$- E_{wms} = - (E_{wms}1 + E_{wms}11)$								

Наибольшее уменьшение длины общей нормали определяется по зависимости:

$$E_{wmi} = |E_{wms}| + T_{wm},$$

где T_{wm} – допуск на среднюю длину общей нормали, принимается по табл. 18 ГОСТ 1643-81 (или табл. 2.23 методических указаний) в зависимости от

допуска на радиальное биение зубчатого венца и вида допуска на боковой зазор.

Таблица 2.23

T_{wm}– допуск на среднюю длину общей нормали, мкм

Вид сопряжения	Вид допуска	Допуск на радиальное биение зубчатого венца Fr, мкм						
		св 25 до 32	св 32 до 40	св 40 до 50	св 50 до 60	св 60 до 80	св 80 до100	св 100 до 125
H, E	h	22	25	25	28	30	40	55
D	d	35	40	40	40	60	70	80
C	c	45	50	60	70	90	110	120
B	b	55	60	70	100	100	120	140
A	a	80	90	100	110	140	150	180

Для зубчатых колес внешнего зацепления отклонения принимаются со знаком «минус», т.е. в тело колеса:

$$W^{-Ewms}_{-Ewmi}$$

2.4.4. Исполнительный размер толщины зуба по постоянной хорде определяется в следующей последовательности.

Номинальный размер постоянной хорды для цилиндрических зубчатых колес с прямыми зубьями определяют по зависимости, мм

$$\overline{S_c} = 1{,}387 \cdot m,$$

где m – модуль зубчатого колеса, мм.

Установочная высота постоянной хорды определяется по зависимости, мм

$$\overline{h_c} = 0{,}7476 \cdot m.$$

Наименьшее уменьшение постоянной хорды E_{cs} принимается в табл. 20 ГОСТ 1643-81 (или табл. 2.24 методических указаний) по размеру делительного диаметра и виду бокового зазора.

Таблица 2.24

Нормы бокового зазора (показатель – E_{cs})

Вид сопряжения	Степень точности по нормам плавности	делительный диаметр d, мм					
		до 80	св 80 до 125	св 125 до 180	св 180 до 250	св 250 до 315	св 315 до 400
		мкм					
D	3 – 6 7 8	35 35 40	40 45 50	45 50 60	55 60 70	60 70 70	60 70 80
C	3 – 6 7 8 9	55 60 70 70	60 70 80 90	70 80 90 100	80 90 100 120	90 100 120 140	100 120 140 140
B	3 – 6 7 8 9	90 100 100 120	100 120 120 140	120 140 140 160	140 140 160 180	160 180 180 200	160 180 200 220
A	3 – 6 7 8 9	140 150 160 180	160 180 200 200	180 200 220 250	200 220 250 300	250 250 300 300	250 300 350 350

Наибольшее уменьшение постоянной хорды принимается из условия

$$E_{ci} = |E_{cs}| + T_c,$$

где T_c – допуск на постоянную хорду, принимается по табл. 21 ГОСТ 1643-81 (или табл. 2.25 методических указаний) с учетом допусков на радиальное биение зубчатого венца и виду допуска на боковой зазор.

Таблица 2.25

T_c– допуск на толщину зуба, мкм

Вид сопряжения	Вид допуска	Допуск на радиальное биение зубчатого венца Fr						
		св 25 до 32	св 32 до 40	св 40 до 50	св 50 до 60	св 60 до 80	св 80 до100	св 100 до 125
H, E	h	40	45	50	70	70	90	100
D	d	50	60	70	70	110	120	140
C	c	70	70	90	100	140	160	180
B	b	70	90	100	140	140	180	220
A	a	100	120	140	140	180	220	250

Для цилиндрических зубчатых колес внешнего зацепления предельные отклонения принимают в тело колеса, т.е. отклонения принимают минусовое значение:

$$\overline{S}_{c}^{-Ecs}_{-Eci}$$

Все полученные данные сводятся в таблицу 2. 26 .

Таблица 2.26

Исполнительные размеры параметров

Обозначение параметра	Размер, мм	Обозначение параметра	Размер, мм
E_{HS}		F_r	
T_H		E_{CS}	
E_{HI}		T_C	
$E_{wms}1$		E_{CI}	
$E_{wms}11$		S	
T_{wm}		h_C	
E_{wmi}			
W			

2.5. Решение размерных цепей

Решение размерной цепи студенты выполняют при анализе размеров конкретной детали.

Студенту выдается чертеж ступенчатого валика или втулки с заданной последовательностью обработки.

В задаче требуется определить исполнительный размер одного из составляющих звеньев.

Работа выполняется в следующей последовательности.

2.5.1. Ознакомиться с определениями по размерным цепям, пользуясь конспектом лекций или учебной литературой

2.5.2. Построить схему размерной цепи.

2.5.3. Выявить замыкающее звено в размерной цепи.

2.5.4. Установить, какие составляющие звенья будут относиться к увеличивающим, а какие - к уменьшающим звеньям.

2.5.5. Определить числовые отклонения для всех звеньев размерной цепи по ГОСТ 25347-82 СТ СЭВ 144^75).

2.5.6. Путем решения размерной цепи определить исполнительный размер для заданного звена размерной цепи, для чего:

I) Записать уравнение предельных отклонений замыкающего звена, при решении размерной цепи методом Максимума-Минимума:

$$E_S A_\Delta = \sum_{j=1}^{k} \vec{E_S A_j} - \sum_{j=1}^{m} \overleftarrow{E_i A_j}$$

$$E_i A_\Delta = \sum_{j=1}^{k} \vec{E_i A_j} - \sum_{j=1}^{m} \overleftarrow{E_s A_j}$$

2) Подставить известные значения в уравнения размерной цепи и найти отклонения для заданного размера.

Приложение

Варианты заданий для работы № 2

Расчет и выбор посадки с зазором

Вариант	**D, мм**	**L,** мм	**R**, н	**n** об/мин.	**Масло**	**t°**р
I	100	90	9000	1250	ИГП - 38	60

2	120	НО	6000	1800	И – 30А	60
3	140	100	18800	3000	ИГП - 72	60
4	120	85	10000	1200	ИГП - 49	60
5	170	150	18000	1250	И – 20А	50
6	40	60	17900	1950	И – 40А	50
7	32	50	8000	1600	И – 50А	65
8	70	60	17500	1950	И – 40А	50
9	92	85	12500	2500	И – 30А	60
10	50	45	4500	1250	И – 40А	60
11	50	50	7200	1500	И – 50А	65
12	180	160	18600	1250	И – 25А	50
13	125	65	13000	1450	ИГП - 49	60
14	150	120	25000	2250	И – 40А	70
15	130	150	15000	860	И – 30А	65
16	85	80	4800	2000	ИГП - 49	70
17	130	120	7000	1850	И – 25А	60
18	80	70	15000	1500	ИГП - 38	65
19	45	45	7200	2500	ИГП - 49	65
20	82	150	9500	'960	ИГП - 72	60
21	32	52	2500	3000	ИГП - 18	50
22	165	125	12000	1250	ИГП - 49	60
23	130	70	18000	2500	ИГП - 72	65
24	180	120	12000	1860	И – 50А	60
25	65	80	8500	2800	И – 40А	50

Расчет и выбор посадок с натягом

Номер варианта	D ,мм	d_1.мм	$d_{2,мм}$	ι ,мм	M_k,Н.М	P_0, Н	Материал	
							Вала	Корпуса
1.	35	30	50	35	12	500	Бронз-6-6-3	Сталь 20
2.	220	70	230	200	460	0	Сталь 30	Сталь 20
3.	100	90	130	100	0	6000	Сталь 20	Сталь 30
4.	40	20	60	60	320	0	Сталь 30	СЧ 21-40
5.	50	40	70	80	350	0	Сталь 20	Сталь 35
6.	110	100	130	120	200	1000	Сталь 30	Сталь 08
7.	120	100	140	130	400	0	Сталь 08	Сталь 30
8.	30	0	40	50	120	0	Сталь 40	Сталь 45
9.	180	170	210	180	300	700	Сталь 20	Сталь 35
10.	115	100	130	90	200	0	Сталь 08	Сталь 20
11.	95	80	**110**	100	700	1000	Сталь 20	Сталь 35
12.	140	130	180	120	460	0	Сталь 08	Сталь 30
13.	40	20	60	60	100	0	Сталь 35	Сталь 35
14.	200	100	220	110	0	1500	Бронз 6-6-3	Сталь 30
15.	130	120	150	140	270	0	Сталь 20	Сталь 30
16.	60	0	70	70	420	0'	Сталь-45	Сталь 30
17.	200	100	220	300	450	600	Сталь 20	Сталь 30
18.	60	50	100	60	0	2000	Сталь 20	Сталь 30
19.	100	90	120	60	320	0	СЧ 21	Сталь 20
20.	130	120	160	150	350	0	Сталь 20	Сталь 45
21.	60	50	100	60	150	0	Сталь 20	Сталь 30
22.	75	60	100	80	250	0	Сталь 08	СЧ 21-40
23.	90	0	100	140	900	0	Сталь 30	Сталь 40
24.	150	140	170	150	960	0	Сталь 20	Сталь 30
25.	170	150	180	250	280	1000	Сталь 30	Сталь 20

Расчет посадок для подшипников качения

Номер варианта	Номер подшипника	Класс	Рад. нагр. F, Н	Осев. нагр. F_a , Н	Характеристики нагрузки	Что вращается	D/D_k или d/a
1	80310	6	12000	0	С ударами	Корпус	0,4
2	7515	5	10000	0	Умеренная	Вал	0,4
3	60310	0	3800	0	С ударами	Вал	0,6
4	60306	4	5000	0	Умеренная	Корпуса	0,5
5	80312	6	4600	0	С ударами	Корпус	0,5
6	7220	5	20000	1000	С ударами	Вал	0,3
7	7214	4	13500	2000	Умеренная	Вал	0,7
8	46116	0	9500	1000	С ударами	Корпус	0,6
9	46114	6	14500	1500	Умеренная	Корпус	0,4
10	60306	5	10000	0	С ударами	Вал	0,3
11	80214	4	12000	0	С ударами	Корпус	0,5
12	7520	0	9600	1000	Умеренная	Вал	0,6
13	7314	6	3400	1800	С ударами	Корпус	0,7
14	46310	5	5750	500	Умеренная	Вал	0,6
15	3617	4	17000	150	С ударами	Корпус	0,8
16	7310	0	9500	500	Умеренная	Вал	0,5 ,,
17	7208	6	6500	200	С ударами	Вал	0,4
18	36206	5	3800	250	С ударами	Корпус	0,5
19	36307	4	5900	500	Умеренная	корпус	0,5
20	7515	5	8500	600	С ударами	Вал	0,4
21	60305	6	7500	0	С ударами	корпус	0,6
22	3618	0	12000	1200	Умеренная	Вал	0,5
23	46310	6	9600	400	С ударами	Вал	0,6
24	34209	5	7500	900	Умеренная	Корпус	0,4
25	7218	4	21600	1000	Умеренная	Корпус	0,6

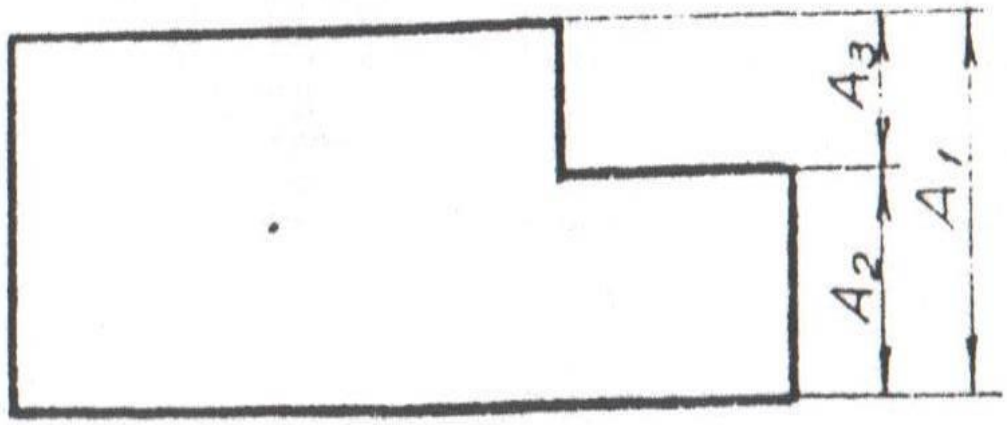
Определение элементов зубчатых колес

номер вар.	Z	m	степени точности
1	36	2.5	6-7-7-С
2	28	3,0	7-6-6-В
3	30	3,5	8-В
4	40	4,0	8-7-7-Ва-
5	29	4,0	7-6-6 -В
6	32	5,0	7-В
7	56	3,0	6-7-7-Д
8	45	2,0	5-6-6-Д
9	42	2,5	7-6-6-С
10	25	3.0	8-7-7-Ва
11	28	3,5	8-В а
12	50	4,0	8-7-7-С
13	36	3,5	8-В
14	62	5,0	7-6-6-Ва
15	46	3,0	8-В
16	45	4,0	8-7-7-С
17	38	3,0	8-7-7-В
18	40	2,5	6-7-7-Д
19	35	2,0	6-7-7-С
20	22	4,0	8-В
21	34	3.5	7-6-6-Ва
22	32	4,0	8-В а
23	60	5,0	7-В
24	62	4,0	8-7-7-Ва
25	58	2,0	8-А

Расчет размерных цепей

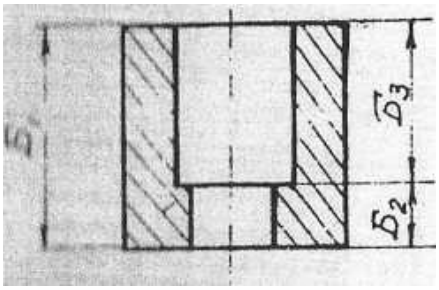
Задача № 1.

Определить исполнительный размер A_j *-го* звена, при заданной последовательности обработки.



Номер вар.	AI	A2	A3	Последовательность обработки	Определить размер
1	100 ℓ 11	40	60F9	A2 и A3	A2
6	120 *d* lo	75 js 12	45	A1 и A3	A3
11	80 *f* 9	50 *js* 11	30	A1 и A3	A3
I6	150 8	65	85BII	A1 и A2	A2
21	130	75 *d* 10	55AII	A1 и A2	AI

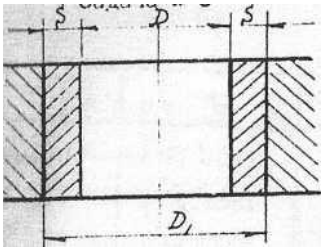
Задача № 2



Конструктор задал размеры $Б_I$ и $Б_2$, технологу удобнее обрабатывать в последовательности $Б_I :: Б_3$. Определить исполнительный размер $Б_3$ из условия, чтобы после обработки детали размеры $Б_1$ и $Б_2$ соответствовали заданным конструктором.

Номер вар.	$Б_I$	$Б_2$	Номер вар.	$Б_I$	$Б_2$
2	100 d 8	20 js 11	57	115 d 8	25 js 12
7	95 e 9	15 B 12	62	120 e 7	20 d 11
12	120 f 8	30 c 11	67	100 h 6	25 l 12
17	145 d 8	35 l 11	72	145 js 6	30 a 11
22	85 h 7	15 B 12	77	150 d 8	25 js 11

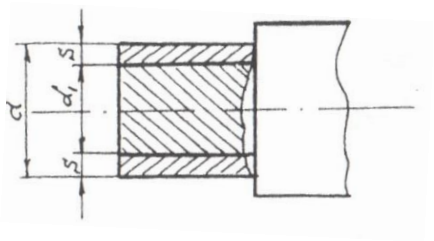
Задача № 3



Определить исполнительный размер отверстия D_1 до покрытия слоем металла, если после электрогальванического покрытия слоем S_j на сторону, отверстие должно иметь размер D.

Номер вар.	D	S	Номер вар.	D	S
3	140 D 10	$0^{+0.06}_{+0.03}$	58	130 B 11	$0^{+0.10}_{+0.07}$
8	125 E 9	$0^{+0.05}_{+0.03}$	63	100 A 11	$0^{+0.15}_{+0.12}$
13	80 js 11	$0^{+0.09}_{+0.05}$	68	56 D 11	$0^{+0.10}_{+0.97}$
18	75 D 11	$0^{+0.15}_{+0.13}$	73	115 E 9	$0^{+0.120}_{+0.105}$
23	185 D 10	$0^{+0.12}_{+0.09}$	78	125 B 11	$0^{+0.110}_{+0.070}$

Задача № 4.

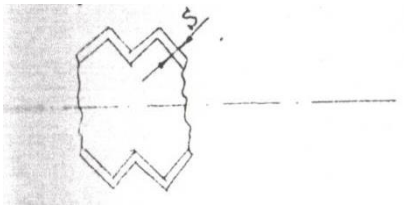


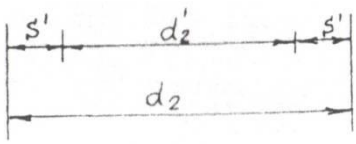
Определить исполнительный размер вара d_1 до нанесения слоя металла, если после нанесения электрогальваническим способом слоя S_j на сторону, вал должен иметь размер d.

Номер вар.	d	S	Номер вар.	d	S
4	75 d 10	$0^{+0.10}_{+0.08}$	59	130 d 11	$0^{+0.11}_{+0.07}$
9	65 f 9	$0^{+0.075}_{+0.060}$	64	125 c 11	$0^{+0.16}_{+0.12}$
14	182 d 11	$0^{+0.15}_{+0.12}$	69	100 *l* 12	$0^{+0.15}_{+0.10}$
19	120 *l* 11	$0^{+0.16}_{+0.12}$	74	72 d 11	$0^{+0.08}_{+0.05}$
24	95 d 10	$0^{+0.06}_{+0.04}$	79	76 *l* 11	$0^{+0.12}_{+0.09}$

Задача № 5

Определить размер диаметра $d`_2$ до покрытия защитным слоем, если при гальваническом покрытии наносится слой металла S на сторону и после покрытия резьба должна иметь d_2





Номер вар.	Резьба после металлизации	S	Номер вар.	Резьба после металлизации	S
5	М20х1,5-6g	$0^{+0.05}_{+0.02}$	60	М36х2-8g	$0^{+0.10}_{+0.06}$
10	М16х1,5-8g	$0^{+0.07}_{+0.03}$	65	М36-8g	$0^{+0.12}_{+0.07}$
15	М12-8g	$0^{+0.06}_{+0.03}$	70	М27х1,5-6d	$0^{+0.08}_{+0.04}$
20	М10-8g	$0^{+0.08}_{+0.05}$	75	27х1,5-8g	$0^{+0.12}_{+0.08}$
25	М16х1,5-6g	$0^{+0.07}_{+0.05}$	80	М18х1,5-6а	$0^{+0.08}_{+0.05}$

Министерство образования и науки РФ
ФГБОУ ВО
«Уральский государственный
горный университет»



Проректор по учебно-
методическому комплексу
_____ Уторов С.А.

НОВИКОВА Н.А

ДОПУСКИ И ПОСАДКИ

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ
По дисциплине «Основы взаимозаменяемости»
для студентов специальности
15.02.16 - «Технология машиностроения»

Екатеринбург

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Основы взаимозаменяемости» является одной из важнейших дисциплин, так как неразрывно связана с главной задачей современного машиностроения – обеспечение высокого качества выпускаемой продукции. Качество изделий машиностроения, как и любого другого вида продукции, является физической категорией, зависящей от множества конструкторских, технологических и организационно-технологических факторов, проявляющихся на этапах жизненного цикла изделия. Установлено, что до 90% эксплуатационных свойств деталей изделий машиностроения может быть достигнуто за счет соответствующего нормирования точностей геометрических параметров элементов деталей и их поверхностей. К таким эксплуатационным свойствам следует отнести взаимозаменяемость деталей и сборочных единиц, износостойкость трущихся поверхностей, долговечность, герметичность и прочность соединений и др.

Знания , умения и навыки, полученные в результате изучения дисциплины «Допуски и посадки» помогут студентам пользоваться государственными стандартами при нормировании точности геометрических параметров гладких цилиндрических и типовых деталей и сборочных единиц, обозначать их на рабочих чертежах.

1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ В ОБЛАСТИ ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТИ

Взаимозаменяемость – свойство независимо изготовленных деталей и сборочных единиц занимать свое место в изделии без дополнительной механической или ручной обработки при сборке, обеспечивая при этом нормальную работу собираемых узлов, механизмов, машин. Взаимозаменяемость не обеспечивается только точностью геометрических параметров, Взаимозаменяемыми должны быть форма, механические, электрические и другие количественные и качественные характеристики деталей и сборочных единиц. Такая взаимозаменяемость называется полной. Полную взаимозаменяемость экономически целесообразно применять для деталей, изготовленных с допусками не точнее 6-го квалитета.

При полной взаимозаменяемости:

- упрощается процесс сборки – он сводится к простому соединению деталей рабочими преимущественно невысокой квалификации;

- появляется возможность точно нормировать процесс сборки во времени, устанавливать необходимый темп работы и применять поточный метод;

- создаются условия для автоматизации процессов изготовления и сборки изделий;

-упрощается и удешевляется ремонт изделий, гак как любая изношенная или поломанная деталь или сборочная единица может

быть заменена новой (запасной).

Иногда для удовлетворения эксплуатационных требований необходимо изготовлять детали и сборочные единицы с малыми экономически неприемлемыми или технологически трудно выполнимыми допусками. В этих случаях для получения требуемой точности сборки применяют групповой подбор деталей (селективную сборку), компенсаторы, регулирование положения некоторых частей машин и приборов, пригонку и другие дополнительные технологические мероприятия при обязательном выполнении требовании к качеству сборочных единиц и изде4ий. Такую взаимозаменяемость называют неполной (ограниченной). Ее можно осуществлять не по всем, а только по отдельным геометрическим или другим параметрам.

Внешняя взаимозаменяемость — это взаимозаменяемость покупных и кооперируемых изделий (монтируемых в другие более сложные изделия) и сборочных единиц по эксплуатационным показателям, а также по размерам и форме присоединительных поверхностей. Например, в электродвигателях внешнюю взаимозаменяемость обеспечивают по частоте вращения вала и мощности, а также по размерам присоединительных поверхностей; в подшипниках качения — по наружному диаметру наружного кольца и внутреннему диаметру внутреннего кольца.

Внутренняя взаимозаменяемость распространяется на детали, сборочные единицы и механизмы, входящие в изделие. Например, в подшипнике качения внутреннюю групповую взаимозаменяемость имеют тела качения и кольца.

2. ПОНЯТИЯ О РАЗМЕРАХ, ДОПУСКАХ И ПОСАДКАХ

Под размером понимают числовое значение линейной или угловой величины в выбранных единицах измерения. Различают номинальный, действительный и предельные размеры.

Номинальный размер — это размер, относительно которого определяются предельные размеры и который служит также началом отсчета отклонений. Номинальный размер, общий для отверстия и вала, образующих соединение, называется номинальным размером соединения. Это основной размер, полученный на основе кинематических, динамических и прочностных расчетов или выбранный из конструктивных, технологических, эксплуатационных, эстетических и других соображений и указанный на чертеже. Полученный, таким образом номинальный размер должен быть округлен до ближайшего стандартного из ряда нормальных линейных размеров по ГОСТ 6636-69 «Нормальные линейные размеры».

Действительный — это размер, установленный измерением с допустимой погрешностью. Величина допускаемой погрешности измерения, по которой выбирается необходимое средство измерения, регламентируется ГОСТ 8.051-81 в зависимости от точности изготовления, заданной на чертеже.

Предельные размеры — это два предельно допустимых размера, между которыми должен находиться или которым может быть равен действительный размер. Больший из двух предельных размеров

называется *наибольшим предельным размером,* а меньший- *наименьшим предельным размером.*

Принято обозначать номинальный, действительный и предельные размеры для отверстий - D, D_r, D_{max}, D_{min};

для валов – d, d_r, d_{max}, d_{min}..

При выходе действительного размера за предельные – деталь считается бракованной.

Условие годности для отверстий: $D_{min} \le D_r \le D_{max}$;

для валов $d_{min} \le d_r \le d_{max}$.

Для упрощения простановки размеров на чертежах вместо предельных размеров проставляют предельные отклонения. Предельные отклонения подразделяют на верхнее и нижнее.

Верхнее — это алгебраическая разность между наибольшим предельным и номинальным размерами, *нижнее отклонение* — это алгебраическая разность между наименьшим предельным и номинальным размерами.

В ГОСТ 25346-89 приняты условные обозначения: верхнее отклонение отверстия —*ES*, вала — *es*, нижнее отклонение отверстия — *El*, вала — *ei*.

Согласно определениям:

Для отверстий

$$ES = D_{max} - D; \qquad El = D_{min} - D;$$

Для валов

$$es = d_{max.} - d\ ; \qquad ei = d_{min} - d\ ;$$

Предельные отклонения могут иметь положительные и отрицательные значения, или одно из них может быть равным нулю.

Допуск размера — это разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами или алгебраическая разность между верхним и нижним отклонениями. Допуск обозначается IT или T_D – допуск отверстия и T_d – допуск вала.

Согласно определениям:

Допуск отверстия

$$T_D = D_{max} - D_{min}\ ;$$

Допуск вала

$$T_d = d_{max} - d_{min}\ .$$

Допуск размера всегда положительная величина.

Поле допуска - это поле, ограниченное верхним и нижним отклонениями. Для графического изображения полей допусков, позволяющего понять соотношения номинального и предельных размеров, предельных отклонений и допуска, введено понятие нулевой линии.

Нулевая линия — это линия, соответствующая номинальному размеру, от которой откладываются предельные отклонения размеров при графическом изображении допусков и посадок. При горизонтальном расположении нулевой линии положительные отклонения откладываются вверх от нее, а отрицательные — вниз (рис. 2.1 и 2.2).

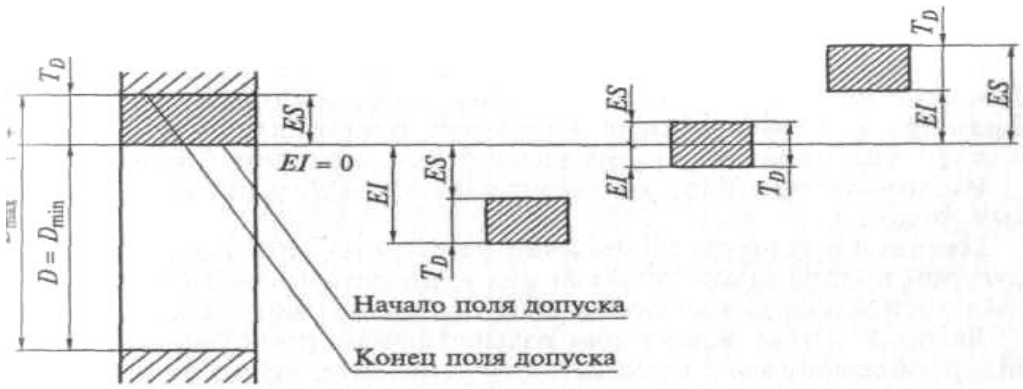


Рис. 1.4. Схема расположения полей допусков отверстий

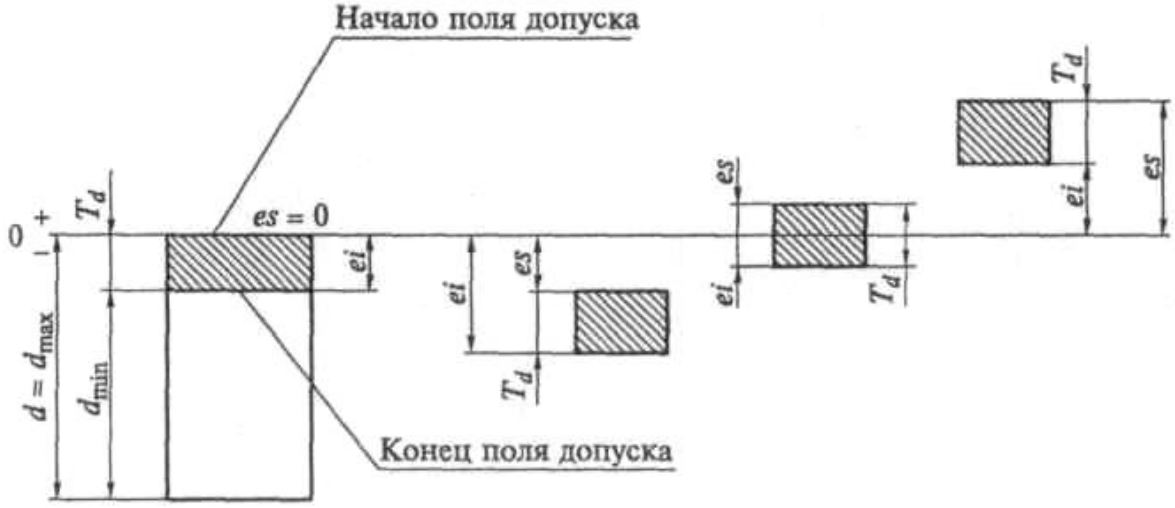


Рис. 1.5. Схема расположения полей допусков валов

В машинах и механизмах детали не находятся обособленно друг от друга, они собираются в определенные узлы, комплекты, группы. Поверхности деталей, по которым происходит сопряжение одной детали с другой называют сопрягаемыми поверхностями.

Остальные поверхности называются свободными. Поверхности могут быть как цилиндрическими (ось вагона,

подшипник скольжения), так и плоскими (шпонка, шпоночный паз). В терминологии по допускам и посадкам: *вал* - все охватываемые наружные поверхности, о*тверстие* - внутренние охватывающие поверхности.

Посадкой – называется характер соединения деталей, определяемый разностью действительных размеров вала и отверстия. Различают три вида посадок: с зазором, с натягом и переходные посадки.

Посадкой с зазором называют такое соединение, у которого действительный размер отверстия больше действительного размера вала. Поле допуска отверстия располагается над полем допуска вала. (рис. 2.3). Основными характеристиками посадки с зазором являются:

Наименьший зазор $S_{min} = D_{min} - d_{max}$;

наибольший зазор $S_{max} = D_{max} - d_{min}$;

средний зазор $S_m = \frac{S_{max} + S_{min}}{2}$;

действительный зазор $S_д = D_д - d_d$;

допуск зазора (допуск посадки с зазором) $T_s = S_{max} - S_{min} = T_D + T_d$

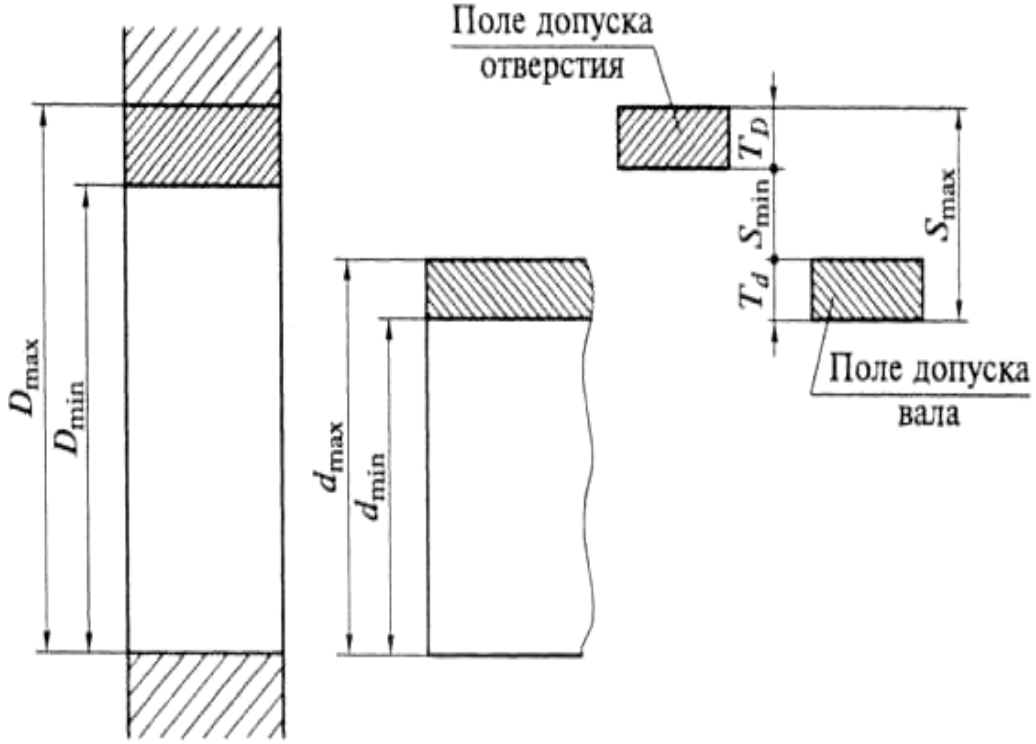


Рис.2.3 Схемы расположения полей допусков при посадках с зазором

посадкой с натягом называется посадка, у которой при любых условиях сборки, действительный размер вала больше действительного размера отверстия (поле допуска вала расположено над полем допуска отверстия) (рис. 2.4). Натяг обеспечивает взаимную неподвижность деталей после их сборки. Основными характеристиками посадки с натягом являются:

наименьший натяг $N_{min} = d_{min} - D_{max}$;

наибольший натяг $N_{max} = d_{max} - D_{min}$;

средний натяг $N_m = \frac{N_{max} + N_{min}}{2}$;

действительный натяг $N_д = d_d - D_д$

допуск натяга (допуск посадки с натягом) $T_N = N_{max} - N_{min} = T_D + T_d$.

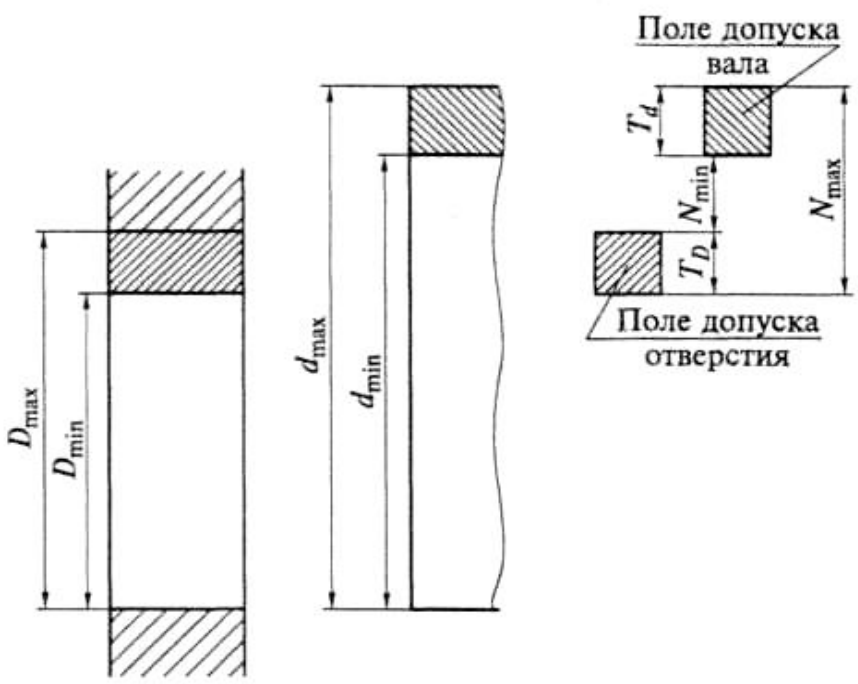


Рис.2.4 Схемы расположения полей допусков при посадках с натягом

Переходной посадкой называется посадка, при которой возможно получение как зазора, так и натяга (поля допусков отверстия и вала перекрываются частично или полностью) (рис.2.5). Переходные посадки используются для неподвижных соединений, когда при эксплуатация необ-ходима частая разборка и сборка, а также когда к цент-рированию деталей предъявляются повышенные требования.

Основными характеристиками переходных посадок являются:

наибольший натяг $N_{max} = d_{max} - D_{min}$;

наибольший зазор $S_{max} = D_{max} - d_{min}$;

действительный натяг $N_д = d_d - D_д$

действительный зазор $S_д = D_д - d_d$;

допуск посадки $T_{N(S)} = N_{max} + S_{max} = T_D + T_d$.

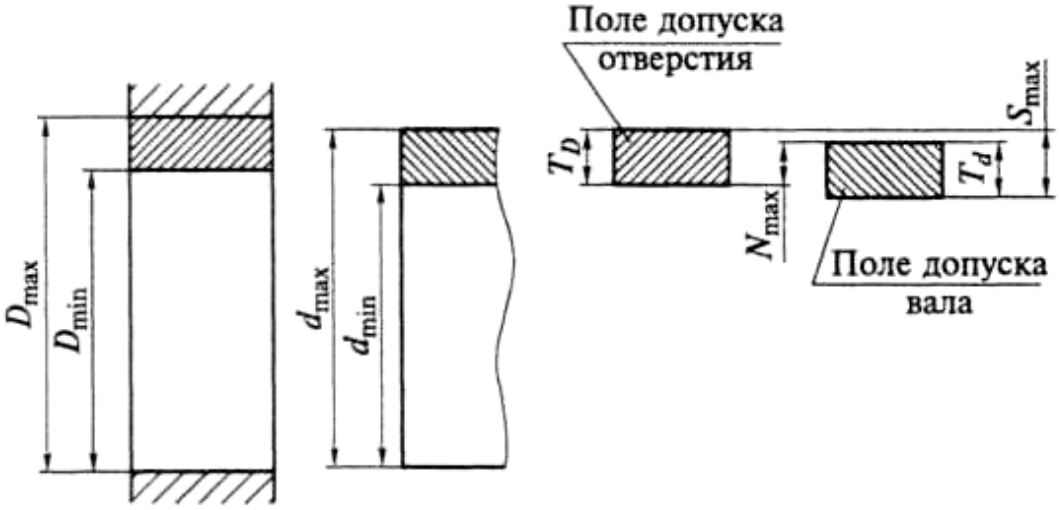


Рис.2.5 Схемы расположения полей допусков при переходных посадках

3. ЕДИНАЯ СИСТЕМА ДОПУСКОВ И ПОСАДОК

Системой допусков и посадок называют совокупность допусков и посадок, закономерно построенных на основе опыта, теоретических и экспериментальных исследований и оформленных в виде стандартов. Система предназначена для выбора минимально необходимых, но достаточных для практики вариантов допусков и посадок типовых соединений деталей машин. Единая система допусков и посадок (ЕСДП) гладких соединений изложена в стандартах: ГОСТ 25346-89; ГОСТ 25347-82; Согласно стандартам в ЕСДП установлены допуски и посадки для размеров до 1 мм;

свыше 1 мм до 500 мм; свыше 500 мм до 3150 мм. Детали, размеры которых входят в каждый из этих диапазонов, имеют свои особенности при проектировании, обработке и контроле. Так, размеры диапазона свыше 0 до 1 мм наиболее часто реализуются в микроэлектронике с использованием нанотехнологий, размеры свыше 1 до 500 мм – в машиностроении, а размеры свыше 500 мм – в станкостроении, тяжелом машиностроении. Рассмотрим построение системы допусков и посадок для размеров от 1 до 500 мм.

3.1 Закономерности построения допусков

Основная закономерность построения допусков размеров *IT*, имеет вид

$$IT\ (T) = a\ i \qquad (1.1)$$

Где a – число единиц допуска; i- единица допуска, мкм

Единица допуска функционально связана с номинальным размером и является масштабом для измерения допуска в закономерности (1.1).

На основании исследований точности механической обработки установлены следующие зависимости единиц допуска для размеров до 500 мм

$$i = 0{,}45\sqrt[3]{D} + 0{,}001D, \qquad (1{,}2)$$

где i — единица допуска, мкм; D — среднее геометрическое крайних размеров каждого интервала размеров, мм.

Каждый диапазон размеров разбивается на *интервалы* — основные и промежуточные. В пределах каждого интервала

основные отклонения и допуски неизменны. Основные интервалы используются для определения всех допусков системы. В СДП для номинальных размеров от 1 до 500 мм предусмотрено 13 основных интервалов размеров. Для полей допусков, образующих посадки с большими величинами зазоров или натягов, введены дополнительные промежуточные интервалы, что позволяет уменьшить колебание зазоров и натягов и

Интервалы подразделяются на основные и промежуточные.

диапазон размеров до 500 мм разбит на 13 основных интервалов:

свыше1 до З мм;
свыше З до б мм;
свыше б до10 мм;
свыше 10 до 18 мм;
свыше 18 до 30 мм;
свыше 30 до 50 мм;
свыше 50 до 80 мм;
свыше 80 до 120 мм;
свыше 120 до 180 мм;
свыше 180 до 250 мм;
свыше 250 до 315 мм;
свыше 315 до 400 мм;
свыше 400 до 500мм.

Промежуточные интервалы введены для номинальных размеров свыше 10 мм и делят каждый основной интервал на две, а в некоторых случаях – на три части. В пределах каждого интервала по зависимости (1.2.) установлена единица допуска

Детали разного назначения в различных машинах и механизмах должны быть изготовлены с различной точностью. Нормирование требуемых уровней точности осуществляется с помощью квалитетов. Под ***квалитетом*** понимается совокупность допусков, изменяющихся в зависимости от номинального размера так, что уровень точности для всех номинальных размеров остается одинаковым. Допуск, характери-

зующий точность, в пределах одного квалитета зависит только от номинального размера, входящего в единицу допуска *i*.

В ЕСДП предусмотрено 20 квалитетов, которые обозначаются арабскими цифрами (01; 0; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; …;18).

С увеличением номера квалитета точность понижается (допуск увеличивается).

Самые точные квалитеты (01, 0, 1, 2, 3, 4), как правило, применяются при изготовлении образцовых мер и калибров.

Квалитеты с 5-го по 12-й, как правило, применяются для сопрягаемых элементов деталей при образовании посадок.

Квалитеты с 12-го по 18-й применяют для несопрягаемых элементов деталей.

Допуск по квалитету обозначается буквами *IT* с указанием номера квалитета, например *IT*8 - допуск по 8 квалитету.

Квалитеты отличаются друг от друга коэффициентом точности *a* (количеством единиц допуска) В табл. 1 приведено количество единиц допуска для каждого квалитета, начиная с 5 по 18.

Таблица 1

Число единиц допуска

квалитет	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
«a»	7	10	16	25	40	64	100	160	250	400	640	1000	1600	2500

3.2 системы допусков и посадок

Стандарты предусматривают две равноправные системы посадок: систему отверстия и систему вала.

Система отверстия – система допусков и посадок, при которой для данного номинального размера и данного квалитета предельные отклонения отверстия остаются постоянными, а требуемые посадки достигаются за счет изменения предельных размеров вала (рис.3.1). В системе отверстия основной деталью является *основное отверстие*, которого нижнее отклонение EI=0, а верхнее $ES = + T_D$.

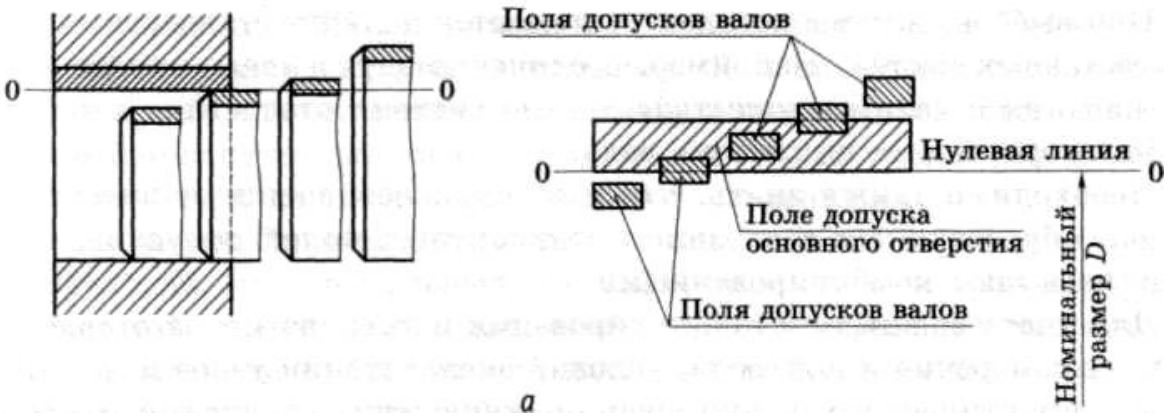


Рис.3.1 Посадки в системе отверстия

Система вала – система допусков и посадок, при которой для данного номинального размера и данного квалитета предельные отклонения вала остаются постоянными, а требуемые посадки достигаются за счет изменения предельных размеров отверстия (рис.3.2). В системе вала основной деталью является *основной вал* у которого верхнее отклонение es=0, а нижнее $ei = - T_d$.

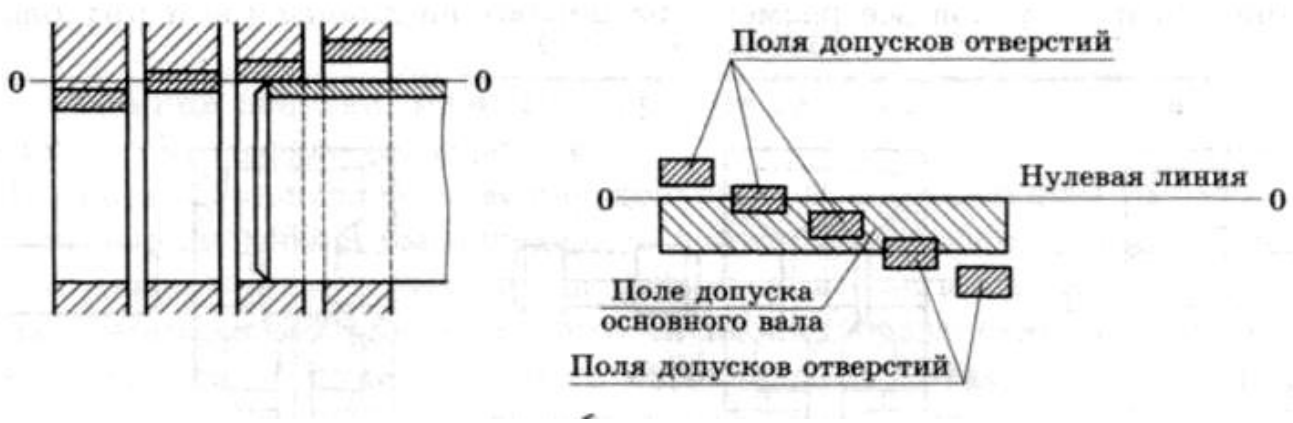


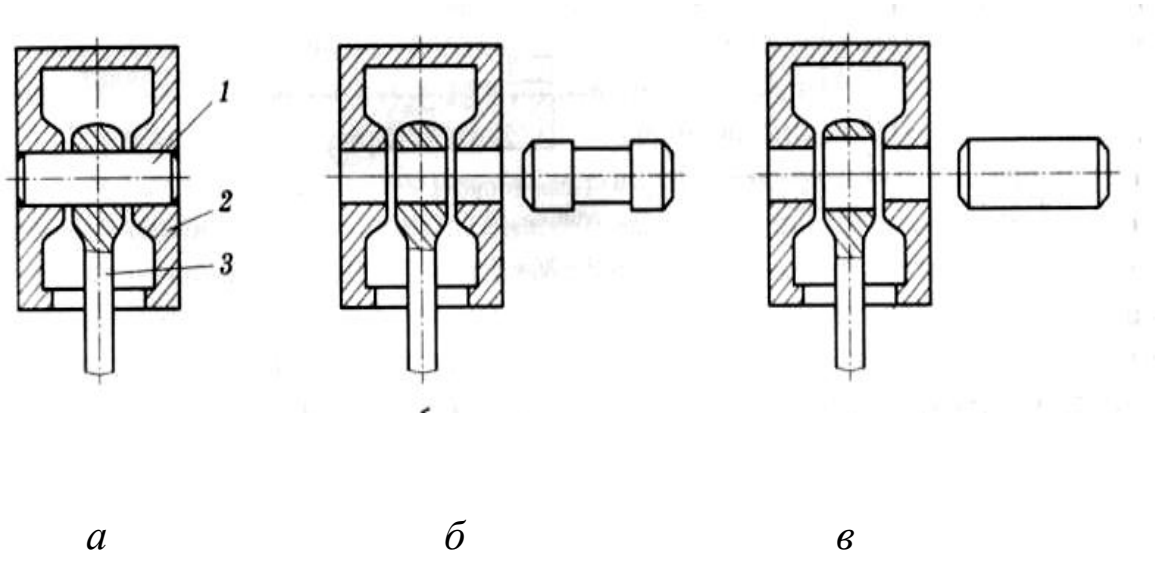
Рис.3.2. посадки в системе вала

Выбор системы посадки (отверстия или вала) определяют исходя из конструктивных, технологических и экономических соображений.

Предпочтительной является система отверстия. Это связано с тем, что отверстия обрабатываются дорогостоящим режущим инструментом (сверлом, протяжкой, зенкером, разверткой и т.п.), предназначенным для обработки только одного размера с определенным полем допуска. Вал, независимо от размера, в большинстве своем обрабатывается одним и тем же инструментом (резцом, шлифовальным кругом). Таким образом, количество типоразмеров инструмента для обработки отверстий будет значительно меньше при назначении посадки в системе отверстия. Система вала применяется в следующих случаях:

- когда на одном валу необходимо чередовать соединения нескольких отверстий одного номинального размера с различными посадками. На рис. 3.3, *а* представлено соединение поршневого пальца *1* с поршнем *2* и шатуном *3*. Для нормальной работы

этого узла соединение поршня и пальца должно быть выполнено по неподвижной посадке, а шатуна с пальцем — по подвижной посадке. Назначение посадок в системе отверстия (рис. 3.3, *б)* привело бы к неудобствам при обработке ступенчатого пальца и, главное, к порче отверстия шатуна при сборке. При назначении посадок в системе вала (рис. 3.3, *в*) эти недостатки исключаются.



а *б* *в*

Рис.3.3 Соединение поршневого пальца с поршнем и шатуном двигателя автомобиля;

а – общий вид соединения: 1 – поршневой палец; 2- поршень; 3- шатун; *б*- соединение в системе отверстия*; в*- соединение в системе вала

- система вала также применяется в случаях, когда детали типа валиков или осей изготавливаются из калиброванных холодно-тянутых прутков, дополнительная механическая обработка которых не предусматривается.

- и, наконец, посадка в системе вала назначается в случаях, когда вал является стандартной деталью или сборочной единицей (штифт, шплинт, шпонка, наружное кольцо подшипника и т.п.).

Необходимо также отметить, что возможно назначение и внесистемных посадок, образованных сочетанием стандартных полей допусков, которые иногда называют комбинированными.

3.3 Ряды основных отклонений

Основное отклонение- это одно из двух предельных отклонений (верхнее или нижнее), по величине и знаку которого определяется положение поля допуска относительно нулевой линии.

По ЕСДП таким отклонением является отклонение, ближайшее к нулевой линии. Стандарт предусматривает 28 рядов основных отклонений для валов и столько же основных отклонений для отверстий. Отклонения валов обозначаются строчными буквами латинского алфавита от *a* до *z* , а отверстия прописными буквами от *A* до *Z*.

Схематично ряды основных отклонений показаны на рис.3.4 Каждому основному отклонению на схеме соответствуют горизонтальная черта, от которой начинается поле допуска. Штриховкой показано направление поля допуска, а второе отклонение зависит от того, по какому квалитету будет выполнено данное предельное отклонение.

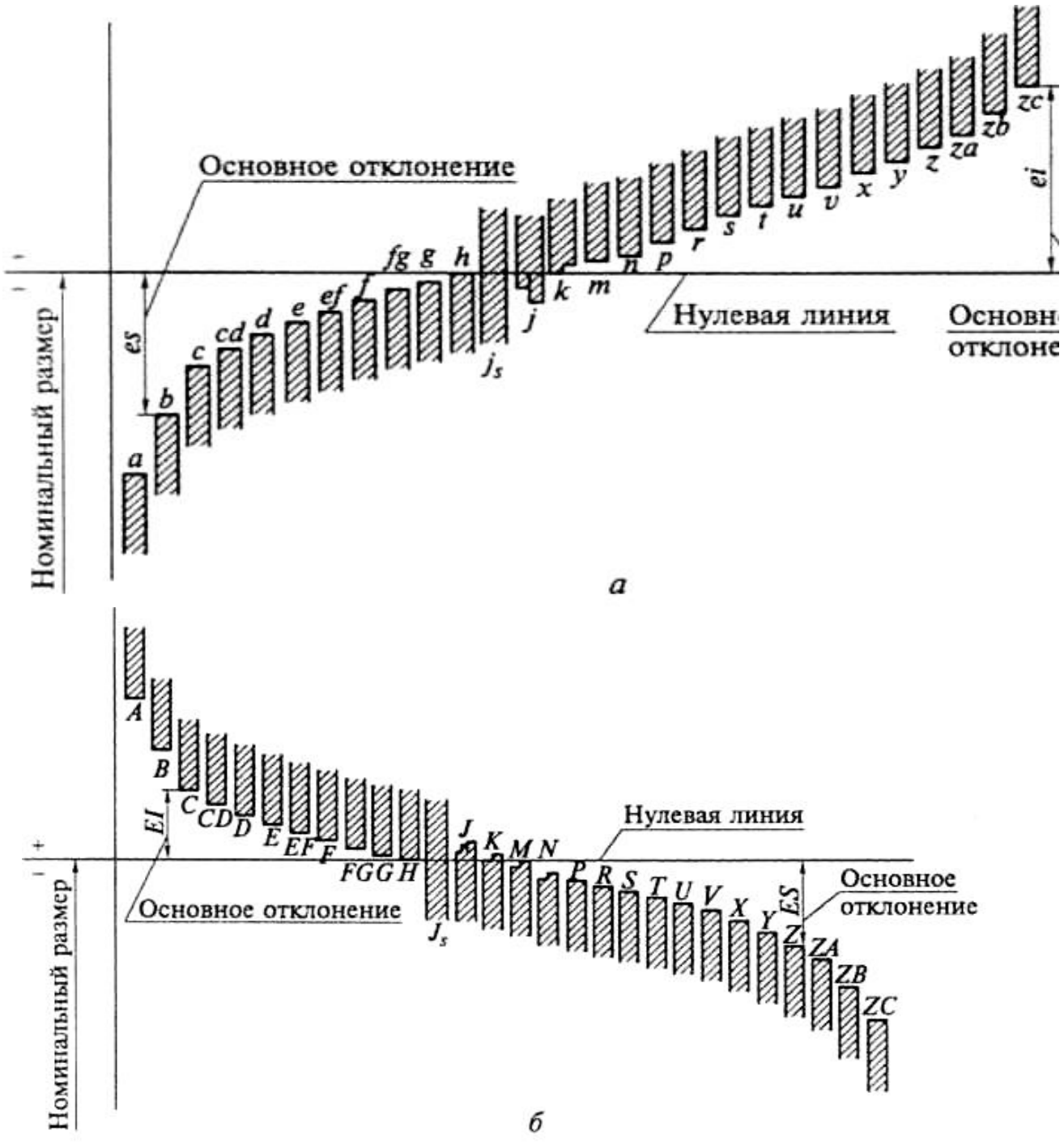


Рис.3.4. основные отклонения для валов (а), для отверстий (б)

3.4 Поля допусков

Поле допуска в ЕСДП образуется сочетанием одного из основных отклонений с допуском по одному из квалитетов. В соответствии с этим поля допусков обозначаются буквой основного отклонения и номерами квалитетов, например

для валов $h6$, $d11$, $b12$, $s8$ и т.д.;

для отверстий $A11$, $H8$, $S7$ и т.д.

По основному отклонению и допуску вычисляют второе предельное отклонение, ограничивающее данное поле допуска.

Если основное отклонение - верхнее, то нижнее отклонение определяют по зависимости:

для вала $ei = es - IT$;

для отверстия $El = ES - IT$.

Если основное отклонение – нижнее, то верхнее отклонение :

для вала $es = ei + IT$;

для отверстия $ES = El + El$.

В системе ЕСДП можно образовывать поля допусков для любого квалитета, что позволяет получить более 500 полей допусков для валов и столько же полей допусков для отверстий. Однако не все возможные поля допусков могут найти применение даже в перспективе, на которую ориентирован стандарт, так как одновременное применение на практике всех полей допусков неприемлемо по экономическим соображениям (затрудняет уни-фикацию изделий, различных инструментов и калибров). В ЕСДП для диапазона размеров от 1 до 500 мм применяется отбор полей допусков, которые делятся на основные и дополнительные .

Основные поля допусков включают в себя предпочтительные (имеющие первоочередное применение) и рекомендуемые. Дополнительные поля допусков являются полями ограниченного применения и используются тогда, когда применение основных полей допусков не позволяет выполнить требования, предъявляемые к изделию.

3.5 Образование посадок

Посадки в системе ЕСДП образуются сочетанием полей допусков отверстия и вала.

Принципиально допускается любое сочетание полей допусков отверстия и вала. Предпочтение следует отдавать посадкам, образованным в системе отверстия или в системе вала. ГОСТ 25347 -82 устанавливает ряд стандартных посадок в системе отверстия и в системе вала. В каждой системе выделяются предпочтительные посадки, выделенные рамочками.

МИНОБРНАУКИ
ФГБОУ ВО
«Уральский государственный горный университет»

Т. П. Глинникова

Технологические процессы изготовления деталей машин.

Справочно-методическое пособие
по выполнению курсового проекта
для студентов СПО специальности – 15.02.16
«Технология машиностроения»

Екатеринбург

МИНОБРНАУКИ ФГБОУ ВО
«Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-
методическому комплексу
_____С. А. Упоров

Т. П. Глинникова,

Технологические процессы изготовления деталей машин.

Справочно-методическое пособие
по выполнению курсового проекта
для студентов СПО специальности – 15.02.16
«Технология машиностроения»

Издание УГГУ Екатеринбург

Рецензент: А. И. Мамедов канд. техн. наук, доцент кафедры ГлЗЧС УГГУ

Г54 *Глинникова Т. П.*

Технология машиностроения: Справочно-методическое пособие по выполнению курсовой работы для студентов СПО специальности 15.02.16 – «Технология машиностроения» очного и заочного обучения. *Т. П. Глинникова.* – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2021. 75 с.

В пособии рассмотрены основные этапы выполнения раздела технологической части ВКРИ, излагаются требования к объему раздела, даются методические указания и рекомендации по выполнению его отдельных частей.

В каждом разделе даны краткие теоретические положения, на основе которых решаются отдельные задачи и указывается конкретная справочная и техническая литература, которая при этом должна быть использована. Пособие содержит значительный объем справочной информации в виде таблиц, необходимых для выполнения технологической части ВКР инженера.

Справочно-методическое пособие рассмотрено на заседании кафедры эксплуатации горного оборудования_____г. (протокол № 1) и рекомендовано для издания в УГГУ.

© Глинникова Т. П., 2022
© Уральский государственный горный университет, 2022

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ВКР ИНЖЕНЕРА (ВКРИ)

Разработка технологической части ВКР инженера (ВКРИ) преследует цель показать умение студентов разрабатывать прогрессивные технологические процессы на основе современных достижений науки и техники.

Следует отметить, что в технологической части ВКРИ не допускается копирования существующего на базовом предприятии технологического процесса, а рекомендуется на основе анализа разработать более совершенный технологический процесс, использовать современное высокопроизводительное оборудование, прогрессивные конструкции приспособлений и режущих инструментов.

2. СОДЕРЖАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ВКРИ

Объем технологической части ВКРИ ***определяет руководитель и записывает в задание.***

Технологическая часть ВКРИ содержит пояснительную записку, графическую часть и альбом технологической документации.

Пояснительная записка содержит следующие разделы:

- назначение и конструкция детали;
- анализ технологичности конструкции детали;
- определение типа производства;
- анализ базового техпроцесса;
- выбор заготовки;

– маршрутный технологический процесс;
– расчет припусков на обработку;
– расчет режимов резания;
– расчет норм времени;
– экономическое обоснование принятого варианта техпроцесса.

Объем графической части раздела составляет два листа формата А1 и содержит следующие материалы:

– чертеж детали;
– чертеж заготовки;
– иллюстрация техпроцесса (операционные эскизы).

Технологическая документация должна содержать следующие документы:

– маршрутную карту;
– операционные карты (на все операции);
– карты эскизов (на все операции).

3. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

3.1. Назначение и конструкция детали

Раздел начинается с определения класса деталей, к которому относится заданная в проекте деталь (класс валов, полых цилиндров, зубчатых колес, корпусов, рычагов, вилок и т. п.).

Далее дается описание работы и назначение узла в машине и

детали в узле. При этом указываются основные и вспомогательные конструкторские базы, исполнительные поверхности. Здесь же анализируются допуски на размеры, форму и взаимное расположение поверхностей детали, указывается, почему к этим поверхностям предъявляются такие требования. При необходимости такой анализ сопровождается эскизами.

В этом же разделе описывается вид термической обработки детали и цель ее проведения.

Заканчивается раздел таблицами химического состава и механических свойств материала детали.

3.2. Анализ технологичности конструкции детали

Анализ технологичности является одним из важных этапов в разработке технологического процесса, обуславливает его основные технико-экономические показатели: металлоемкость, трудоемкость и себестоимость.

Анализ технологичности проводится, как правило, в два этапа: качественный и количественный.

Детали типа валов признаются технологичными, если они отвечают следующим требованиям:

– возможность максимального приближения формы и размеров заготовки к размерам и форме детали;

– возможность вести обработку проходными резцами;

– уменьшение диаметров поверхностей от середины к торцам вала или от одного торца к другому;

– возможность замены закрытых шпоночных пазов открытыми;

– жесткость вала обеспечивает достижение необходимой точности при обработке **(***l:d* < 10 ... 12).

Зубчатые колеса признаются технологичными, если они имеют:

– центральное отверстие простой формы;

– простую конфигурацию наружного контура (наиболее технологичными являются зубчатые колеса простой формы без выступающих ступиц);

– ступицы с одной стороны, что позволяет обрабатывать на зубофрезерных станках по две детали;

– симметрично расположенную перемычку между венцом и ступицей, что уменьшает коробление детали при термообработке;

– возможность штамповки фигурной перемычки между венцом и ступицей.

Для всех классов деталей признаются нетехнологичными следующие элементы:

– глубокие отверстия (*l:d* >5);

– отверстия, расположенные под углом к оси, плоскости и т. п.;

– глухие отверстия с резьбой;

– закрытые с одной или двух сторон пазы.

Не являются нетехнологичными требования к точности размеров и формы поверхностей деталей и шероховатости, если они вытекают из служебного назначения детали и определяют ее конструкцию.

Количественная оценка технологичности выполняется согласно ГОСТ 14.201-83.

Заканчивается этот раздел выводами о технологичности конструкции детали.

3.3. Определение типа производства

Тип производства характеризуется коэффициентом серийности K_c, который показывает число различных операций, закрепленных в среднем по цеху (участку) за каждым рабочим местом в течение месяца. Пример расчета для оси (рис. 1) приведен ниже на стр. 8.

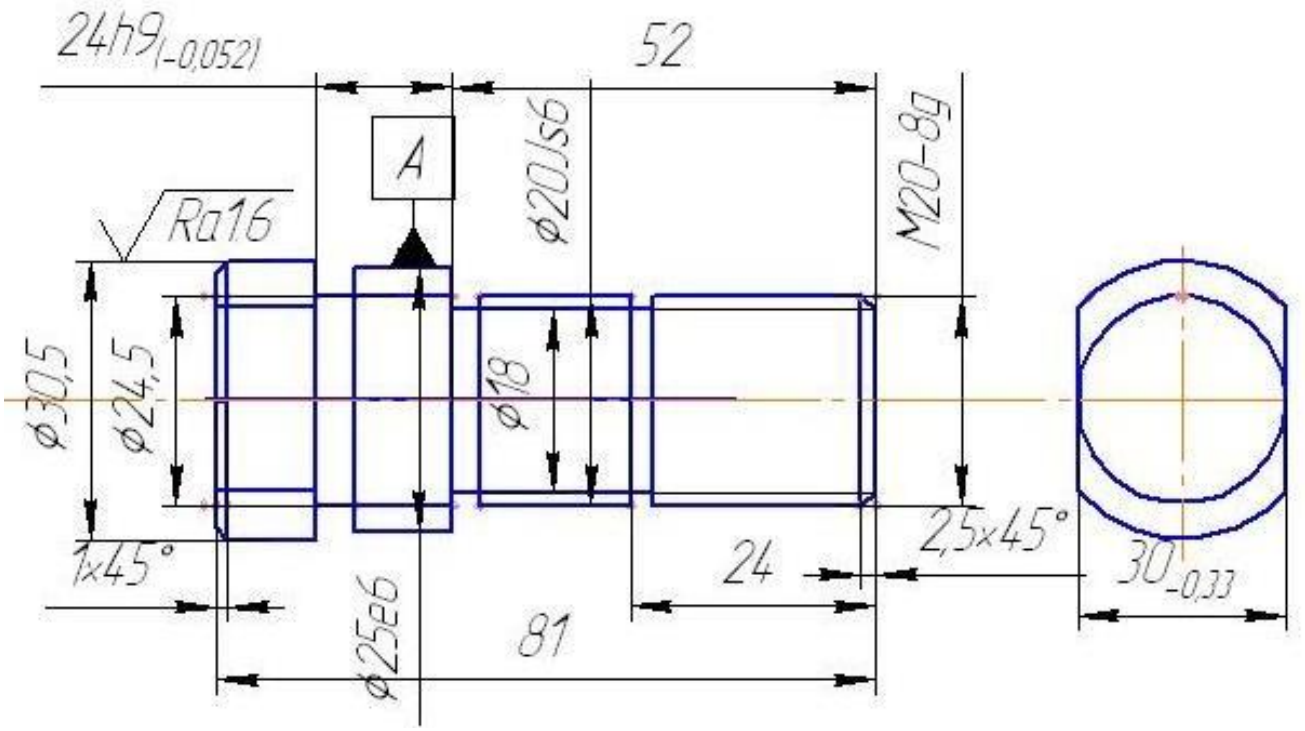


Рис. 1. Чертеж оси

Таблица 1

Пример расчета технологического времени T_o

Переход	$T_o \cdot 10^{-3}$	Значение коэффициента φ_k
Подрезать торец Ø30,5	$0{,}037\ D^2 = 0{,}037 \cdot 30{,}5^2 = 344{,}19 \cdot 10^{-3}$	2,14
Подрезать торец Ø 20	$0{,}037\ D^2 = 0{,}037 \cdot 20^2 = 148 \cdot 10^{-3}$	
Точить Ø 30,5 начерно	$0{,}17\ dl = 0{,}17\ 30{,}5\ 8 = 41{,}48 \cdot 10^{-3}$	
Точить Ø 25 начерно	$0{,}17\ dl = 0{,}17\ 25\ 20 = 85 \cdot 10^{-3}$	
Точить Ø 25 начисто	$0{,}17\ dl = 0{,}17\ 25\ 20 = 85 \cdot 10^{-3}$	
Точить Ø 20 начерно	$0{,}17\ dl = 0{,}17\ 20\ 28 = 95{,}2 \cdot 10^{-3}$	
Точить Ø 20 начисто	$0{,}17\ dl = 0{,}17\ 20\ 28 = 95{,}2 \cdot 10^{-3}$	
Нарезать резьбу М20	$19\ dl = 19 \cdot 20 \cdot 18 = 6840 \cdot 10^{-3}$	
Токарная операция (1)	$\sum T_{o1} = 7734{,}07 \cdot 10^{-3}$	$\sum T_{o1} \cdot \varphi_{k1} = 7734{,}07 \cdot 2{,}14 \cdot 10^{-3}$
Фрезеровать 2 лыски	$2 \cdot 6 \cdot l = 2 \cdot 6 \cdot 20 = 240 \cdot 10^{-3}$	1,84
Фрезерная операция(2)	$\sum T_{o2} = 240 \cdot 10^{-3}$	$\sum T_{o2} \cdot \varphi_{k2} = 240 \cdot 1{,}84 \cdot 10^{-3}$
Шлифовать Ø 25	$0{,}15\ dl = 0{,}15\ 25\ 20 = 75 \cdot 10^{-3}$	2,10
Шлифовать Ø 20	$0{,}15\ dl = 0{,}15\ 20\ 28 = 84 \cdot 10^{-3}$	
Шлифовальная операция (3)	$\sum T_{o3} = 159 \cdot 10^{-3}$	$\sum T_{o3} \cdot \varphi_{k3} = 159 \cdot 2{,}10 \cdot 10^{-3}$

Примечание: при расчете приближенного основного технологического времени мелкие элементы детали (фаски, галтели, канавки и т.п.) не учитываются.

Штучно-калькуляционное время $T_{\text{шт.-к.}} = \sum T_{o1} \cdot \varphi_{k1} + \sum T_{o2} \cdot \varphi_{k2} +$

$+ \sum T_{o3} \cdot \varphi_{k3} = (7734{,}07 \cdot 2{,}14 + 240 \cdot 1{,}84 + 159 \cdot 2{,}10)\ 10^{-3} = 17{,}3$ мин.

Определяется средняя трудоемкость операций

$$T_{\text{ср}} = \frac{\sum_{1}^{n} T_{oi}}{n_{\text{оп}}},$$

где $T_{oi} = \varphi_k \cdot \sum T_o$ – время на выполнение одной операции; T_o – основное технологическое время для каждой поверхности детали, определяемое по приближенным формулам (табл. П1.1); $n_{\text{оп}}$ – количество

операций (определяется по количеству разного вида станков).

Такт выпуска деталей

$$\tau = \frac{60F_д m}{N}, \text{ мин},$$

где $F_д$ – действительный годовой фонд рабочего времени (при 254 рабочих днях в году при 8 часовой смене) час, m – количество смен в сутки, N – годовой объем выпуска деталей, шт.

Коэффициент серийности

$$K_с = \frac{\tau}{T_{ср}}.$$

По ГОСТ 3.1121-84 приняты следующие коэффициенты закрепления операций $K_с$:

$K_с \sim 1 \ldots 2$ – массовое;

$K_с \sim 2 \ldots 10$ – крупносерийное;

$K_с \sim 10 \ldots 20$ – среднесерийное;

$K_с > 20$ – мелкосерийное.

Для серийного производства рассчитывается размер партии деталей по формуле

$$n = \frac{Na}{254}, \quad (1)$$

где a – количество дней запаса деталей на складе;. Рекомендуется принимать $a = 3$ дня для крупных деталей, $a = 6 \div 12$ дней – для средних деталей, $a = 24$ дня – для мелких деталей.

Студенты выполняют ВКРИ по материалам производственной практики, имея базовый вариант технологического процесса. Поэтому для предварительного расчета коэффициента закрепления операций могут быть использованы нормы времени $t_{шт.}$ или $t_{шт.-к.}$, взятые из

базового техпроцесса или рассчитанные по приближенным формулам (прил. 1).

В исключительных случаях, при отсутствии базового техпроцесса, тип производства предварительно можно определить по годовому выпуску и массе деталей, пользуясь табл. 2 и 3.

Таблица 2

Выбор типа производства по годовому выпуску и массе деталей

Тип производства	**Годовой объем выпуска деталей, шт.**		
	крупных, 50 кг и более	**средних, 8 … 50 кг**	**мелких, до 8 кг**
Единичное	До 5	до 10	до 100
Среднее	5 ... 1000	10 ... 5000	100 ... 50000
Массовое	Св. 1000	Св. 5000	Св. 50000

Таблица 3

Выбор серийности производства

Серийность производства	**Количество деталей в партии (серии), шт**		
	Крупных, 50 кг и более	**Средних, 8 ... 50 кг**	**Мелких, до 5 кг**
Мелкосерийное	5 ... 10	5 ... 25	10 ... 50
Среднесерийное	11 ... 50	26 ... 200	51 ... 500
Крупносерийное	Св. 50	Св. 200	Св. 500

3.4. Выбор заготовки

При выборе метода получения заготовки решающими факторами являются: форма детали, масса, материал, объем выпуска деталей. Окончательное решение о выборе метода принимается на основе технико-экономических расчетов. Характеристики основных методов

получения заготовок приведены в прил. 2 и 3.

Для выбора метода получения заготовки сравнивается ее стоимость по базовому варианту S_1 и проектируемому S_2.

Стоимость заготовки по базовому варианту может быть взята из отчета по практике.

При отсутствии сведений о методе получения заготовки по базовому варианту стоимость заготовки рассматривается по двум возможным методам ее получения и делается их сравнение.

Стоимость заготовок из проката рассчитывается по формуле

$$S_2 = M + \sum C_{\text{о.з.}}, \tag{2}$$

где M – затраты на материал заготовки, руб.; $\sum C_{\text{о.з.}}$ – технологическая себестоимость правки, калибрования, разрезки, руб.

Расчеты затрат на материалы и технологической себестоимости выполняются по формулам (3) и (4)

$$M = Q \cdot S - (Q - q) \cdot S_{\text{отх.}}, \tag{3}$$

где Q – масса заготовки (рассчитывается через объем и плотность материала заготовки), кг; S – цена 1 кг материала заготовки, руб.; Q – масса детали, кг; $S_{\text{отх..}}$ – цена 1 кг отходов, руб.

В отходы включается не только разность между массой заготовки и детали (стружка), но и остаток прутка, образующийся из-за некратности длины заготовки длине прутка.

$$\sum C_{\text{о.з.}} = \frac{C_{\text{п.з.}} \cdot t_{\text{шт}}(t_{\text{шт.–к.}})}{60}, \tag{4}$$

где $C_{\text{п.з.}}$ – приведенные затраты на рабочем месте, руб./ч; $t_{\text{шт. (шт.-к.)}}$ – штучное или штучно-калькуляционное время выполнения заготовительной операции, мин.

Примерные значения приведенных затрат $C_{п.з.}$ даны в [1, 8] .

Штучное или штучно-калькуляционное время $t_{шт.\ (шт.-к.)}$ рассчитывается по формуле

$$t_{шт.}\left(t_{шт.-к}\right)=\frac{L_{рез.}+y}{S_{м}}\cdot\varphi, \qquad (5)$$

где $L_{рез}$ – длина резания при разрезании проката на штучные заготовки (принимается равной диаметру проката $L_{рез} = D$) мм; y – величина врезания и перебега (при разрезании дисковой пилой y = 68 мм); $S_м$ – минутная подача при разрезании ($S_м$ = 50 ... 80 мм/мин); φ – коэффициент, показывающий долю вспомогательного времени в штучном (φ = 1,84 для мелко- и среднесерийного производства; φ = 1,5 для крупносерийного и массового производства).

Расчет стоимости заготовок, полученных литьем или штамповкой, выполняется по формуле

$$S_2=\left(\frac{C_i}{1000}\cdot Q\cdot K_m K_c K_b K_м K_n\right)-\left(\frac{Q-q}{1000}\right)\cdot S_{отх.}, \qquad (6)$$

где C_i - базовая стоимость 1 т заготовок, руб.; Q - масса заготовки, кг: K_m – коэффициент, зависящий от класса точности; K_c – коэффициент, зависящий от степени сложности; K_b – коэффициент, зависящий от массы заготовки; $K_м$ – коэффициент, зависящий от марки материала: K_n – коэффициент, зависящий от объема выпуска заготовок.

Перед расчетом стоимости заготовки по формуле (6) вычерчивается ее эскиз, назначаются припуски (см. прил. 2, 3, ГОСТ 7505-89, 26645-85), устанавливаются размеры, по которым рассчитывается объем и масса заготовки Q.

Для штампованных заготовок по ГОСТ 7505-89 устанавливаются:

– группа материала – М;

– класс точности – Т;

– степень сложности – С;

– исходный индекс.

По исходному индексу в том же стандарте определяются припуски на обрабатываемые поверхности и предельные отклонения размеров заготовки (прил. 2).

Параметры литых заготовок определяются по ГОСТ 26645-85.

Заканчивается этот раздел расчетом экономической эффективности

$$Э_{заг.} = (S_1 - S_2)N, \quad (7)$$

где S_1 и S_2 – стоимость заготовки по базовому и проектируемому вариантам соответственно; N – годовой объем выпуска деталей.

3.5. Маршрутный техпроцесс

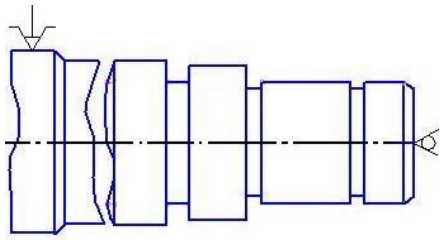
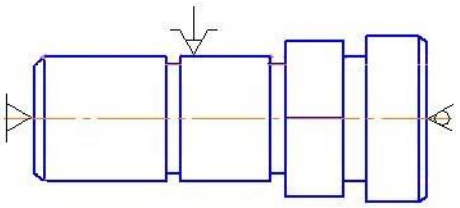
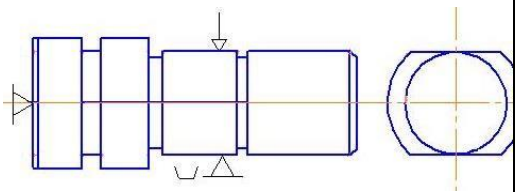
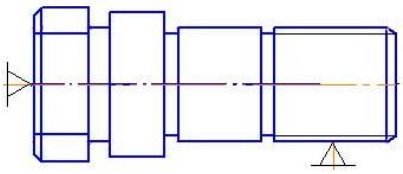
В разделе дается обоснование выбора черновых и чистовых технологических баз. Особое внимание обращается на обеспечение принципов постоянства и совмещения баз. Если эти принципы не выдерживаются, то следует дать обоснование необходимости смены баз.

Маршрутный процесс оформляется в виде таблицы (табл. 4).

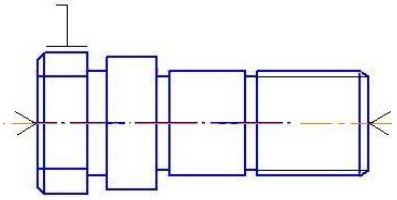
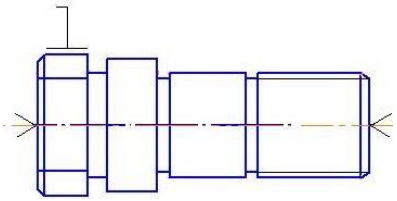
Для обработки самой точной поверхности детали рассчитывается необходимое (достаточное) количество операций (переходов) по коэффициенту уточнения табл. П2.3].

Таблица 4

Маршрут изготовления оси (см. рис. 1)

Опе ра- ция	Наименование, содержание операции	Схема базирования	Станок, обору- дование, оснастка
005	Токарная		
	Подрезать и центровать торец, точить шейку под накатывание резьбы М20-8g, точить шейки Ø20$js6\left(^{+0,065}_{-0,065}\right)$ и Ø25e8$\left(^{-0,040}_{-0,073}\right)$ под шлифование, точить шейку Ø35, канавки b = 3 и b = 6,фаски, отрезать деталь, выдерживая размер 81		Токарный автомат 2Б240-6К Наладка
010	Токарная		
	Подрезать второй торец, выдерживая размер $8{,}3_{-0,1}$, точить фаску и центровать торец		Токарный 16Т02П. Цанговый патрон
015	Горизонтально-фрезерная		
	Фрезеровать две лыски, выдерживая размер $30_{-0,28}$ окончательно		Горизонталь- но-фрезерный 6Р80Ш. Приспособле- ние, наладка
020	Зачистить заусенцы		Вибрационная машина ВМПВ-100
025	Резьбонарезная		
	Накатать резьбу М20-8g окончательно		Резьбонакат- ный А9158. Нож

Окончание табл. 4

Операция	Наименование, содержание операции	Схема базирования	Станок, оборудование, оснастка
030	Термическая		
035	Круглошлифовальная		
	Шлифовать поверхность $Ø20js6\left(^{+0,065}_{-0,065}\right)$ окончательно		Круглошлифовальный ЗУ10В. Центры, хомутик
040	Круглошлифовальная		
	Шлифовать поверхность $Ø25\ e8\left(^{-0,040}_{-0,073}\right)$ с подшлифовкой торца $Ø35/Ø25e8$, выдерживая размер $20H9(^{+0,052})$ окончательно		Круглошлифовальный ЗУ10В. Центры, хомутик
045	Моечная		
	Промыть деталь		
050	Навесить бирку с обозначением детали на тару		Моечная машина
055	Контрольная		Плита
060	Нанесение покрытия		

Неуказанные предельные отклонения размеров: валов $h14$, отверстий $H14$, остальных $\pm\frac{IT14}{2}$.

Необходимое общее уточнение рассчитывается по формуле

$$\varepsilon_0 = \frac{T_{\text{заг.}}}{T_{\text{дет.}}}, \qquad (8)$$

где $T_{\text{заг.}}$ – допуск на изготовление заготовки (принимается по чертежу заготовки), мм; $T_{\text{дет.}}$ – допуск на изготовление детали (принимается по чертежу детали), мм.

С другой стороны, уточнение определяется как произведение уточнений, полученных при обработке поверхности на всех операциях (переходах) принятого техпроцесса

$$\varepsilon_{\text{пр}} = \varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2 \cdot \varepsilon_3 \cdot \ldots \cdot \varepsilon_n = \prod_{i=1}^{n} \varepsilon_i, \qquad (9)$$

где ε_i – величина уточнения, полученного на i - ой операции (переходе); n – количество принятых в техпроцессе операций (переходов) для обработки поверхности.

Промежуточные значения рассчитываются по формулам

$$\varepsilon_1 = \frac{T_{\text{заг.}}}{T_1}; \varepsilon_2 = \frac{T_1}{T_2}; \varepsilon_3 = \frac{T_2}{T_3}; \ldots \varepsilon_n = \frac{T_{n-1}}{T_n}, \qquad (10)$$

где $T_1 - T_3$, T_n – допуски размеров, полученные при обработке детали на первой, второй и т. д. операциях.

Точность обработки поверхности по принятому маршруту будет обеспечена, если соблюдается условие

$$\varepsilon_0 \le \varepsilon_{\text{пр}}. \qquad (11)$$

Значения допусков $T_1 - T_3$, T_n принимаются по таблицам справочника [2]. В качестве примера рассмотрим обработку поверхности вала.

Исходные данные: размер детали – $\varnothing 55\ k6^{+0,021}_{+0,002}$; размер заготовки – $\varnothing\ 58^{+0,9}_{-0,5}$. Допуск заготовки: $T_{\text{заг.}}$ = 1,4 мм, допуск детали: $T_{\text{дет.}}$ = 0,019 мм.

Необходимое общее уточнение рассчитываем по формуле (10)

$$\varepsilon_0 = \frac{1,4}{0,019} = 73,68.$$

Для обработки поверхности $\varnothing 55k6$ принимаем следующий маршрут :

– черновое точение (точность обработки по 14 квалитету);

– чистовое точение (точность обработки по 11 квалитету);

– шлифование предварительное (точность обработки по 9 квалитету);

– шлифование тонкое (точность обработки по 6 квалитету).

Из справочника [2 или табл. П2.4] выписываем допуски на межоперационные размеры: T_1 = 0,74 мм (квалитет точности *IT*14); T_2 = 0,13мм (квалитет точности *IT*11); T_3 = 0,052 мм (квалитет точности *IT*9). Тонкое шлифование, согласно той же таблице, может обеспечивать точность по шестому квалитету (*IT*6), по чертежу детали T_4 = 0,019 мм (*IT*6).

Рассчитываем промежуточное значение уточнений по формуле (10)

$$\varepsilon_1 = \frac{1,4}{0,74} = 1,89;\ \varepsilon_2 = \frac{0,74}{0,19} = 3,8;\ \varepsilon_3 = \frac{0,19}{0,074} = 2,56;\ \varepsilon_4 = \frac{0,074}{0,019} = 3,89.$$

Определяем общее уточнение для принятого маршрута обработки по формуле (11)

$$\varepsilon_{\text{пр.}} = 1,89 \cdot 3,8 \cdot 2,56 \cdot 3,89 = 72.$$

Полученное значение $\varepsilon_{\text{пр.}}$ показывает, что при принятом маршруте точность обработки поверхности Ø55*k*6 обеспечивается, так как $\varepsilon_0 < \varepsilon_{\text{пр.}}$ (73,68 < 72).

3.6. Расчет припусков на обработку

В ВКРИ подробный расчет припусков выполняется на одну поверхность (самую точную) определяемую руководителем.

Исходными данными для расчета являются:

– метод получения заготовки;

– размер поверхности детали по чертежу;

– маршрут обработки поверхности детали.

При расчете для каждой поверхности приводится расчетная таблица и схема графического расположения припусков и допусков. Все расчеты заканчиваются проверкой правильности их выполнения.

Все расчетные формулы, справочные сведения и примеры расчетов приведены в учебных пособиях [1, 9].

На все остальные обрабатываемые поверхности припуски назначаются для поковок по ГОСТ 7505-89, для отливок по ГОСТ 26645-85 (см. прил. 3).

Значения всех припусков сводятся в таблицу (табл. 6).

Определение припусков расчетно-аналитическим методом. Согласно этому методу промежуточный припуск должен быть таким, чтобы при его снятии устранялись погрешности обработки и дефекты поверхностного слоя, полученные на предшествующих переходах, а также погрешности установки.

Различают припуски промежуточные (Z_i) и общие (Z_o).

При обозначении припусков используются следующие индексы: (i-1) – индекс для предшествующего перехода; i – индекс для выполняемого перехода.

$$Z_i = d_i - d_{i\,-1.}$$

Общий припуск равен сумме промежуточных припусков по всему технологическому маршруту механической обработки данной поверхности

$$Z_o = \sum Z_i.$$

Общий припуск определяют как разность размеров заготовки и готовой детали. При этом промежуточные припуски для наружных и

внутренних поверхностей (рис. 2) рассчитываются по следующим формулам:

а) $Z_0 = d_{i-1} - d_i$ *б)* $Z_0 = d_i - d_{i-1}$

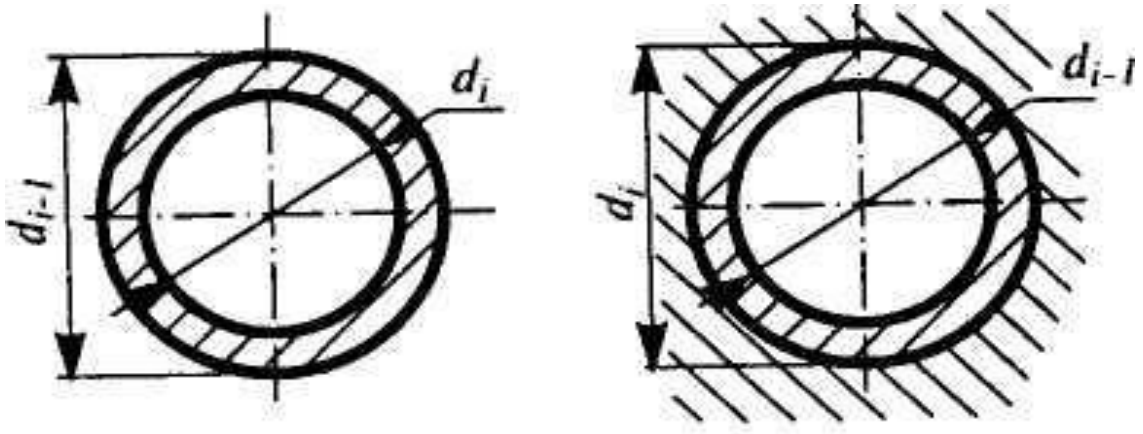


Рис. 2. Схемы расположения припусков для наружной (*а*) и внутренней (*б*) поверхностей

Правильно выбранный припуск обеспечивает:

1) устойчивую работу оборудования при достижении высокого качества продукции;
2) минимальную себестоимость продукции.

Расчетной величиной припуска является минимальный припуск на обработку, достаточный для устранения на выполняемом переходе погрешностей обработки и дефектов поверхностного слоя, полученных на предшествующем переходе, и для компенсации погрешностей, возникающих на выполняемом переходе.

В соответствии с этим методом минимальный промежуточный припуск рассчитывается:

а) при обработке наружных и внутренних поверхностей (двусторонний припуск)

$$2Z_{i\min} = 2\left[(Rz + h)_{i-1} + \sqrt{\Delta^2_{\Sigma i-1} + \varepsilon_i^2}\right]; \qquad (12)$$

б) при обработке поверхностей вращения в центрах

$$2Z_{i\min} = 2(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \Delta_{\Sigma i-1}); \quad (13)$$

в) при последовательной обработке противолежащих поверхностей (односторонний припуск)

$$Z_{i\min} = (Rz)_{i-1} + h_{i-1} + \Delta_{\Sigma_{i-1}} + \varepsilon_i; \quad (14)$$

г) при параллельной обработке противолежащих поверхностей (двусторонний припуск)

$$2Z_{i\min} = 2[(Rz)_{i-1} + h_{i-1} + \Delta_{\Sigma i-1} + \varepsilon_i]; \quad (15)$$

где Rz_{i-1} – высота неровностей профиля по десяти точкам на предшествующем переходе; h_{i-1} – глубина дефектного поверхностного слоя на предшествующем переходе (обезуглероженный или отбеленный слой); $\Delta_{\Sigma_{i-1}}$– суммарное отклонение расположения поверхности (отклонение от параллельности, перпендикулярности, соосности) на предшествующем переходе; ε_i – погрешность установки заготовки на выполняемом переходе.

Отклонение расположения Δ_Σ необходимо учитывать у заготовок (под первый технологический переход) после черновой и получистовой обработки лезвийным инструментом (под последующий технологический переход) и после термической обработки. В связи с закономерным уменьшением величины Δ_Σ при обработке поверхности за несколько переходов на стадиях чистовой и отделочной обработки ею пренебрегают.

На основе расчета промежуточных припусков определяют предельные размеры заготовки по всем технологическим переходам.

Промежуточные расчетные размеры устанавливают в порядке,

обратном ходу технологического процесса обработки этой поверхности, т. е. от размера готовой детали к размеру заготовки, путем последовательного п р и б а в л е н и я (для *наружных* поверхностей) к исходному размеру готовой детали промежуточных припусков или путем последовательного в ы ч и т а н и я (для *внутренних* поверхностей) от исходного размера готовой детали промежуточных припусков. Наименьшие (наибольшие) предельные размеры по всем технологическим переходам определяют, округляя их увеличением (уменьшением) расчетных размеров до того знака десятичной дроби, с каким дан допуск на размер для каждого перехода. Наибольшие (наименьшие) предельные размеры вычисляют путем прибавления (вычитания) допуска к округленному наименьшему (наибольшему) предельному размеру.

Предельные значения припусков Z_{max} определяют как разность наибольших (наименьших) предельных размеров и Z_{min} как разность наименьших (наибольших) предельных размеров предшествующего и выполняемого (выполняемого и предшествующего) переходов.

Общие припуски Z_{0max} и Z_{0min} находят как сумму промежуточных припусков на обработку:

$$Z_{0\,\max} = \sum Z_{i\,\max}; \qquad (16)$$

$$Z_{0_{\min}} = \sum Z_{i_{\min}}; \qquad (17)$$

Правильность расчетов определяют по уравнениям:

$$Z_{i_{\max}} - Z_{i_{\min}} = T_{i-1} - T_i; \qquad (18)$$

$$2Z_{i_{\max}} - 2Z_{i_{\min}} = T_{Di-1} - T_{Di}; \qquad (19)$$

$$Z_{0\max} - Z_{0\min} = T_{\text{заг}} - T_{\text{дет}}; \qquad (20)$$

$$2Z_{0\max} - 2Z_{0\min} = T_{D\text{заг}} - T_{D\text{дет}}, \qquad (21)$$

где $T_{i\text{-}1}$, $T_{Di\text{-}1}$ – допуски размеров на предшествующем переходе; T_i, T_{Di} – допуски размеров на выполняемом переходе; $T_{\text{заг}}$, $T_{D\text{заг}}$ – допуски на заготовку; $T_{\text{дег}}$, $T_{D\text{дет}}$ – допуски на деталь.

Общие максимальные и минимальные припуски на обработку и предельные промежуточные размеры заготовки определяются из схемы, представленной на рис. 3.

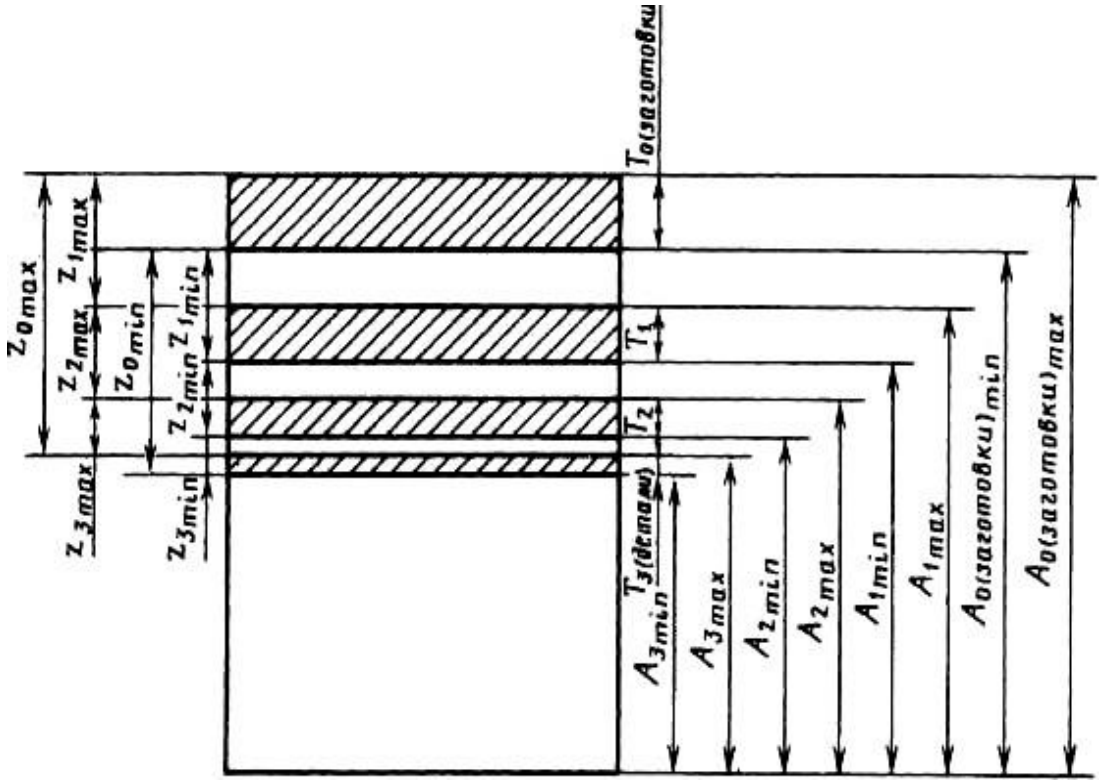


Рис. 3. Исходная схема для расчета общего припуска и промежуточных размеров

Пример. Трехступенчатый вал (рис. 5) изготавливается из стали 45 методом штамповки класса точности 5Т по ГОСТ 7505-89 (см. рис. 4). Масса заготовки 2 кг. Токарной операции предшествовала операция фрезерно-центровальная, в результате которой были обра-

ботаны торцы и выполнены центровые отверстия.

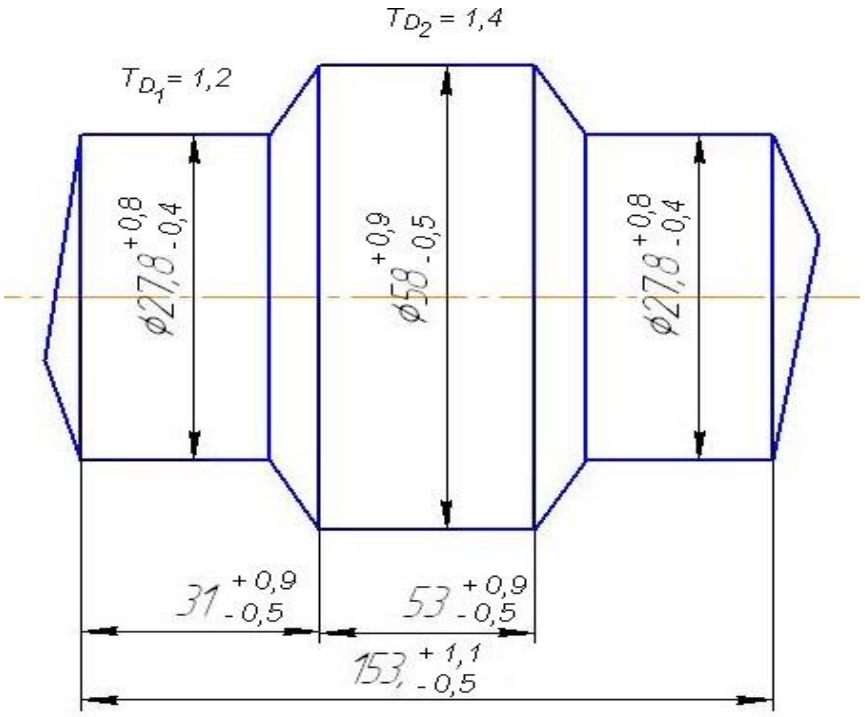


Рис. 4. Эскиз заготовки

Базирование заготовки при фрезерно-центровальной операции осуществляется по поверхностям D_1 и D_3 ($D_1 = D_3 = 25n6$ мм). Шейка с наибольшим диаметром D_2 ступени имеет размер $\varnothing 55\ k6^{+0,021}_{+0,002}$

Рассчитать промежуточные припуски для обработки шейки D_2 аналитическим методом. Рассчитать промежуточные размеры для выполнения каждого перехода.

Решение. Соответственно заданным условиям устанавливаем маршрут обработки ступени D_2:

а) черновое точение;

б) чистовое точение;

в) предварительное шлифование;

г) окончательное шлифование.

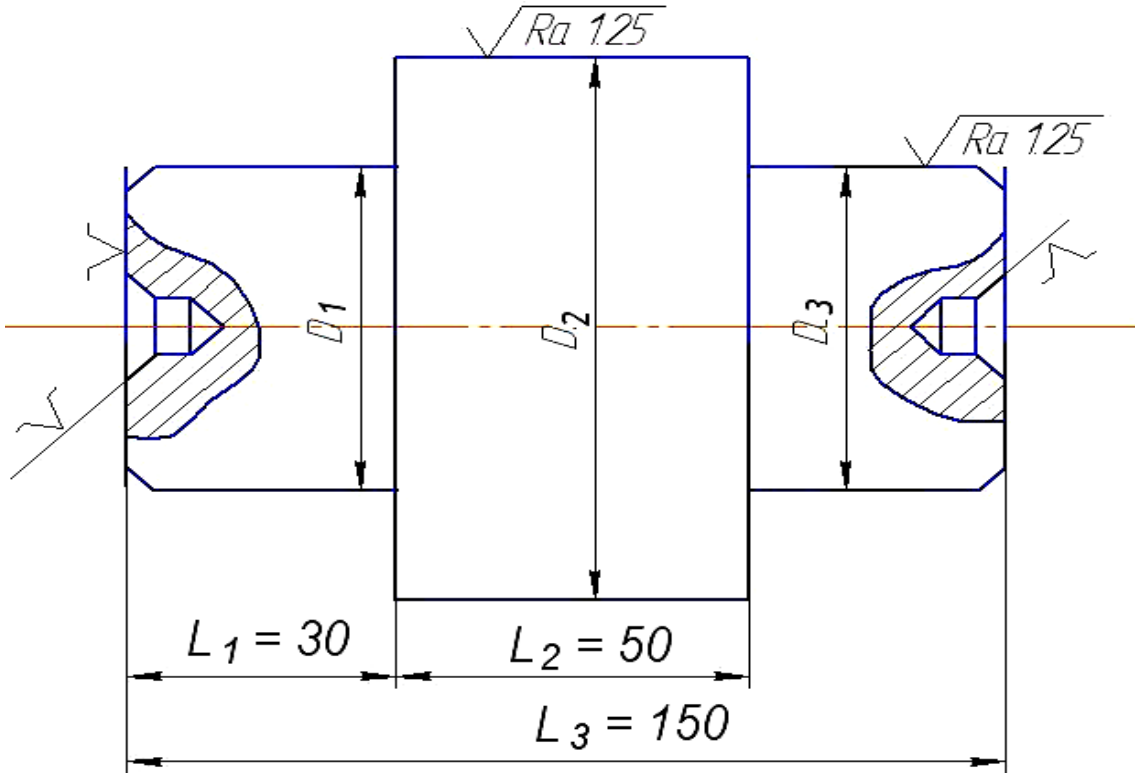


Рис. 5. Эскиз вала

Вся указанная обработка выполняется с установкой в центрах. Заносим маршрут обработки в графу 1 табл. 7. Данные для заполнения граф 2, 3 для штампованной заготовки взяты из [2]; для механической обработки – из [2]. Данные графы 8 для заготовки и механической обработки взяты из [3].

Расчет отклонений расположения поверхностей штампованной заготовки при обработке в центрах производят по формуле (см. [2])

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{\Delta_{\Sigma k}^2 + \Delta_y^2} = \sqrt{24^2 + 500^2} \cong 500\text{мкм},$$

где $\Delta_{\Sigma k}$ – общее отклонение оси от прямолинейности;

Δ_y – смещение оси в результате погрешности центрования.

Общее отклонение оси от прямолинейности

$$\Delta_{\sum k} = 2\Delta_k l_k = 2 \cdot 0{,}15 \cdot 80 = 24 \text{мкм},$$

где l_k – размер от сечения, для которого определяется кривизна, до ближайшего наружного торца. Для рассматриваемого случая $l_k = l_1 + l_2 = 80$ мм. Δ_k – удельная кривизна в микрометрах на 1 мм длины (в маршруте предусмотрена правка заготовки на прессе, после которой $\Delta_k = 0{,}15$ мкм/мм (см. [2])). Средний диаметр, который необходимо знать для выбора величины Δ_k , определяется как

$$D_{\text{ср}} = \frac{D_1 l_1 + D_2 l_2 + \ldots + D_n l_n}{L} = \frac{25 \cdot 30 + 55 \cdot 50 + 25 \cdot 70}{150} = 35 \text{мм}.$$

Смещение оси заготовки в результате погрешности центрования

$$\Delta_y = 0{,}25\sqrt{T^2 + 1} = 0{,}25\sqrt{1{,}4^2 + 1} = 0{,}43 \text{ мм},$$

где $T = 1{,}4$ мм – допуск на диаметральный размер базы заготовки, использованной при центровании [2, табл. 32].

Величину остаточных пространственных отклонений чернового обтачивания определяют по уравнению

$$\Delta_r = K_y \Delta_\sum = 0{,}06 \cdot 430 = 26 \text{ мкм},$$

где K_y – коэффициент уточнения, равный 0,06 (см. [2]).

Величину остаточных пространственных отклонений чистового точения рассчитывают по уравнению

$$\Delta_r = K_y \Delta_\sum = 0{,}04 \cdot 26 = 1{,}0 \text{ мкм},$$

K_y принимается равным 0,04 (см. [2]).

Расчетные величины отклонений расположения поверхностей заносим в графу 4 табл. 7.

Минимальные припуски на диаметральные размеры для каждого перехода рассчитываются по уравнению (12):

а) черновое точение $2Z_{i\min} = 2(160 + 200 + 430) = 1580$ мкм;

б) чистовое точение $2Z_{i\min} = 2(50 + 50 + 26) = 252$ мкм;

в) предварительное шлифование $2Z_{i\min} = 2(25 + 25 + 1{,}0) = 102$ мкм;

г) чистовое шлифование $2Z_{i\min} = 2(10 + 20) = 60$ мкм.

Расчетные значения припусков заносим в графу 6 табл. 7.

Расчет наименьших размеров по технологическим переходам начинаем с наименьшего (наибольшего) размера детали по конструкторскому чертежу производим по зависимости $d_{i+1} = d_i + Z_{1\min}$ в следующей последовательности:

а) предварительное шлифование 55,002 + 0,060 = 55,062 мм;

б) чистовое точение 55,062 + 0,102 = 55,164 мм;

в) черновое точение 55,164 + 0,252 = 55,414 мм;

г) заготовка 55,414 + 1,580 = 56,994 мм.

Наименьшие расчетные размеры заносим в графу 7 табл. 7, наименьшие предельные размеры (округленные) – в графу 10 табл. 7.

Наибольшие предельные размеры по переходам рассчитываем по зависимости $d_{i\max} = d_{i\min} + T_{di}$ в такой последовательности:

а) окончательное шлифование 55,002 + 0,021 = 55,023 мм;

б) предварительное шлифование 55,062 + 0,074 = 55,136 мм;

в) чистовое точение 55,16 + 0,190 = 55,350 мм;

г) черновое точение 55,40 + 0,740 = 56,140 мм;

д) заготовка 57,0 + 1,4 = 58,4 мм.

е) Результаты расчетов заносим в графу 9 табл. 7.

ж) Фактические минимальные и максимальные припуски по переходам рассчитываем в такой последовательности:

Максимальные припуски: Минимальные припуски:

55,130 - 55,021 = 0,109 мм; 55,06 - 55,002 = 0,058 мм;

55,350 - 55,130 = 0,220 мм; 55,16 - 55,060 = 0,10 мм;

56,1 - 55,350 = 0,75 мм; 55,40 - 55,16 = 0,24 мм;

58,4 - 56,1 = 2,3 мм. 57,00 - 55,40 = 1,6 мм.

Результаты расчетов заносим в графы 11 и 12 табл. 7. Определяем общие припуски:

общий наибольший припуск

$$Z_{o\,max} = \sum Z_{o\,max} = 0.109 + 0{,}22 + 0{,}75 + 2{,}3 = 3{,}379 \text{ мм};$$

общий наименьший припуск

$$Z_{o\,min} = \sum Z_{o\,min} = 0{,}058 + 0{,}1 + 0{,}27 + 1{,}6 = 1{,}998 \text{ мм}.$$

Правильность расчетов проверяем по уравнению (20):

$$Z_{o\,max} - Z_{o\,min} = 3{,}379 - 1{,}998 = T_{заг} - T_{дет} = 1{,}4 - 0{,}019 = 1{,}381 \text{ мм}.$$

Припуски на остальные поверхности назначаются по таблицам, составленным по обобщенным производственным данным и сводятся в табл. 6

Таблица 6

Припуски и предельные отклонения на обрабатываемые поверхности вала, мм

Размер детали	Припуск, мм		Предельные отклонения
	табличный	расчетный	
Ø 55 *k*6	-	2 × 1,65	+ 0,9 - 0,5
Ø 25 *n*6	2 × 1,5	-	+ 0,8 - 0,4
$30_{-0,62}$	2 × 1,5	-	+ 0,8 - 0,4
$150_{-1,15}$	2 × 1,8	-	+ 1,4 - 0,8

Таблица 7

Результаты расчета припусков на обработку и предельных размеров по технологическим переходам (рис. 4)

Маршрут обработки $\varnothing 55\ k6^{+0,021}_{+0,002}$	Элементы припуска, мкм				Расчетный		Допуск на промежуточные размеры, мкм	Принятые (округленные) размеры заготовки по переходам, мкм		Предельный припуск, мкм	
	Rz	h	Δ_Σ	ε_i	Припуск $2Z_i$, мкм	Минимальный размер, мм		Наибольший	Наименьший	$2Z_{max}$	$2Z_{min}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Штамповка	160	200	430	–	–	56,996	1400	58,4	57,0	—	—
Точение											
Черновое	50	50	26	0	1580	55,416	740	56,1	55,40	2,3	1,6
Чистовое	25	25	1,0	0	252	55,164	190	55,35	55,16	0,75	0,24
Шлифование											
Предварительное	10	20	0	0	102	55,062	74	55,13	55,06	0,22	0,10
Окончательное	—	—	—	—	60	55,002	19	55,021	55,002	0,109	0,058

3.7. Расчет режимов резания

В ВКРИ подробно рассчитываются режимы резания на указанную (самую точную) поверхность по аналитическим формулам теории резания металлов, на остальные операции и поверхности – по нормативам.

Расчет режимов резания с использованием аналитических формул выполняется по справочнику [3].

Для расчета режимов резания по нормативам используются справочники [4, 5].

Расчет режимов резания для всех операций начинается с описания исходных условий обработки, которые включают:

- номер и наименование операции;
- краткое содержание операции;
- наименование и модель станка;
- наименование режущего инструмента, его размеры, марка
  - режущей части

Далее определяется глубина резания с учетом величины припуска и маршрутной технологии обработки поверхности (черновая, чистовая, окончательная и т. д.). При этом на чистовую и отделочную обработку оставляется, как правило, 20 ... 30 % общего припуска.

Подача на оборот S_o (подача на зуб S_z при фрезеровании) выбирается в зависимости от глубины резания по справочникам. Справочные значения подачи корректируются и принимаются окончательно по паспортным данным станка выбранной модели. Такие данные имеются в учебном пособии [1] или рассчитываются [7].

Скорость резания $V_р$ рассчитывается по формулам теории резания или определяется по нормативам. По рассчитанному значению скорости определяется расчетная частота вращения шпинделя

$$n_р = \frac{1000 \cdot V_р}{\pi \cdot D}, \qquad (22)$$

где D – диаметр детали или инструмента.

Рассчитанное значение частоты вращения корректируется по паспорту станка – принимается ближайшее меньшее действительное ($n_д$), по которой определяется действительная скорость резания $V_д$.

$$V_д = \frac{\pi \cdot D \cdot n_д}{1000}. \qquad (23)$$

В заключение (для черновой обработки) рассчитывается эффективная мощность резания $N_с$ и сравнивается с мощностью главного привода станка $N_{ст}$. с учетом его КПД.

По всем остальным операциям режимы резания **(в пояснительной записке расчеты не приводятся), записываются в операционные карты.**

3.8. Расчет норм времени

Расчет норм времени выполняется для всех операций.

В крупносерийном и массовом производстве рассчитывается норма штучного времени

$$t_{шт.} = t_о + t_в + t_{обс.} + t_{отд.}, \qquad (24)$$

где $t_о$ – основное время; $t_в$ – вспомогательное время; $t_{обс.}$ – время на обслуживание рабочего места; $t_{отд.}$ – время на отдых.

В мелко- и среднесерийном производстве рассчитывается норма штучно-калькуляционного времени

$$t_{\text{шт.–к}} = t_{\text{шт.}} + \frac{t_{\text{п.з.}}}{n}, \quad (25)$$

где $t_{\text{п.з.}}$– подготовительно-заключительное время; n – размер партии деталей.

Основное время рассчитывается по формуле:

$$t_{\text{о}} = \frac{L_{\text{рез}} + y}{S_{\text{о}} \cdot n} i, \quad (26)$$

где L – длина резания (размер по чертежу), мм; y – величина врезания и перебега, мм; i – количество рабочих ходов (прил. 4).

Вспомогательное время $t_{\text{в}}$ состоит из затрат времени на отдельные приемы

$$t_{\text{в}} = t_{\text{ус.}} + t_{\text{з.о.}} + t_{\text{уп}} + t_{\text{из}}, \quad (27)$$

где $t_{\text{ус.}}$– время на установку и снятие детали; $t_{\text{з.о.}}$.– время на закрепление и открепление детали; $t_{\text{уп.}}$– время на приемы управления станком; $t_{\text{из.}}$ – время на измерение детали.

Оперативное время рассчитывается по формуле

$$t_{\text{оп}} = t_{\text{о}} + t_{\text{в}}. \quad (28)$$

Время на обслуживание и отдых ($t_{\text{обс.}}$ и $t_{\text{отд.}}$) в серийном производстве по отдельности не определяются. В нормативах дается сумма этих двух составляющих в процентах от оперативного времени $t_{\text{оп.}}$ (прил. 6).

В массовом производстве время на отдых $t_{\text{отд.}}$ задается в процентах от оперативного времени [5].

Время на обслуживание $t_{обс.}$ в массовом и крупносерийном производстве слагается из времени на организационное обслуживание $t_{орг.}$ и времени на техническое обслуживание $t_{тех.}$

$$t_{обс.} = t_{орг.} + t_{тех.}\,. \qquad (29)$$

Подготовительно-заключительное время состоит из:

– времени на наладку станка и установку приспособления;

– времени перемещений и поворотов рабочих органов станков;

– времени на получение инструментов и приспособлений до начала и сдачи их после окончания обработки и др.

Примеры расчета норм времени приведены в учебном пособии [1]. Расчеты норм времени по всем операциям сводятся в табл. 8 и записываются в операционные карты.

Таблица 8

Сводная таблица норм времени, мин

Номер операции	Наименование операции	Основное время, t_0	Вспомогательное время, $t_в$	Оперативное время, $t_{оп.}$	Время обслуживания $t_{обс.}$	Время на отдых, $t_{отд.}$	Штучное время, $t_{шт.}$	Подготовит, - закл. время, $t_{пз.}$	Величина партии, n	Штучно - калькуляционное время, $t_{шт.к}$
05										
10										
…										
40										

4. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗДЕЛА ВКРИ

4.1. Чертеж заготовки

Заготовки из проката в графической части **не вычерчиваются**. Их эскиз помещается в пояснительной записке в разделе «Выбор заготовки». При этом внутри заготовки тонкими линиями вычерчивается контур детали. Предельные отклонения на диаметр устанавливаются по ГОСТ 2590-88, а на длину – в зависимости от принятого способа разрезки прутка по табл. 78 [2].

Штампованные заготовки выполняются по ГОСТ 7505-89 и вычерчиваются отдельно от чертежа детали. Внутри заготовки тонкими сплошными линиями вычерчивается контур детали. Примеры выполнения поковок приведены в прил. 5, ГОСТ 7505-89.

На чертеже поковки в технических требованиях указываются:

– исходная твердость;

– группа материала, класс точности, степень сложности, исходный индекс по ГОСТ 7505-89;

– радиусы закруглений наружных и внутренних углов;

– штамповочные уклоны;

– допускаемая величина остаточного облоя;

– допускаемое смещение по поверхности разъема штампа;

– допускаемая величина высоты заусенца;

– допускаемое отклонение от концентричности пробитого отверстия относительно внешнего контура поковки (для поковок с от-

верстием);

– другие технические требования.

Чертежи отливок выполняются в соответствии с ГОСТ 26645-85.

Чертеж отливки может быть совмещен с чертежом детали. При этом основным изображением является чертеж детали. Он вычерчивается основными линиями, а припуски на механическую обработку показываются сплошными тонкими линиями.

Штриховка припусков, попадающих в разрезы или сечения, показывается накрест лежащими линиями, расположенными под углом 90°. Направление одной из штриховок должно быть продолжением штриховки детали. Припуски, не попадающие в разрезы или сечения, не штрихуются.

Отверстия, не получаемые в заготовке и изображенные на проекциях окружностями, перечеркиваются накрест лежащими линиями под углом 90°.

На совмещенном чертеже детали и отливки припуски на механическую обработку допускается изображать красным цветом, направление штриховки припусков при этом должно являться продолжением штриховки детали (припуск штрихуется красным цветом).

На совмещенном чертеже указываются размеры припусков.

На совмещенном чертеже детали и отливки технические требования пишутся раздельно (первыми указываются технические требования для заготовки).

В состав технических требований для заготовки входят:

- исходная твердость;

- радиусы закруглений, если не обозначены на чертеже;

- литейные уклоны;

- точность отливки по ГОСТ 26645-85;

- масса отливки по ГОСТ 26645-85.

4.2. Чертеж детали

Чертеж детали должен соответствовать требованиям действующих стандартов ЕСКД.

Технические требования в отредактированном виде записываются в следующей последовательности:

– требования к материалу детали, заготовке и термической обработке;

– требования к качеству поверхности детали, покрытию, отделке, краске и др.;

– отклонения формы и взаимного расположения поверхностей детали, не имеющие условных обозначений:

– условия и методы испытаний;

– указания о маркировании и клеймении;

– правила транспортирования и хранения;

– особые условия эксплуатации;

– ссылки на другие документы, содержащие технические требования к данному изделию, но не приведенные на чертеже (стандарты, технические условия, инструкции и т. п.).

Заголовок «Технические требования» на чертеже не пишут. Неуказанные предельные отклонения размеров записывают в виде: $H14$, $h14$, $\pm IT14/2$ или $H14$, $h14$, $\pm t_2/2$.

4.3. Операционные эскизы – иллюстрация технологического процесса

В графической части ВКРИ (иллюстрация техпроцесса) выполняются операционные эскизы на **разнохарактерные** технологические операции, например, токарную, сверлильную, протяжную, зубодолбежную, зубофрезерную, зубошевинговальную, внутришлифовальную, плоскошлифовальную и т. д.

На листе **не допускается вычерчивания однотипных** операций, например, черновой и чистовой токарных операций на одни и те же поверхности.

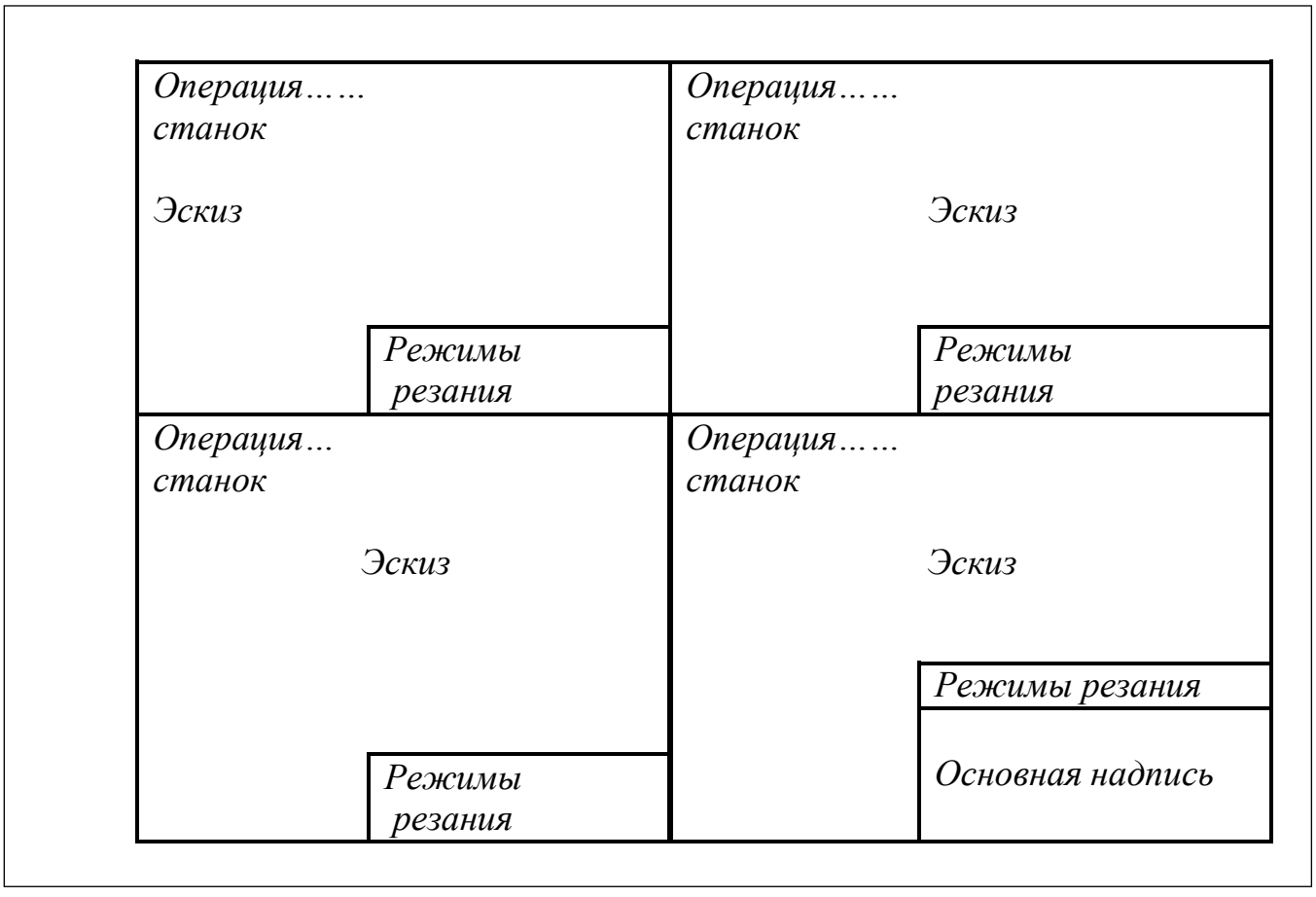


Рис. 5. Форма листа для выполнения операционных эскизов

Перечень операций, представленных в графической части, определяет руководитель технологической части.

Общий объем операционных эскизов в ВКРИ составляет один лист формата А1. Для выполнения эскизов рабочее поле (внутри рамки) формата А1 делится на четыре равные части тонкими линиями (рис. 5). В каждом получившемся формате вычерчивается эскиз одной операции. В левом верхнем углу записывается номер и наименование операции, например «Операция 05 - токарная». В правом нижнем углу размещается таблица с режимами резания, размеры которой приведены на рис. 6.

								15
Наименование и модель станка	*V, м/мин*	*n мин$^{-1}$*	*t мм,*	*S_o, мм/об*	*$S_м$, мм/мин*	*T_o, мин.*	*$T_{шт.}$, мин.*	*20*
	18	*18*	*18*	*18*	*18*	*18*	*18*	
	185							

Рис. 6. Таблица режимов резания при одноинструментальной обработке детали

При изображении операции, которая выполняется на многошпиндельных (многопозиционных) станках, количество форматов, на которые делится формат А1, равно количеству позиций, включая загрузочную позицию.

Количество изображений (видов, разрезов, сечений) должно быть достаточным для четкого представления о форме, размерных связях обрабатываемых поверхностей с другими поверхностями детали, а также о принципе действия и конструктивной схеме приспособления.

Деталь на эскизах изображается в рабочем положении, закрепленной в приспособлении.

Режущий инструмент на эскизах изображается в конечном положении **(после обработки).** Сверла, зенкеры, развертки и метчики показываются в начальном положении **(до обработки).**

Деталь и режущие инструменты на эскизах вычерчиваются в произвольном масштабе, но одном для всех эскизов. На операционных эскизах обрабатываемые поверхности обводятся сплошными линиями толщиной 3***S***.

На эскизах должны быть указаны:

– шероховатость обрабатываемых поверхностей;

– размеры обрабатываемых поверхностей с предельными отклонениями, которые выбираются в соответствии с таблицами допусков;

– допуски формы и взаимного расположения поверхностей, если они обеспечиваются на данной операции;

– направление движения инструментов и детали стрелками с буквенными обозначениями (D_v – главное движение резания; D_s – движение подачи, D_r – вспомогательное движение).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горбацевич А. Ф., Шкред В. А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. - Минск: Вышэйш. школа, 1983. - 256 с.

2. Справочник технолога-машиностроителя: В 2-х т. Т. 1 / Под ред. А. М. Дальского, А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова, А. Г. Суслова. М.: Машиностроение – 1, 2001. – 912 с.

3. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.2 / Под ред. А. М. Дальского, А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова, А. Г. Суслова. – М.:Машиностроение-1, 2001. - 944 с.

4. Обработка металлов резанием: Справочник технолога. / А. А. Панов, В. В. Аникин, Н. Г. Бойм и др.; под общ. ред. А. А. Панова.– М.: Машиностроение 1988.– 736 с.: ил.

5. Общемашиностроительные нормативы вспомогательного времени на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования: серийное производство. – М.: Машиностроение, 1974. – 421 с.

6. Т. П. Глинникова, С. А. Волегов. Изучение геометрии режущего инструмента и выбор режима резания (в 2-х частях). пособие по выполнению самостоятельных работ по дисциплине «Технология конструкционных материалов» для студентов направления 150400 - «Технологические машины и оборудование». Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 2006.

7. Т. П. Глинникова, С. А. Волегов. Расчет припусков и межоперационных размеров. Учебное пособие по дисциплинам технологического цикла для студентов направления 551800- «Технологические

машины и оборудование». Екатеринбург: Изд-во УГГУ 2006. – 50 с.

8. Т. П. Глинникова. Выбор заготовки. методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Технология заготовительного производства» для студентов специальности 170100 – «Горные машины и оборудование» (ГМР) направления 651600 – «Технологические машины и оборудование». Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2005. – 29 с.

9. Проектирование технологических процессов в машиностроении: учебное пособие для вузов / И. П. Филонов, Г. Я. Беляев, Л. М. Кожуро и др.; под общ. ред. И. П. Филонова. - Минск: УП «Технопринт», 2003. – 910 с.

10. Т. П. Глинникова, С. А. Волегов. Технологическая часть выпускной квалификационной работы бакалавра, инженера и курсового проекта: Справочно-методическое пособие./ Т. П. Глинникова, С. А. Волегов – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2008 – 54 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Формулы для определения типа производства

Таблица П1.1.

Приближенные формулы для определения основного технологического времени $T_o \cdot 10^{-3}$, мин.

Черновая обточка за один проход	0,17dl
Чистовая обточка по 11-му квалитету	0,1dl
Чистовая обточка по 9-му квалитету	0,17dl
Черновая подрезка торца R_a 6,3	0,037($D^2 - d^2$)
Чистовая подрезка торца R_a 1,6	0,052($D^2 - d^2$)
Отрезание	0,19D^2
Черновое и чистовое обтачивание фасонным резцом	0,63($D^2 - d^2$)
Шлифование грубое по 11-му квалитету	0,07dl
Шлифование чистое по 9-му квалитету	0,1dl
Шлифование чистовое по 6-му квалитету	0,15dl
Растачивание отверстий на токарном станке	0,18dl
Сверление отверстий	0,52dl
Рассверливание d = 20…60	0,31dl
Зенкерование	0,21dl
Развертывание черновое	0,43dl
Развертывание чистое	0,86dl
Внутреннее шлифование отверстий 9-го квалитета	1,5dl
Внутреннее шлифование отверстий 7-го квалитета	1,8dl
Черновое растачивание отверстий за один проход *Ra* 12,5	0,2dl
Черновое растачивание под развертку	0,3dl
Развертывание плавающей разверткой по 9-му квалитету	0,27dl
Развертывание плавающей разверткой по 7-му квалитету	0,52dl
(d - диаметр, l – длина обрабатываемой поверхности, D – диаметр обрабатываемого торца, ($D - d$) – разность наибольшего и наименьшего диаметров обрабатываемого торца)	
Протягивание отверстий и шпоночных канавок (l – длина протяжки, мм)	0,4l
Строгание чистовое под шлифование или шабрение	0,034Bl
Фрезерование черновое торцевой фрезой: – за проход – чистовое	 6l 4l
Фрезерование черновое цилиндрической фрезой	7l
Шлифование плоскостей торцом круга	2,5l
(B – ширина обрабатываемой поверхности, мм; l – длина обрабатываемой поверхности, мм)	

Окончание табл. П1.1.

Фрезерование зубьев червячной фрезой (D = 30 … 300 мм)	2,2Db
Обработка зубьев червячных колес (D = 100 … 400 мм)	60,3D
(D – диаметр зубчатого колеса, мм; b – длина зуба, мм)	
Фрезерование шлицевых валов методом обкатки	9lz
Шлицешлифование	4,6lz
(l – длина шлицевого валика, мм; z – число шлицев)	
Нарезание резьбы на валу (d = 32 … 120 мм)	19dl
Нарезание метчиком резьбы в отверстиях (d = 10 … 24 мм)	0,4dl
(d – диаметр резьбы, мм; l – длина резьбы, мм)	

Таблица П1.2.

Значение коэффициента φ_k

Виды станков	Производство	
	единичное и мелкосерийное	крупносерийное
Токарно-револьверные	1,98	1,27
Токарно-многорезцовые	–	1,35
Вертикально-сверлильные	1,72	1,50
Радиально-сверлильные	1,75	1,30
Расточные	3,25	1,41
Круглошлифовальные	2,10	–
Строгальные	1,73	1,55
Фрезерные	1,84	–
Зуборезные	1,66	1,51
Токарные	2,14	1,27
Примечание: Штучно-калькуляционное время $T_{\text{шк}} = \varphi_k T_{\text{о}}$.		

Приложение 2

Характеристика основных методов получения заготовок литьем, допуски размеров и шероховатость

Таблица П2.1

Характеристика основных методов получения заготовок литьем

Метод получения	Масса заготовок, т	Наименьшая толщина стенок, мм	Точность выполнения	Шероховатость *Ra* , мкм	Материал	Тип производства
Разовые формы						
Литье в оболочковые формы; песчано-смоляные химически Твердеющие	До 0,15	Сталь 3 … 5, алюминий 1 … 1,5	*IT* 13…14	10 …2,5	Чугун, сталь, цветные сплавы	Серийное и массовое
Литье в песчаноглинистые формы: ручная формовка по деревянным моделям	До 100	Чугун 3 … 5, сталь 5 … 8, цветные сплавы 3 … 8	*IT* 17	80 … 20	Чугун, сталь, специальные сплавы	Единичное и мелкосерийное
Машинная формовка	До 10		*IT* 16 … 17	20 … 5		Серийное
Машинная формовка по металлическим моделям	3…5		*IT* 14 … 16	20 … 5		Крупносерийное и массовое

Окончание табл. П2.1

Метод получения	Масса заготовок, т	Наименьшая толщина стенок, мм	Точность выполнения	Шероховатость *Ra* , мкм	Материал	Тип производства
Литье по выплавляемым моделям (выжимаемым, растворяемым, замораживаемым)	До 0,15	0,5	*IT* 11 …12	10 … 2,5	Труднообрабатываемые сплавы	Серийное
Многократные формы						
Центробежное литье	0,01…1	5… 6	*IT* 12…14	40 … 10	Чугун, сталь, цветные сплавы	Крупносерийное и массовое
Литье под давлением	До 0,1	0,5	*IT* 8 … 12	5,0 …0,6	Цветные сплавы	
Литье в кокиль	7 (чугун), 4 (сталь), 0,5 (цветные сплавы)	Чугун 15, сталь 10	*IT* 12 …15	20… 2,5	Чугун, сталь, Цветные сплавы	Серийное и массовое

Таблица П2.2

Допуски размеров и шероховатость поверхности отливок

Таблица П2.3

Коэффициент уточнения K_y для отливок, поковок, штампован-

			Сплавы цвет-	
Технологический переход				K_y
Однократное и черновое точение штампованных заготовок, заготовок из горячекатаного проката, предварительное шлифование проката				0,06
Получистовая обработка заготовок из проката, штампованных заготовок, рассверливание отверстий, смещение оси отверстия после черновой обработки				0,05
Чистовое точение заготовок из сортового проката обыкновенного качества, штампованных заготовок, после первого технологического перехода обработки литых заготовок, после чистового шлифования проката				0,04
Двукратное обтачивание калиброванного проката или двукратное шлифование заготовок после токарной обработки				0,02
Получистовая обработка (зенкерование и черновое развертывание отверстий)				0,005
Чистовая обработка – развертывание отверстий		*Rz* = 20 мкм	*Rz* = 40 мкм	*Rz* = 80 мкм 0,002
В песчаные формы, отверждаемые вне контакта с оснасткой; центробежное	630 – 4000	*IT* 14 – IT 18; *Rz* = 40 мкм	*IT* 15 – IT 19; *Rz* = 80 мкм	*IT* 16 – *IT* 20; *Rz* = 80 мкм *IT* 20; *Rz* = 80 мкм

ных заготовок и сортового проката

Таблица П2.4

Значения допусков *T*, мкм, для размеров деталей до 500 мм

Размер, мм	Квалитет												
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
До 3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600	1000
Св. 3 до 6	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300	480	750	1200
Св. 6 до 10	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360	580	900	1500
Св. 10 до 18	8	11	18	27	43	70	ПО	180	270	430	700	1100	1800
Св. 18 до 30	9	13	21	33	52	84	130	210	330	520	840	1300	2100
Св. 30 до 50	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620	1000	1600	2500
Св. 50 до 80	13	19	30	46	74,	120	190	300	460	740	1200	1900	3000
Св. 80 до 120	15	22	35	54	87	140	220	350	540	870	1400	2200	3500
Св. 120 до 180	18	25	40	63	100	160	250	400	630	1000	1600	2500	4000
Св. 180 до 250	20	29	46	72	115	185	290	460	720	1150	1850	2900	4600
Св. 250 до 315	23	32	52	81	130	210	320	520	810	1300	2100	3200	5200
Св. 315 до 400	25	36	57	89	140	230	360	570	890	1400	2300	3600	5700
Св. 400 до 500	27	40	63	97	155	250	400	630	970	1550	2500	4000	6300

Приложение 3

Характеристика основных методов получения заготовок обработкой давлением, допуски размеров и шероховатость

Таблица П3.1

Характеристика основных методов получения заготовок обработкой давлением

Метод получения заготовок		Размер или масса	Толщина стенок мм	Точность	Шероховатость *Ra*, мкм	Материал	Тип производства
Ковка	На молотах и прессах	До 250 т	3… 5	На молотах по ГОСТ 7829-70 на прессах по ГОСТ 7062-79	До 12,5	Углеродистые и легированные стали	Единичное и мелкосерийное
	На молотах в подкладках кольцах и штампах	До 10 кг		По ГОСТ 7829-70	До 12,5		Мелкосерийное
	На радиально-ковочных машинах	Диаметр прутка (трубы) до 150 мм		0,1 … 0,6 (горячая); 0,04 … 0,4 (холодная)	До 0,4 (холодная)		Серийное и массовое

Окончание табл. П3.1

Метод получения заготовок		Размер или масса	Толщина стенок мм	Точность	Шероховатость, *Ra* ,мкм	Материал	Тип производства
Штамповка	На молотах и прессах	До 0,4 т	2,5	Классы Т4 … Т5 По ГОСТ 7505-89	12,5… … 3,2		
	На горизонтально ковочных машинах	До 30 кг	2,5	Классы Т4 … Т5 По ГОСТ 7505-89			
	Выдавливанием	Диаметр до 200 мм	–	Классы Т3 … Т4 По ГОСТ 7505-89			
	На чеканочных и кривошипно-коленных машинах	До 0,1 т	2,5	На 25 … … 30 % выше, чем на молотах			

Таблица П3.2.

Допуски на элементы заготовок, получаемых обработкой давлением

Способ получения заготовок	Достигаемая точность (средние значения), мм	*Rz*, мкм
Ковка на молотах и прессах	3,0 – 30,0	До 80
Ковка на молотах в подкладных кольцах и штампах	1,0 – 2,5	До 80
Ковка на радиально-ковочных машинах:		
холодная	0,04 – 0,4	До 40
горячая	0,1 - 0,6	До 40
Штамповка на молотах и прессах	0,7 – 11,0	20 – 80
Штамповка с последующей калибровкой	0,05 – 0,1	2,5 – 10
Штамповка высадкой на горизонтально-ковочных машинах	0,7 – 3,4	20 – 80
Штамповка выдавливанием	0,2 – 0,5	20 – 80
Штамповка на чеканочных прессах	0,05 – 0,25	20 – 80
Холодная высадка на автоматах	0,125 – 0,8	1,25 – 5,0

Приложение 4

ВЕЛИЧИНЫ ВРЕЗАНИЯ И ПЕРЕБЕГА ИНСТРУМЕНТА

Таблица П4.1

Величина врезания и перебега инструмента

Обработка одним резцом											
Тип резцов			угол резца в плане φ, градус	глубина резания, мм							
				1	2	4	6	8	10	12	
				Врезание и перебег, мм							
Резцы проходные, расточные и подрезные			45	2	3,5	6	8	11	13	15	
			60	2	3,5	4	5	7	8	9	
			75	2	3,5	3	4	5	6	6	
			90	3 – 5							
Обработка отверстий											
Характер обработки				диаметр инструмента, мм, до							
				5	10	15	20	25	30	40	50	60
				врезание и перебег, мм								
Сверление на проход	с одинарной заточкой			2,5	5	6	8	10	12	15	18	23
	с двойной заточкой			--	6	8	10	15	16	18	22	27
Сверление в упор				2	4	6	7	9	11	14	17	21
Зенкерование	на проход	глубина резания, мм, до	1	–	–	3	3	3	4	4	5	5
			3	–	–	5	5	5	6	6	7	7
			5	–	–	–	7	7	8	8	9	9
			10	–	–	–	--	12	13	13	14	15
	в упор			–	–	2	2	2	3	3	4	4
Развертывание цилиндрических отверстий	на проход			8	9	5	18	19	19	24	25	26
	в упор			2	3	3	3	3	4	4	4	5

Таблица П4.2.

Суммарная величина врезания l_1 и перебега l_2 при фрезеровании цилиндрическими, дисковыми, прорезными и фасонными фрезами

Глубина Резания, *t*	Диаметр инструмента *D*, мм									
	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250
1	7	8	9	10	11	13	15	16	18	20
2	9	11	12	14	15	17	19	21	24	26
3	11	13	14	16	18	20	22	25	27	31
4	12	14	16	18	20	23	26	29	32	35
5	13	15	17	20	22	25	28	31	35	39
6	14	16	18	21	24	27	30	34	38	42
7	15	17	19	22	25	29	32	36	41	45
8	15	18	20	24	27	30	34	38	43	48
9	16	19	21	25	28	32	36	40	46	51
10	16	19	22	26	29	33	38	42	48	53
12		20	23	27	31	35	40	46	52	58
14			24	29	33	38	43	49	55	62
16			25	30	35	40	45	52	58	65
18				31	36	42	47	54	61	69
20				32	38	43	50	57	64	72
22				33	39	44	51	59	67	75
25					40	46	54	62	70	78
28					41	48	56	65	74	83
30						49	57	66	76	85
35						51	60	70	80	91
40							62	73	84	96

П р и м е ч а н и е. При чистовой обработке величину врезания и перебега для дисковых фрез следует брать вдвое больше приведенной в табл. П4.2.

Таблица П4.3

Величина перебега стола при строгании в направлении главного движения

Станок	Длина обработки, l, мм, не более	Величина перебега стола или резца, l_2, мм
Продольно-строгальный	2000 4000 6000 > 6000	200 325 400 500
Поперечно-строгальный, долбежный	100 200 300 > 300	35 50 60 75

Таблица П4.4

Суммарная величина врезания l_1 и перебега l_2 при работе концевыми фрезами

Диаметр фрезы D, мм	Глубина резания, t, мм									
	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	10
12	4	5	6	7	8	9	–	–	–	–
14										
16	5	6	7	8	9	10	11	–	–	–
18								–	–	–
20			8	9	10	11	12	–	–	–
22					11	12	13	14	–	–
25				10	12	13	13	15	–	–
28	6	7	9	11	13	14	15	16	17	–
30				12	14	15	16	17	18	–
35			10	13	15	16	17	18	19	–
40	7	8	11	14	16	17	18	19	20	21
45	8	9	13	15	17	18	19	20	21	22
50	8	11	14	16	18	19	20	21	22	24

Таблица П4.5

Суммарная величина врезания и перебега при резьбонарезании

Режущий инструмент	Обработка		Врезание + перебег, мм
Резцы резьбовые	Напроход при шаге резьбы P	< 6 < 10 < 10	4P 3P 2P
	В упор		3P
	Вихревым методом		3P
Метчики машинные	Напроход		6P
	В упор		3P
Метчики гаечные	Напроход		Длина режущей части метчика
Плашки круглые, самооткрывающиеся головки	–		2P
Плашки тангенциальные	–		2P
Резьбонарезные круглые гребенки для винторезных головок	–		3P
Фрезы резьбовые дисковые	Резьбофрезерование при шаге резьбы P	< 6 < 10 < 10	3P 2P 1,5P

Таблица П4.6

Суммарная величина врезания l_1 и перебега l_2 при фрезеровании шлицев червячными фрезами

Глубина шлица, мм	Диаметр фрезы, *D*, мм											
	50	55	60	65	70	75	80	85	90	100	110	120
1,5	12		13		14			15			16	
2,0	13		14		15			16		17	18	
3,0	15	16	16	17	17	18	18	19		20	21	22
4,0	17	17	18	19	19	20	20			23	24	25
5,0	18	19	20	20	21	22	22			25	26	27
6,0	19	20	21	22	23	23	24			27	28	29
7,0	20	21	22	23	24	25	26			29	30	31
8,0	21	22	23	24	25	26	27			30	32	33

Таблица П4.7

Величина врезания l_1, мм, при шлицешлифовании

Время на деление, τ, с	Скорость движения стола, ***V***, м/мин, не более					
	5	6,5	8	10	12,5	16
0,50	30	40	50	60	70	90
0,65	40	50	60	70	90	110
0,80	50	60	80	90	110	140
1,00	60	80	100	110	140	180
1,25	80	100	125	140	180	220
1,60	100	25	160	180	220	280
2,00	120	160	180	220	280	360

Таблица П4.8

Суммарная величина врезания и перебега при зубофрезеровании червячными фрезами прямозубых цилиндрических зубчатых колес

Модуль нарезаемого колеса, ***m***	Диаметр фрезы, *D*, мм	врезание l_1 и перебег l_2 при обработке, мм			Модуль нарезаемого колеса, *m*	Диаметр фрезы, *D*, мм	врезание l_1 и перебег l_2 при обработке		
		в один проход	в два прохода				в один проход	в два прохода	
			Первый проход	Второй проход				первый проход	второй проход
1	63	15	–	–	3 – 3,5	112	32	28	14
	70	16	–	–	4 – 4,5	100	34	31	14
1,25 – ,5	63	17	–	–		125	36	34	15
	80	21	–	–	5	112	42	35	15
1,75 – 2	70	21	–	–		140	49	38	16
	90	24	–	–	6	125	46	39	16
2,25 – ,5	80	27	–	–		160	55	43	17
	100	28	–	–	8	140	50	48	18
3 – 3,5	90	29	–	–		180	66	55	20

Таблица П4.9

Суммарная величина врезания l_1 и перебега l_2 при фрезеровании (отрезке) сегментными пилами материала прямоугольного и квадратного сечения

Высота пропила, *b*. мм	Диаметр пилы, *D*, мм					Высота пропила, *b*, мм	Диаметр пилы, *D*, мм				
	350	510	710	1010	1430		350	510	710	1010	1430
25	5	–	–	–	–	175	–	22	17	16	13
50	6	7	7	–	–	200	–	–	20	18	15
75	9	9	8	–	–	250	–	–	28	24	19
100	12	11	10	10	10	300	–	–	–	31	24
125	16	14	12	12	11	350	–	–	–	39	30
150	–	18	14	14	12						

Приложение 5

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММЫ МАШИННОГО РАСЧЕТА НОРМ ВРЕМЕНИ ПРИ ТОКАРНОЙ РАБОТЕ

Таблица П5.1

Вспомогательное время на установку и снятие детали при работе в самоцентрирующем патроне

Условия работы	Аналитическая формула	Значения постоянного коэффициента и показателя степени принятого фактора	
		a	*x*
Крепление ключом, без выверки. Масса детали M = 0,081 … 8 кг	$t = aM^x$	0,23	0,3
Крепление пневмозажимом. Масса детали M = 0,081 … 3 кг		0,13	0,21

Таблица П5.2

Вспомогательное время, связанное с переходом (приемы, вошедшие в комплекс) при продольном точении одним резцом

Диапазоны измеряемых размеров изделий *И*, мм	Аналитическая формула	Значения постоянного коэффициента и показателя степени принятого фактора		
		a	***x***	***y***
Продольное точение резцом, установленным на размер U = 25 … 300 мм	$t = aU^x D^y_{\max}$	0,0013	0.09	0,67
Продольное точение с установкой резца по лимбу упору, U = 25 … 300 мм		0,01	0,12	0,38
Поперечное точение с установкой резца по лимбу или упору	$t = aD^y_{\max}$	0,0105	–	0,50

Таблица П5.3

Коэффициенты и показатели степени для определения вспомогательного времени на установку и снятие деталей в тисках.

Сверлильные и фрезерные ($t_{уст} = aQ^x$)

Способ установки детали	Масса детали, Q , кг	Значения постоянного коэффициента и показателя степени принятого фактора	
		a	x
В тисках с винтовым зажимом без выверки	До 20	0,235	0,210
То же с выверкой	>>20	2,004	0,170
>> с дополнительными креплением двумя прижимными планками с выверкой	>>20	2,284	0,170
То же с дополнительным креплением тремя прижимными планками с выверкой	>>20	2,589	0,164
В тисках с пневматическим зажимом	>>3	0,152	0,102
В тисках с пневматическим зажимом	4 – 20	0,101	0,437

Примечание. Время на установку и снятие дано при длине детали до 800 мм. При переустановке деталей время по таблице принять с коэффициентом, равным 0,8. При установке деталей из легких сплавов время по таблице принять с коэффициентом, равным 1,1.

Таблица П5.4

Коэффициенты и показатели степени для определения вспомогательного времени на установку и снятие деталей в центрах или на центровой оправке

Токарные станки ($t_{уст} = a\ Q^{x}$)

Способ установки детали	Масса детали, Q , кг	Значения постоянного коэффициента и показателя степени принятого фактора	
		a	x
В центрах с надеванием хомутика	До 3	0,233	0,215
	4 – 20	0,180	0,400
	Свыше 20	1,000	0,195
В центрах без надевания хомутика	До 3	0,134	0,164
	4 – 20	0,100	0,420
	Свыше 20	0,830	0,200
В центрах с самозажимным поводковым патроном	До 3	0,200	0,096
	4 – 20	0,147	0,330
В центрах с самозажимным хомутиком	До 3	0,220	0,119
	4 – 20	0,178	0,290
В центровой оправке с креплением гайкой и быстросъемной шайбой	До 3	0,370	0,177
	4 – 20	0,270	0,400
	Свыше 20	1,600	0,120
В центровой оправке с креплением гайкой и простой шайбой	До 3	0,500	0,166
	4 – 20	0.400	0,348
	Свыше 20	1,970	0,090
В центровой разжимной оправке	До 3	0,390	0,139
	4 – 20	0,285	0,400
Установить и снять деталь с оправкой (при работе с двумя оправками)	До 3	0,134	0,164
	4 – 20	0,100	0,420
	Свыше 20	0,830	0,200

Примечание. При установке деталей из легких сплавов время по таблице принять с коэффициентом, равным 1,1.

Таблица П5.5

Коэффициенты и показатели степени для определения вспомогательного времени на установку и снятие деталей массой до 3 кг в самоцентрирующем патроне или оправке

Токарные и сверлильные станки ($t_{уст} = a\,Q^{x}$)

Способ установки детали	*a*	*x*
В самоцентрирующем патроне с креплением ключом без выверки (визуально)	0,248	0,236
В самоцентрирующем патроне с креплением ключом с выверкой по индикатору	0,658	0,200
В самоцентрирующем патроне с креплением пневмозажимом без выверки	0,120	0,200
В самоцентрирующем патроне с креплением пневмозажимом с выверкой по индикатору	0,380	0,200
В самоцентрирующем патроне с центром задней бабки при подводе пиноли пневматическим устройством или отводной рукояткой	0,317	0,117
В конической оправке с креплением гайкой или быстросъемной шайбой	0,247	0,260
В конической оправке с креплением гайкой или простой шайбой	0,392	0,290
На конической разжимной оправке с креплением пневматическим зажимом	0,183	0,300
На конической разжимной оправке с креплением шайбой	0,200	0,270

Примечание. При установке деталей из легких сплавов время по таблице принять с коэффициентом, равным 1,1.

Таблица П5.6

Коэффициенты и показатели степени для определения вспомогательного времени на установку и снятие деталей на столе или угольнике

Сверлильные и фрезерные станки ($t_{уст} = a\,Q^{x} N^{y}_{дет} + 0{,}4(n_б - 2)$)

Способ установки детали	Масса детали Q, кг	a	x	y
На столе по упорам с креплением болтами и планками, без выверки	До 3	0,600	0,095	0,80
	4 – 20	0,527	0,236	0,86
	Свыше 20	1,380	0,195	0,65
На столе по упорам с креплением болтами и планками, выверка простая	До 3	1,000	0,147	0,91
	4 – 20	0,880	0,286	0,88
	Свыше 20	2,260	0,184	0,73
На столе по упорам с креплением болтами и планками, выверка сложная	До 3	1,510	0,156	0,98
	4 – 20	1,340	0,244	0,94
	Свыше 20	2,270	0,256	0,82
На столе по упорам с креплением болтами и планками, на опоре без выверки	До 3	0,740	0,183	0
	4 – 20	0,610	0,321	
	Свыше 20	1,620	0,200	
На угольнике или сбоку стола с креплением болтами и планками, на весу, без выверки, по фиксатору или направляющей	До 3	0,680	0,180	0
	4 – 20	0,610	0,250	
	Свыше 20	0,954	0,270	
На угольнике или сбоку стола с креплением болтами и планками, с выверкой по контуру необработанной поверхности	До 3	0,850	0,228	0
	4 – 20	0,764	0,335	
	Свыше 20	2,030	0,176	

Примечания. 1. Время в таблице дано на крепление детали с обработанной установочной поверхностью двумя болтами. 2. При числе болтов $n_б \geq 2$ проставлять значение $n_б$. При установке деталей из легких сплавов время по таблице принять с коэффициентом, равным 1,1.

Таблица П5.7

Коэффициенты и показатели для определения вспомогательного времени на контрольные измерения.

Токарные, сверлильные и фрезерные станки ($t_{контр} = \sum k D^{z}_{изм} L^{u}$)

Измерительный инструмент (код)	Точность измерения	k	z	u	Примечание
Штангенциркуль (при $D_{изм}$ до 200 мм)	0,02 мм	0,0187	0,21	0,330	–
Микрометр простой	0,01 мм	0,0400	0,2	0,240	–
Микрометр рычажный	0,002 мм	0,2650	0	0,050	$L_{изм}$ < 200 мм
		0,0400	0	0,408	$L_{изм}$ > 200 мм

Приложение 6

Таблицы для определения составляющих штучного времени

ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ВРЕМЯ НА УСТАНОВКУ И СНЯТИЕ ДЕТАЛИ

Таблица П6.1

Установка в самоцентрирующем патроне

Способ установки детали		Масса детали, кг, до				
		0,50	1,00	3,00	5,00	8,00
		Время, мин				
В патроне с креплением ключом	без выверки	0,18	0,23	0,32	0,37	0,43
В патроне с креплением пневматическим зажимом	без выверки	0,12	0,13	0,17	0,19	0,23
В патроне с центром задней бабки при подводе пиноли	вращением маховика	0,26	0,31	0,40	0,48	0,55
	пневматическим устройством	0,23	0,27	0,36	0,43	0,55

Таблица П6.2

Установка в тисках (время на комплект деталей)

Способ установки детали	Число одновременно устанавливаемых деталей	Масса детали, кг, до				
		0,50	1,00	3,00	5,00	8,00
		Время, мин				
В тисках с пневматическим зажимом (без выверки	1 2 4	0,12 0,20 0,34	0,13 0,22 0,37	0,15 0,26 0,43	0,22 0,37 0,60	0,26 0,44 0,85
В самоцентрирующихся призматических тисках		0,11	0,12	0,14	0,15	0,18

Таблица П6.3

Вспомогательное время на установку и снятие детали в специальном приспособлении

Основные элементы	Установочная плоскость	Тип приспособления	Масса детали, кг, до				
			0,50	1,00	3,00	5,00	8,00
			Время, мин				
Плоскость призмы	Горизонтальная	Открытый	0,08	0,09	0,11	0,14	0,15
		Закрытый	0,09	0,10	0,12	0,15	0,17
	Вертикальная	Открытый	0,09	0,10	0,12	0,15	0,17
		Закрытый	0,10	0,11	0,14	0,16	0,18

Таблица П6.4

Вспомогательное время на установку и снятие детали на круглом столе зубофрезерного станка

Способ установки детали		Масса детали, кг, до			
		0,50	1,00	3,00	8,00
		Время, мин			
На концевой оправке с гайкой		0,29	0,36	0,50	0,65
На концевой оправке с поджатием центром		0,30	0,40	0,55	0,70
В центрах с поджатием вращением маховика		0,13	0,15	0,19	0,29
На оправке с подставками	с выверкой индикатором	–	–	–	2,0
При установке на оправке нескольких деталей добавлять на каждую последующую		0,11	0,14	0,19	0,26

ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ВРЕМЯ, СВЯЗАННОЕ С ПЕРЕХОДОМ

Таблица П6.5

Токарно-винторезные станки

Характер обработки, способ установки инструмента на стружку		Измеряемый размер, мм, до	Наибольший диаметр изделия, установленного над станиной станка, мм, до	
			250	400
			время, мин	
Продольное точение	резцом, устанавливаемым на размер с установкой резца по лимбу (упору)	100 100	0,09 0,14	0,11 0,17
Растачивание с квалитетом	со взятием пробных стружек [*IT* 8 – *IT* 9 (3-й класс точности)]	50 100	0,38 0,50	0,42 0,55
Поперечное точение	с установкой резца по лимбу (упору)	–	0,17	0,20

Время на приемы, связанные с переходом, не вошедшие в комплекс

Наименование приемов	Время, мин	
Изменить частоту вращения шпинделя	0,07	0,08
Изменить величину или направление подачи	0,05	0,06
Сменить резец поворотом резцовой головки	0,07	0,07
Закрыть или открыть щиток ограждения от стружки	0,02	0,03

Таблица П6.6

Вертикально- и радиально-сверлильные станки

Характер обработки	Вид подачи	Наибольший диаметр сверления, мм, до				
		35		50		
		длина горизонтального перемещения инструмента для обработки следующего отверстия, мм, до				
		0	200	0	200	500
Сверление по кондуктору	Механическая	0,08	0,10	0,09	0,12	0,15
Рассверливание, зенкерование, развертывание	Ручная	0,06	0,08	0,07	0,10	0,13

П р и м е ч а н и я. 1. При сверлении с предварительной засверловкой отверстия по кондукторной втулке и последующем сверлении без втулки время удваивается.
2. Время на проход при обработке на вертикально-сверлильных станках нормируется по горизонтальному перемещению инструмента, равному 0

Таблица П6.7

Время на приемы, связанные с переходом, не вошедшие в комплекс

Наименование приемов		Наибольший диаметр сверления, мм, до	
		35	50
		время, мин	
Включить или выключить вращение шпинделя	кнопкой	0,02	0,02
	рычагом	0,02	0,03
Включить или выключить вращение шпинделя		0,02	0,02
Наименование приемов		Число инструментов	Время мин
Установить и снять инструмент	в конус шпинделя при конусе Морзе № 3	2 3 4	0,12 0,15 0,18

Таблица П6.8

Горизонтально -, вертикально - и универсально-фрезерные станки

Характер обработки, способ установки инструмента на стружку		Длина стола, мм, до		
		500	800	1250
		Время, мин		
Фрезерование плоскостей, фасонных поверхностей и пазов	Фрезой, установленной на размер	0,12	0,14	0,17
	С установкой фрезы по лимбу	0,26	0,30	0,38

Время на приемы, связанные с переходом, не вошедшие в комплекс

Изменить частоту вращения шпинделя		0,06	0,07	0,08
Изменить величину или направление подачи		0,05	0,06	0,07
Поставить и снять щиток ограждения от стружки	шарнирный	0,05	0,05	0,06
	съемный	0,16	0,16	0,18

Таблица П6.9

Станки для одноперходной обработки

Тип станка	Характер обработки, способ выполнения работы						Время, мин
Зубофрезерные с ручным управлением	Обработка цилиндрических колес	Модуль мм, до	1	Длина обработки мм, до		50	0,20
						100	0,28
			6			100	0,31
						200	0,47
			12			100	0,35
						200	0,55
Зубодолбежные с ручным управлением	Обработка цилиндрических колес			зуб предварительно прорезан	модуль мм, до	3	0,3
						8	0,35
						>8	0,40
				без предварительной прорезки зуба			0,15
Резьбофрезерные, работающие гребенчатой фрезой	С ручным управлением			Фрезерование крепежной резьбы		наружной	0,20
						внутренней	0,29

ПОДГОТОВИТЕЛЬНО-ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОЕ ВРЕМЯ НА ПАРТИЮ ДЕТАЛЕЙ

Таблица П6.10

Токарно-винторезные станки

I. На наладку станка, инструмента и приспособлений				
Вид обработки и наладки	Число режущих инструментов в наладке	Наибольший диаметр изделия, установленного над станиной станка, мм, до		
		250	400	630
		время, мин		
Обработка цилиндрических поверхностей	2	10	14	16
	4	11	16	18
II. На получение инструмента и приспособлений до начала и сдачу их после окончания обработки				
Получение инструмента и приспособлений исполнителем работы до начала и сдача их после окончания обработки партии деталей		7 – 8	8 – 10	
III. Добавлять к времени на наладку				
При обработке конических поверхностей При обработке резьбы		2,5 –	3,0 4	3,0 5

Таблица П6.11

Вертикально- и радиально-сверлильные станки

I .На наладку станка, инструмента и приспособлений			
Вид обработки и наладки	Число режущих инструментов в наладке	Наибольший диаметр сверления, мм, до	
		35	50
		время, мин	
Обработка отверстий	3	12	12
	6	14	14
II. На получение инструмента и приспособлений до начала и сдачу их после окончания обработки			
Получение инструмента и приспособлений исполнителем работы до начала и сдача их после окончания обработки партии деталей			5 – 7
III. Добавлять к времени на наладку			
При обработке с многошпиндельной сверлильной головкой			20

Таблица П6.12

Зубодолбежные, зубошевинговальные и зубозакругляющие станки

I. На наладку станка, инструмента и приспособлений					
Тип станка	Вид обработки и наладки	Наибольший нарезаемый модуль, мм, до			
		6	12		
		время, мин			
Зубодолбежные	Обработка зубьев колес	24	28		
	Обработка колес с наклонным зубом	25	29		
	Обработка колес с внутренним зубом	26	31		
II. На получение инструмента и приспособлений до начала и сдачу их после окончания обработки					
Получение инструмента и приспособлений исполнителем работы до начала и сдача их после окончания обработки партии деталей		7,0			
III. На пробную обработку деталей					
Наибольший нарезаемый модуль, мм, до		3	5	8	12
Время на пробную обработку деталей на зубодолбежном станке, мин		2,5	6,0	12	15

Таблица П6.13

Горизонтально-, вертикально - и универсально-фрезерные станки

I. На наладку станка, инструмента и приспособлений			
Вид обработки и наладки	Длина стола, мм, до		
	500	800	1250
	время, мин		
Обработка плоскостей, пазов, фасонных поверхностей	10	11	12
II. На получение инструмента и приспособлений до начала и сдачу их после окончания обработки			
Получение инструмента и приспособлений исполнителем работы до начала и сдача их после окончания обработки партии деталей	7		
III. Добавлять к времени на наладку			
При обработке на круглом столе При обработке с делительной головкой При обработке с поддерживающей стойкой на каждую стойку	6 5 –	7 6 2	8 6 2

Таблица П6.14

Зубофрезерные станки

I. На наладку станка, инструмента и приспособлений				
Вид обработки и наладки		Наибольший нарезаемый модуль, мм, до		
		1	6	12
		время, мин		
Обработка зубьев колес	на оправке	18	23	29
	с подставками	–	30	39
II. На получение инструмента и приспособлений до начала и сдачу их после окончания обработки				
Получение инструмента и приспособлений исполнителем работы до начала и сдача их после окончания обработки партии деталей		7,0		
III. Добавлять к времени на наладку				
Для обработки зубчатых колес с косым зубом На выверку оправки для деталей по индикатору		– 2,5	3,0 3,0	3,5 5,0

IV. На пробную обработку деталей					
Число зубьев нарезаемого колеса	Нарезаемый модуль, мм, до				
	1	3	5	8	12
	время, мин				
20	1,0	1,5	2,0	3,0	3,5
40	1,5	2,0	2,5	4,5	5,0
80 и выше	2,0	2,5	3,5	7,0	8,0

Таблица П6.15

Время на обслуживание рабочего места

<table>
<tr><td colspan="4">Тип и характеристика станка</td><td>$a_{обс}$, %</td></tr>
<tr><td colspan="2">Токарно-винторезные</td><td>Наибольший диаметр изделия, устанавливаемого над станиной станка, мм, до</td><td>250
400</td><td>3,0
4,0</td></tr>
<tr><td colspan="2">Вертикально- и радиально-сверлильные</td><td>Наибольший диаметр сверления мм, до</td><td>35
50</td><td>4,0
4,0</td></tr>
<tr><td colspan="2">Горизонтально-вертикально-, универсально-фрезерные</td><td>Длина стола, мм, до</td><td>500
800</td><td>2,5
3,0</td></tr>
<tr><td colspan="2">Поперечно-строгальные, долбежные</td><td>Наибольшая длина хода ползуна, мм, до</td><td>500
1000</td><td>3,5
4,5</td></tr>
<tr><td colspan="2">Зубофрезерные</td><td>Наибольший нарезаемый модуль, мм, до</td><td>6
12</td><td>4,0
4,5</td></tr>
<tr><td colspan="2">Зубодолбежные</td><td>То, же</td><td>6
12</td><td>4,0
4,5</td></tr>
<tr><td colspan="4">Протяжные станки для внутреннего протягивания</td><td>3,5</td></tr>
<tr><td colspan="4">Круглошлифовальные станки</td><td colspan="2">Время на одну правку шлифовального круга, мин</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Характер правки</td><td rowspan="2">Наименование правящего инструмента</td><td rowspan="2">Поверхность правки</td><td rowspan="2">Ширина круга, мм, до</td><td colspan="2">Шероховатость поверхности Ra, мкм</td></tr>
<tr><td>1,25 – 2,5</td><td>0,63</td></tr>
<tr><td>С установкой правящего инструмента на станке</td><td>Алмаз, алмазнометаллический карандаш</td><td>Периферия круга</td><td>20
40
60
80</td><td>1,5
1,8
2,0
2,3</td><td>1,6
2,0
2,3
2,6</td></tr>
<tr><td colspan="5">Время на организационное обслуживание рабочего места, %</td><td>1,0</td></tr>
</table>

Таблица П6.16

Время перерыва на отдых и личные потребности

Характер подачи	Масса дета-ли, кг, до	Машинно-ручное время в оперативном	Оперативное время операции, мин, до			
			0,1	0,2	0,5	1,0 и выше
			время, %			
Ручная	1	20 40 80	7 7 7	6 6 7	5 6 7	4 5 7
	5	20 40 80	– – –	7 7 7	6 6 7	5 6 8
	10	20 40 80	– – –	– – –	7 7 8	5 6 8
Механическая		–	4	4	4	4

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ВКР ИНЖЕНЕРА (ВКРИ) 3
2. СОДЕРЖАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ВКРИ 3
3. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА 4
3.1. Назначение и конструкция детали 4
3.2. Анализ технологичности конструкции детали 5
3.3. Определение типа производства 7
3.4. Выбор заготовки 10
3.5. Маршрутный техпроцесс 13
3.6. Расчет припусков на обработку 17
3.7. Расчет режимов резания 29
3.8. Расчет норм времени 30
4. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗДЕЛА ВКРИ .. 33
4.1. Чертеж заготовки 33
4.2. Чертеж детали 35
4.3. Операционные эскизы – иллюстрация технологического процесса 36
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 39
ПРИЛОЖЕНИЯ 41
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ФОРМУЛЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТИПА ПРОИЗВОДСТВА 41
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ МЕТОДОВ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАГОТОВОК ЛИТЬЕМ, ДОПУСКИ РАЗМЕРОВ И ШЕРОХОВАТОСТЬ 43
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ МЕТОДОВ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАГОТОВОК ОБРАБОТКОЙ ДАВЛЕНИЕМ, ДОПУСКИ РАЗМЕРОВ И ШЕРОХОВАТОСТЬ 47

ПРИЛОЖЕНИЕ 4. ВЕЛИЧИНЫ ВРЕЗАНИЯ И ПЕРЕБЕГА ИНСТРУМЕНТА 50
ПРИЛОЖЕНИЕ 5. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММЫ МАШИННОГО РАСЧЕТА НОРМ ВРЕМЕНИ ПРИ ТОКАРНОЙ РАБОТЕ 56
ПРИЛОЖЕНИЕ 6. ТАБЛИЦЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТАВЛЯЮЩИХ ШТУЧНОГО ВРЕМЕНИ……62

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора
по учебно-методической работе
_____ В.В. Зубов

Методические указания по самостоятельной работе студентов по дисциплине

РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН В МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Специальность

15.02.16 Технология машиностроения

программа подготовки специалистов среднего звена
на базе среднего общего образования

Одобрена на заседании кафедры

Эксплуатация горного оборудования
(название кафедры)

Зав.кафедрой _____
(подпись)

Симисинов Д.И.
(Фамилия И.О.)

Протокол №1 от 18.09.2023
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией факультета

Горно-механический
(название факультета)

Председатель _____
(подпись)

Осипов П.А.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 20.10.2023
(Дата)

Екатеринбург

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Цель работы: получить навыки программирования токарного станка с устройством числового программного управления (УЧПУ) «Fanuc», разработать расчетно-технологическую карту и составить управляющую программу (УП) для обработки вала на токарном станке.

Необходимое оборудование, инструменты и приборы: чертеж детали, инструкция по программированию EMCO WinNC FANUC 21 TB, компьютер.

2. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ ИНСТРУКЦИИ ПО ПРОГРАММИРОВАНИЮ

2.1. Структура программы

Управляющая программа представляет собой последовательность простейших команд, таких как линейное и круговое перемещения инструмента в заданные координаты, включение – отключение вращения шпинделя, изменение частоты вращения шпинделя, подачи и др. Управляющая программа является последовательностью программных кадров, сохраненных в системе управления. При выполнении обработки детали эти кадры считываются и проверяются компьютером в запрограммированном порядке. Соответствующие управляющие сигналы поступают на станок.

Управляющая программа ЧПУ состоит из:

- номера программы;
- кадров управляющей программы;
- слов;
- адресов;
- числовых комбинаций (для адресов осей частично со знаком).

2.2. Назначение и адреса УЧПУ «Fanuc»

УЧПУ «Fanuc» - устройство типа CNC, предназначенное для оперативного управления станками с ЧПУ. Программа набирается на ЭВМ, подключенной к станку с ЧПУ, и хранится на жестком диске ЭВМ. В каждом кадре управляющей программы может быть использована только одна функция (слово).

2.3. Применяемые адреса функций:

O – номер программы от 1 до 9499 для программ обработки и подпрограмм;
N – номер кадра от 1 до 9999;
G – подготовительная функция;
X, **Z** – координаты точки в системе отчета станка;
F – скорость подачи, шаг резьбы;
S – скорость вращения шпинделя, скорость резания;
T – вызов инструмента и коррекции на него;
M – вспомогательная функция;
; – конец блока (кадра, программы).

2.4. Система координат токарного станка

На токарном станке EMCO Consept Turn 55 используется двух координатная система перемещений (рис. 1): продольная – ось заготовки (координата **Z**) и поперечная (координата **X**). Для удобства пользователя значение по координате **X** задается диаметром. Это дает возможность сравнивать истинный размер непосредственно с размерами на чертеже.

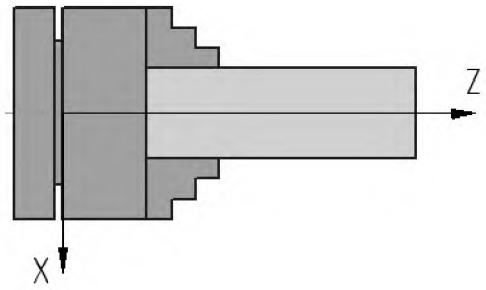


Рис.1. Система координат токарного станка

2.5. Применяемые подготовительные функции

G00 – ускоренное перемещение;
G01 – линейная интерполяция;
G02 – круговая интерполяция по часовой стрелке;
G03 – круговая интерполяция против часовой стрелки;
G94 – подача в мм/мин;
G95 – подача в мм/об.

2.6. Размерные перемещения

Размерные перемещения исходно задаются в абсолютной системе отчета. Дискретность перемещений – **0,001** мм по обеим осям.

2.7. Программирование перемещений по дуге окружности

Формат

N… G02 (G03) X… Z… R… F…

X, **Z** – конечная точка дуги;

R – радиус дуги;

F – скорость подачи.

Инструмент перемещается в конечную точку вдоль установленной дуги с запрограммированной скоростью подачи. На рис. 2 показано перемещение инструмента по дуге окружности против часовой стрелки (по **G03**).

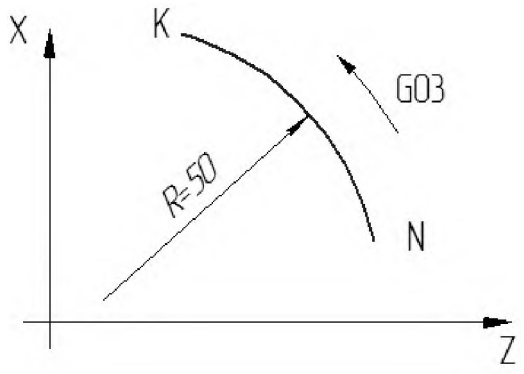


Рис. 2. Определение направления перемещения по дуге окружности

Примечание:

• ввод **R** с положительным знаком дает дугу < 180˚, с отрицательный знаком дает дугу > 180˚ (рис. 3).

• полная окружность не может быть запрограммирована при помощи R.

• направление вращения для функций **G02, G03** всегда определяется над осью вращения (т.е. в первой четверти декартовой системы координат), независимо от того, как установлен инструмент на станке (над или под осью вращения).

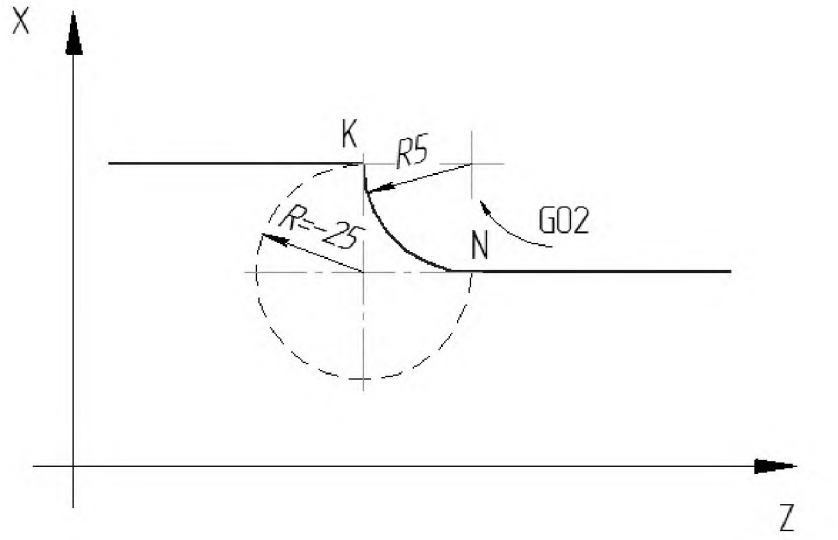


Рис. 3. К определению направления перемещения по дуге окружности

2.8. Программирование частоты вращения шпинделя

Привод станка обеспечивает бесступенчатое регулирование частоты вращения шпинделя в пределах диапазона. Первый диапазон: 120…2000 об/мин, второй диапазон: 280…4000 об/мин. Частота вращения задаётся прямым кодом.

Например, n = 600 об/мин – ***«S600».***

2.9. Программирование подачи

Подача по умолчанию задаётся в мм/об с дискретностью 0,01 мм/об.

Например: S_o = 0,1 мм/об – ***«F0,1»***.

Кроме этого есть возможность задавать подачу в мм/мин, используя подготовительную функцию **G94**.

Например: S_o = 100 мм/мин – ***«G94 …… F100»***.

2.10. Значение вспомогательных функций:

M02 - конец программы;
M03 - вращение шпинделя по часовой стрелке;
M04 - вращение шпинделя против часовой стрелки;
M05 - останов шпинделя;
M30 - конец управляющей программы.

Значение других вспомогательных функций можно найти в

инструкции по программированию EMCO WinNC FANUC 21 TB.

3. ВЫПОЛНЕНИЕ РАСЧЕТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ

РТК представляет собой траекторию перемещения инструмента при обработке детали (рис. 4), а также координаты опорных точек перемещения (рис. 5), используемый режущий инструмент и режимы резания. Перед составлением РТК необходимо определить последовательность обработки детали с назначением припусков на обработку. После этого нанести на чертеж детали траекторию перемещения режущего инструмента и определить координаты опорных точек, выбрать режимы резания (частоту вращения детали и подачу) и занести данные в таблицу РТК.

Если при обработке детали на станке с ЧПУ используется только один режущий инструмент, то его можно не вносить в таблицу.

Расчетно-технологическая карта (РТК) служит исходным документом:

- технологу-программисту для расчета управляющей программы;
- оператору станка с ЧПУ для настройки станка на обработку детали;
- конструктору (в виде технических условий) на проектирование зажимной оснастки и специального режущего инструмента.

3.1. Пример оформления расчетно-технологической карты

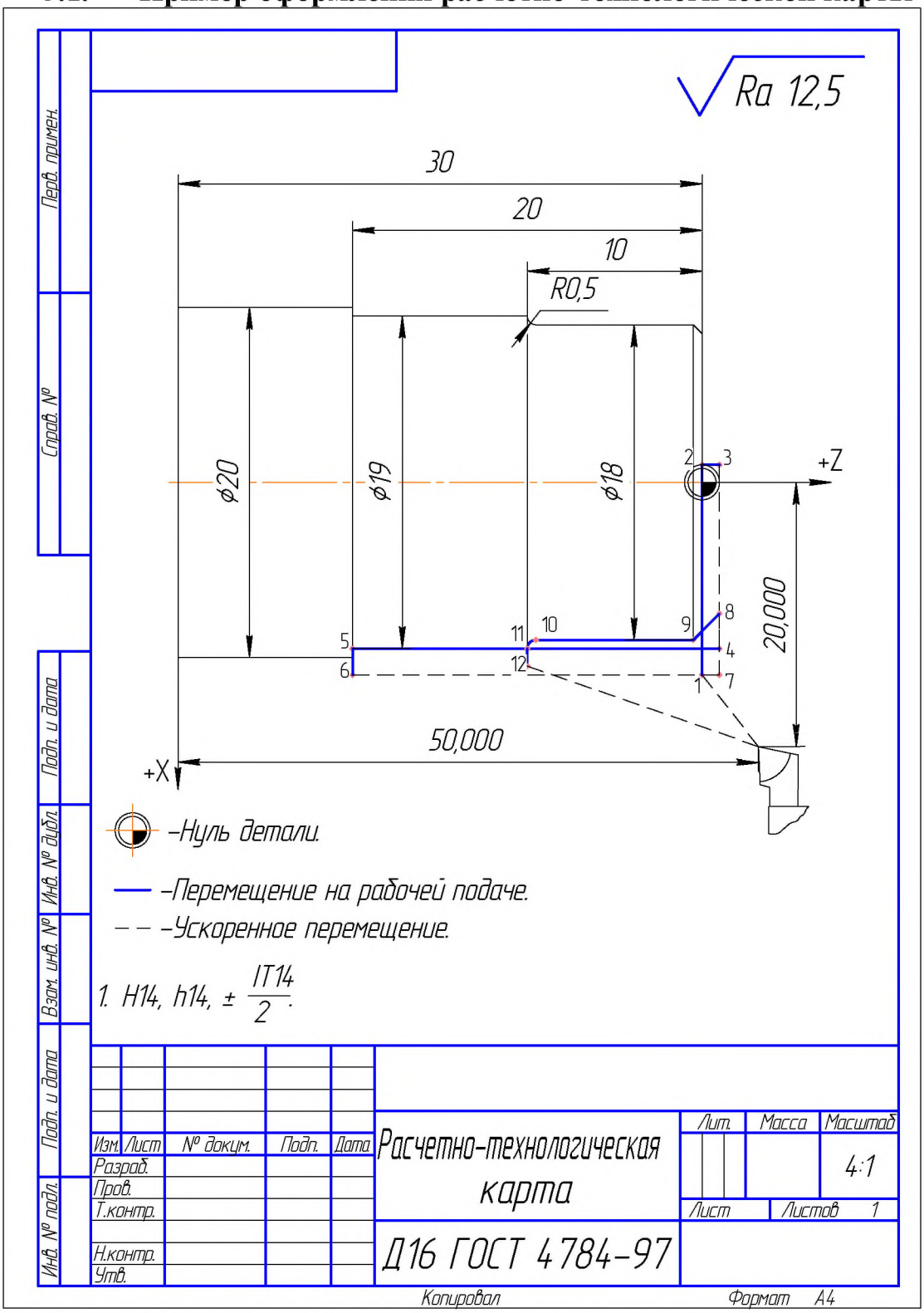


Рис. 4. Операционный эскиз, совмещенный с траекторией движения инструмента

3.1.2. Таблица координат точек и режимов резания.

№ точки	Координаты точки, мм		S, мм/об.	n, об/мин.
	X	Z		
1	22	0		2000
2	-2	0	0,12	
3	-2	1		
4	19	1		1600
5	19	-20	0,1	
6	22	-20		
7	22	1		
8	15	1		1700
9	18	-0,5	0,05	
10	18	-9,5		
11	19	-10		
12	21	-10		

Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | Лист

Копировал | Формат А4

Рис. 5. Таблица координат точек и режимов резания

4. УПРАВЛЯЮЩАЯ ПРОГРАММА

Кадр УП	**Комментарии**
O0001 (VAL);	Номер программы (название)
N5 G00 X40 Z50;	Ускоренное перемещение в точку смены инструмента
N10 T0202 (FINISHING TOOL SVJC (08));	Смена инструмента, включение корректора на инструмент
N15 M3 S2000;	Вращение шпинделя против часовой стрелки с частотой вращения 2000 об/мин.
N20 G00 X22 Z0;	Ускоренное перемещение в точку 1
N25 G01 X-2 F0.12;	Перемещение в точку 2 с подачей 0,12 мм/об.
N30 Z1;	Перемещение в точку 3
N35 G00 X19 S1600;	Ускоренное перемещение в точку 4, смена частоты вращения шпинделя на 1600 об/мин
N40 G01 Z-20 F0.1;	Перемещение в точку 5 с подачей 0,1 мм/об.
N45 X22;	Перемещение в точку 6
N50 G00 Z1;	Ускоренное перемещение в точку 7
N55 X15;	Ускоренное перемещение в точку 8
N60 G01 X18 Z-0.5 S1700 F0.05;	Перемещение в точку 9 с подачей 0,05 мм/мин. и частотой вращения шпинделя на 1700 об/мин
N65 Z-9.5;	Перемещение в точку 10.
N70 G02 X19 Z-10 R0.5;	Круговое перемещение радиусом 1 мм по часовой стрелке в точку 11.
N75 G01 X21 Z-10;	Перемещение в точку 12.
N85 M30;	Конец управляющей программы

5. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Ознакомиться с инструкцией по программированию «EMCO WinNC FANUC 21 TB».
2. Определить последовательность обработки полученной детали;
3. Составить расчетно-технологическую карту;
4. Назначить режимы резания на каждый переход;
5. Составить управляющую программу для токарного станка с

ЧПУ EMCO Consept Turn 55 в коде ISO- 7bit в соответствии с РТК и инструкцией по программированию.

6. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

6. Операционный эскиз детали с последовательностью ее обработки;
7. Назначение режимов резания;
8. Расчетно-технологическая карта.
9. Управляющая программа в коде ISO-7bit.

7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

10. Как задается номер инструмента?
11. Что задают подготовительные функции “G02” и “G03”?
12. Как задать обработку дуги <180°?
13. Как задается подача?
14. Для чего используются команды “M03”, “M04”, “M30”?

8. СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

15. Описание программного обеспечения EMCO WinNC Fanuc 21–TB Ref.No. EN 1802 Edition H2003–7.
16. Основы программирования и наладки станков с ЧПУ: учебное пособие / В.П. Должиков. – Томск: Изд-во ТПУ, 2001. – 112 с.: ил.
17. Программирование обработки на станках с ЧПУ: справочник / Р.И. Гжиров, П.П. Серебреницкий. – Л.: Машиностроение, 1990. – 591 с.: ил.

Министерство образования и науки РФ
ФГБОУ ВО
«Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по
учебно-методическому комплексу
_____ С. А. Упоров

Т. П. Глинникова

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ И КОНТРОЛЬНЫМ РАБОТАМ По дисциплине

«Технологический процесс и технологическая документация по сборке узлов и изделий»

Для студентов специальности 15.02.16 Технология машиностроения

Екатеринбург

1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ТЕХНОЛОГИИ СБОРКИ МАШИН

1.1. Машина как объект сборочного производства

Объектами производства машиностроительной промышленности являются различные машины.

Машина — это изделие, осуществляющее целесообразные движения для преобразования энергии или производства работ.

Предметы труда в процессе их производства на машиностроитель- ном предприятии называются изделиями.

Изделие — это предмет или набор предметов производства, подле- жавших изготовлению на предприятии.

Стандартами установлены следующие виды изделий.

Деталь — это изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала без применения сборочных операций.

Узел (сборочная единица) — это часть изделия, которая собирается отдельно и в дальнейшем участвует в процессе сборки как одно целое. Применительно к сборке узел — это сборочная единица, которая может собираться отдельно от других составных частей изделия (или изделия в целом) и выполнять определенную функцию в изделиях одного назначения только совместно с другими составными частями.

Агрегат — это сборочная единица, обладающая полной взаимозаменяемостью, возможностью сборки отдельно от других составных частей изделия (или изделия в целом) и способностью выполнять определенную функцию в изделии или самостоятельно.

Объектами производства машиностроительных предприятий, кроме машин и их частей, могут быть КОМПЛЕКСЫ и КОМПЛЕКТЫ изделий.

Комплекс — это два и более специфицированных (состоящих из двух и более составных частей) изделия, не соединенные на предприятии- изготовителе сборочными операциями, но предназначенные для выполнения взаимосвязанных эксплуатационных функций. Например: автоматическая линия, цех — автомат, станок с ЧПУ с управляющими панелями и т.п.

Комплект — это два и более двух изделий, не соединенных на пред- приятии-изготовителе сборочными операциями и представляющих набор изделий, которые имеют общее эксплуатационное назначение вспомогательного характера. Например: комплекты запасных частей, инструмента и принадлежностей, измерительной аппаратуры, упаковочной тары и т.п.

Изделия в зависимости от наличия или отсутствия в них составных частей делят на следующие категории:

НЕСПЕЦИФИЦИРОВАНЫЕ (детали) — не имеющие составных частей;

СПЕЦИФИЦИРОВАННЫЕ (сб. единицы, комплексы, комплекты), состоящие из двух и более составных частей.

Заключительным этапом в изготовлении изделия является сборка.

Сборка— это процесс образования разъёмных или неразъёмных соединений составных частей или изделия в целом. Сборку разделяют на узловую сборку и общую сборку.

Узловая сборка — это сборка, объектом которой является составная часть изделия.

Общая сборка — это сборка, объектом которой является изделие в целом.

Изготовление современных машин требует четкой организации технологического процесса сборки при тщательной технологической подготовке производства.

Элементы производственного и технологического процесса

Производственный процесс — это совокупность всех действий людей и орудий производства, необходимых на предприятии для изготовления или ремонта выпускаемых изделий.

Технологический процесс — это часть производственного процесса, содержащая целенаправленные действия по изменению и (или) определению состояния предмета труда.

Применительно к условиям машиностроительного производства, технологический процесс — это часть производственного процесса, включающая в себя последовательное изменение размеров, формы, внешнего вида или внутренних свойств предмета производства и их контроль.

Технологический процесс сборки как узловой, так и общей делят на отдельные операции.

Технологическая операция — законченная часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте. Применительно к сборке операцию можно характеризовать как законченную часть технологического процесса, выполняемую над данным изделием или его сборочной единицей одним или несколькими рабочими на одном рабочем месте.

Сборочную операцию делят на переходы.

Технологический переход — законченная часть технологической операции сборки, характеризуемая постоянством применяемого инструмента и поверхностей, образуемых при сборке.

Установ — часть технологической операции сборки, выполняемая при неизменном закреплении собираемой сборочной единицы.

Позиция — фиксированное положение, занимаемое неизменно за- крепленной собираемой сборочной единицей совместно с приспособлением относительно инструмента или неподвижной части оборудования для выполнения определенной части операции.

Рабочий ход — это законченная часть технологического перехода, состоящая из однократного перемещения инструмента относительно предмета труда, сопровождаемого изменением формы, размеров, свойств предмета труда.

Вспомогательный ход — это законченная часть технологического перехода, состоящая из однократного перемещения инструмента, относи- тельно предмета труда, не сопровождаемого изменением формы, размеров, свойств предмета труда, но необходимого для подготовки рабочего хода.

Вспомогательный переход — это законченная часть технологической операции, состоящая из действий человека и (или) оборудования, которые не сопровождаются изменением формы, размеров, и особых свойств предмета труда, но необходимы для выполнения технологического пере- хода.

Приём — это законченная совокупность действий человека, применяемых при выполнении перехода или его части и объединенных одним целевым назначением.

Содержание работ, связанных с выполнением сборочных операций зависит от типа сборочного производства.

Тип сборочного производства (единичное, серийное, массовое) оказывает большое влияние на технологию и организацию процесса сборки в машиностроении.

Единичное и мелкосерийное сборочное производство характеризуется:

обширной номенклатурой изделий;

отсутствием установившейся технологии сборки;

широким использованием универсального оборудования и инструментов;

наличием высококвалифицированных рабочих; большим объёмом пригоночных работ.

В крупносерийном производстве объём работ по сборке расчленяется на составные части, выделяется узловая и общая сборка. Значительно уменьшается объём пригоночных работ. Изделия собирают сериями, повторяющимися через определенные промежутки времени.

В массовом производстве сборка одноименных изделий ведется не прерывно. Имеется четкое разделение на узловую и общую сборку. За каждым рабочим местом закреплены определенные сборочные операции. Время выполнения одной сборочной операции согласовывают с общим темпом сборки. Разрабатываются подробнейшие узловые техпроцессы и техпроцесс общей сборки. Оборудование располагается по потоку в соответствии с технологией сборки. Пригоночные работы, как правило, отсутствуют. Квалификация рабочих ниже, чем в единичном и серийном производстве.

В структуру сборочной операции в общем случае входят: подача деталей; их ориентация относительно друг друга или какой-либо одной детали; соединение; закрепление; снятие собранного узла и, наконец, контроль (возможно и наоборот — контроль, а потом снятие узла или подача его на следующую позицию сборки).

В составе технологического процесса сборки изделия в общем виде выделяют следующие основные виды работ:

подготовительные работы (деконсервирование, сортирование по размерам, укладка в соответствующую тару);

пригоночные; собственно сборочные; регулировочные; контрольные;

заправочные работы (смазка, консервирование и т.д.); демонтажные.

Как видно из данного перечня, в технологическом процессе сборки изделия имеются технологические сборочные и вспомогательные работы. К первым относят те работы, которые имеют непосредственное отношение к сборке и выполняются в сборочном цехе (собственно сборочные, регулировочные, контрольные, заправочные, демонтажные). К вспомогательным работам относят подготовительные и пригоночные работы.

Деление сборочного техпроцесса на операции требует такой организации переходов, чтобы по оперативному времени они были бы равны или кратны между собой, а при массовой поточной сборке равнялись бы или были кратны такту сборки.

2. ТОЧНОСТЬ СБОРКИ И МЕТОДЫ ЕЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ

2.1.Точность сборки и надежность машин

Точность сборки — один из важнейших технико-экономических показателей качества машин. Параметры, характеризующие точность как машины в целом, так и её конструктивных и сборочных элементов, устанавливаются, исходя из служебного назначения изделия.

Точность сборки — степень совпадения материальных осей, контактирующих поверхностей или иных элементов сопрягающихся деталей с положением их условных прототипов, определяемым соответствующими размерами на чертеже или техническими требованиями.

К основным показателям точности сборки относят: точность относительного движения исполнительных поверхностей; точности их геометрических форм и расстояний между этими поверхностями; точность их относительных поворотов.

Точность машины является функцией точности составляющих её частей — деталей, узлов и их соединений.

Величиной противоположной точности сборки является погрешность сборки.

Погрешность сборки вызывается:

погрешностями размеров, формы и взаимного расположения поверхностей сопрягаемых деталей;

некачественной обработкой сопрягаемых поверхностей, что ведёт к снижению жесткости стыков и нарушению герметичности;

неточной установкой и фиксацией сборочных единиц в процессе сборки;

некачественной пригонкой и регулировкой сопрягаемых сборочных единиц изделия;

нарушениями условий и режимов выполнения сборочных операций; геометрическими неточностями сборочного оборудования; приспособлений и инструментов;

неточной настройкой оборудования;

деформациями деталей под действием остаточных напряжений в их материале.

Если погрешность сборки превышает заданную величину, то это приводит к снижению качества сборки, а значит и качества изделия в целом.

Сопряжения деталей, образуемые в процессе сборки изделия, могут быть неподвижными или подвижными. Степень подвижности (неподвижности) сопряжения деталей зависит от величин зазоров (натягов), получаемых при сборке, или, иначе, от величин отклонений размеров сопрягаемых деталей. Таким образом, точность сборки закладывается конструктором при разработке изделия, а обеспечивается технологиями получения дета лей и сборки.

От точности сборки зависит качество машины. Под качеством пони мается совокупность свойств изделия, обуславливающих его пригодность удовлетворять определенным потребностям в соответствии с его назначением.

Качество машины характеризуется определенной системой показателей, учитывающих её назначение и регламентируемых стандартами. При этом степень совершенства машины, выражающая ее мощность, КПД, производительностью и экономичностью, степенью автоматизации, точностью работы и другими показателями, определяет общий технический уровень машины.

Для общей оценки качества машины большое значение имеет её работоспособность, под которой понимается такое состояние изделия, при котором оно способно выполнять заданные функции, сохраняя значения заданных параметров в пределах установленных нормативно-технической документацией. Одной из основных характеристик машин является их надежность.

Надежность — это свойство изделия сохранять во времени свою работоспособность. Главным показателем надежности является наработка до отказа.

Наработка до отказа — это время работы изделия до отказа, выраженное в часах.

Срок службы (ресурс) — это время работы изделия до предельного регламентируемого износа.

Безотказность — это свойство изделия непрерывно сохранять работоспобность в течение некоторого периода времени или некоторой наработки. Это предполагает самостоятельную непрерывную работу изделия без вмешательств и для поддержания работоспособности (т.е. без регулировки и ремонта).

Долговечность — это свойство изделия сохранять работоспособность до наступления предельного состояния, т.е. в течение всего периода эксплуатации при установленной системе, технического, обслуживания и ремонтов.

Таким образом, надежность изделия — это обобщенное свойств, которое включает в себя понятия безотказности и долговечности.

2.2. Методы сборки

Взаимосвязь деталей и сопряжений изделия определяется на основе выявления и анализа размерных цепей. Эта работа выполняется на стадии проектирования изделия или его составных частей. Перенос этой работы на период технологической подготовки производства нерационален. В процессе размерного анализа может возникнуть необходимость внесения изменений в конструкцию изделия, а это сопряжено с затратами. Поэтому, чем раньше эти изделия будут сделаны, тем меньше будут затраты. Технолог встречается с необходимостью расчета размерных цепей в период отработки конструкции изделия на технологичность, в размерном

анализе при проектировании технологии сборки в связи с выявлением неуказанных на чертежах зазоров, при определении размеров компенсирующего звена.

Основные задачи размерного анализа следующие.

Расчет номинальных размеров и допусков сборочных единиц изделия.

Изыскание наиболее рационального метода достижения требуемой точности изделия или его составных частей.

Изучение взаимосвязи сборочных единиц изделия.

Разработка последовательности комплектации.

Правильное выполнение размерного анализа на основе различных методов решения размерных цепей позволяет обеспечить заданную точность изделия и его составных частей.

Необходимая точность сопряжений и в целом изделия может быть обеспечена методами полной и неполной взаимозаменяемости. Метод неполной взаимозаменяемости реализуют:

а) групповым подбором; б) регулированием;

в) пригонкой.

Метод полной взаимозаменяемости – применяют в крупносерийном и массовом производстве. При сборке этим методом происходит лишь соединение сопрягаемых деталей, изготовленных с размерами и допусками, установленными по конструктивным соображениям. Детали для сборки этим методом изготавливают с малыми допусками (стоимость операций механической обработки деталей относительно высокая), поэтому точность сборки (замыкающего звена) обеспечивается автоматически.

Метод неполной взаимозаменяемости – применяют в серийном и единичном производстве. Он характеризуется изготовлением деталей с большими допусками, вследствие чего точность сборки (замыкающего звена) обеспечивается не у всех собираемых изделий. Дополнительные затраты, связанные с исправлением бракованных изделий, компенсируют экономией, получаемой при изготовлении деталей с большими допусками. Групповой подбор применяют в тех случаях, когда конструктивные допуски меньше технологических. Допуски сопрягаемых деталей делят на группы с соблюдением заданного конструктором среднего зазора или натяга. Сортировку деталей осуществляют в механических цехах, где их изготавливают, а затем доставляют их на сборку. Недостатком является необходимость создания увеличенного запаса деталей на сборке.

Регулирование применяемости в серийном производстве. На размеры сопрягаемых деталей назначают большие технологические допуски, а точность соединения достигается введением в размерную цепь дополнительного звена — компенсатора. Преимуществами являются возможность изготовления сопрягаемых деталей с большими допусками, простота сборки, высокая точность, возможность регулирования не только при сборке, но и в эксплуатации.

Пригонка заключается в том, что необходимая точность сопряжения достигается индивидуальной пригонкой одной детали по другой. Пригонку применяют в единичном и мелкосерийном производстве.

3.ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ СБОРКИ

3.1. Основы проектирования техпроцесса сборки

При проектировании сборочных процессов учитывают ряд требований, обусловленных конструкцией изделия, технологическими особенностями производства и его организацией. К этим требованиям относятся:

1. Объём выпуска изделий. Вид сборочного процесса в значительной степени определяется объёмом выпуска изделий. Например, уровень механизации и автоматизации сборочного процесса, виды применяемого инструмента и приспособлений лимитируются типом производства (единичное, серийное, массовое).

2. Максимальное обеспечение требований конструкции. Удовлетворение этому условию в основном зависит от технологичности самого изделия в сборке. Технологичной считается такая конструкция, которая обеспечивает сборку наиболее прогрессивными в данных производственных условиях методами, в более короткое время и с наименьшей стоимостью. При определении технологичности изделия рассматривают следующие вопросы:

а) обеспечение сборки без пригоночных работ (или при минимальном объёме этих работ);

б) доступность в использовании рабочих и измерительных инструментов;

в) возможность независимой сборки составных частей изделия;

г) наличие наиболее короткой кинематической цепи;

д) рациональные присоединительные связи;

е) наименьшее количество деталей и их видов;

ж) высокий уровень взаимозаменяемости;

з) стандартизация, унификация, нормализация сборочных единиц;

и) наличие удобных сборочных баз;

к) исключение разборок при регулировании.

3. Обеспечение запроектированной точности основных параметров изделия. Точность собранного изделия зависит от точности замыкающих звеньев размерных цепей. Понятия конструктивной и технологической точности не совпадают. Точность конструкции выявляется на основе расчета размерных цепей. Технологическая точность характеризуется производственными погрешностями при механической обработке и сборке. Технологическая точность сборки должна удовлетворять запроектированной точности выходных параметров изделия.

4. Уровень механизации и автоматизации сборки. Уровень механизации и автоматизации может существенно изменить структуру сборки, и даже последовательность выполнения отдельных ее операций.

5. Дифференциация процесса сборки, специализация участков и рабочих мест. Под дифференциацией процесса сборки понимают его расчленение на операции, переходы и приемы. Возможность осуществления дифференциации в основном зависит от конструкции изделия, уровня технологии и организации производства на данном предприятии. При дифференциации процесса сборки появляется

возможность для специализации участков и рабочих мест Обычно с помощью дифференциации процесса сборки добиваются равенства (или кратности) объёмов работ, выполняемых на разных операциях, т.е. добиваются синхронности операций.

6. Параллельность процессов сборки. Под этим принципом понимают одновременное выполнение отдельных составляющих технологического процесса сборки (операций, переходов и др.). Возможность такой работы обусловлена конструкцией изделия и, следовательно, степенью расчленения его на самостоятельные сборочные единицы (узлы, подузлы и т.д.), которые могут собираться одновременно и независимо друг от друга.

7. Приемлемость процессов сборки. Это значит построить процесс сборки так, чтобы собираемое изделие проходило кратчайший путь при выполнении всех сборочных операций.

8. Непрерывность технологического процесса сборки. Под этим требованием понимают такую организацию сборки, при которой устраняются (либо значительно уменьшаются) перерывы в производстве данного изделия. Устранение межоперационных перерывов лучше всего обеспечивает разработка конструкции изделия, в которое входят узлы и детали, получаемые наиболее прогрессивными методами. Перерывы на отдельных операциях сокращают за счет перекрытия вспомогательного времени основным. Наибольшей непрерывностью обладает автоматическое производство.

9. Ритмичность технологического процесса сборки. При осуществлении этого требования стремятся в равные промежутки времени выпускать одинаковое количество, продукции. Через определенный ритмом промежуток времени полностью повторяют весь процесс сборки по всем операциям.

10. Устойчивость и надежность технологического процесса сборки. Это требование характеризуется способностью процесса сборки сохранять во времени точность признаков качества изделий. В ряде случаев устойчивого процесса сборки получить не удается или устойчивый процесс дает точность признаков качества изделия ниже заданной. В этом случае применяют способы компенсации погрешностей, например, регулировку,

3.2. Исходные данные для проектирования техпроцесса сборки

Основой для проектирования техпроцесса сборки изделия являются:

1) сборочные чертежи и чертежи общих видов сборочных единиц и изделия;

2) технические условия на приемку и испытания изделия;

3) производственная программа выпуска изделия предприятием, программы сборочных цехов;

4) спецификация сборочных единиц и деталей. На сборочных чертежах должно быть столько проекций и разрезов, сколько необходимо для полного понимания конструкции сборочной единицы и изделия в целом.

На чертежах общих видов сборочных единиц должны быть указаны размеры, определяющие сборочные размерные цепи (взаимное расположение деталей), а также технические требования, относящиеся к сборке изделия.

Производственная программа сборки должна содержать наименование изделий и их сборочных единиц, их годовой выпуск, массу каждой сборочной единицы и изделия в целом.

В спецификациях должно быть указано наименование поступающих на сборку сборочных единиц и деталей, их номера, количество на одно изделие, цех-изготовитель.

3.3. Разработка технологического процесса сборки

Разработка технологического процесса сборки изделия ведется в три этапа:

I — разработка технологической схемы сборки узла;

II — разработка маршрутного технологического процесса сборки узла;

III — сборка и разборка опытного образца изделия.

Технологическая схема сборки — это графическое отображение состава и последовательности сборки деталей в узлы. Она является первичным документом, дающим представление о процессе сборки.

Технологическая схема сборки:

1) отражает полную структуру, и порядок комплектования изделия во времени;

2) служит первым этапом проектирования линий сборки (планировки участков сборки);

3) позволяет из множества вариантов сборки выбрать оптимальный вариант;

4) способствует отработке изделия на технологичность;

5) значительно упрощает проектирование всего технологического процесса сборки.

Разработка технологической схемы сборки начинается с определения базовой детали (или узла) и деления изделия на узлы, подузлы и детали.

Базовым называют основной элемент (деталь, узел), с которого начинают сборку.

Различают подузлы первого, второго и других, более высоких порядков. Подузел первого порядка входит непосредственно в состав узла. Он состоит из деталей или из одного или нескольких подузлов второго порядка и деталей. Подузел второго порядка входит в состав подузла первого порядка. Он расчленяется на детали или на подузды третьего порядка и детали и т.д. Подузел наивысшего порядка расчленяется только на детали.

На технологической схеме сборки (рис. 1) каждый элемент изделия обозначают прямоугольником, поделенным на три части.

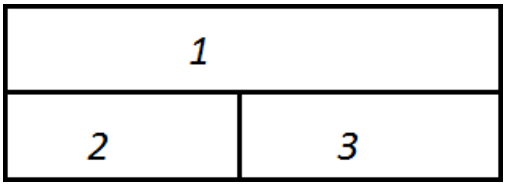


Рис. 1. Обозначение элементов изделия на технологической схеме сборки

В верхней части прямоугольника (1) указывают наименование элемента; в левой нижней части (2) — индекс элемента, а в правой нижней (3) — количество элементов. Индексацию деталей производят в соответствии с номерами, присвоенными им на сборочных чертежах. Узлы обозначают буквами "сб", что означает "сборка". Каждому узлу присваивают номер его базового элемента (индекс). Например, "сб. 3" — узел с базовой деталью № 3. Порядок узла указывают соответствующим цифровым индексом, который помещают перед буквенным обозначением "сб.". Например, "1 сб. 5" означает подгруппу 1-го порядка с базовой деталью № 5.

При построении технологической схемы сборки руководствуются следующим. Процесс сборки изделия и каждого из его узлов изображают участком прямой линии, которая начинается с изображения базового элемента (детали или узла) и заканчивается изображением узла или изделия.

Над линией в порядке последовательности присоединяют прямоугольники, обозначающие все детали, а под ней изображают узлы, непосредственно входящие в изделие.

На схеме указывают также необходимые технологические примечания, например: "установить по шаблону", "приварить", "запрессовать", "сверлить в сборе", "смазать" и т.д.

Например, технологическая схема сборки для узла (рис. 2) представлена на рис. 3 (см. с. 14).

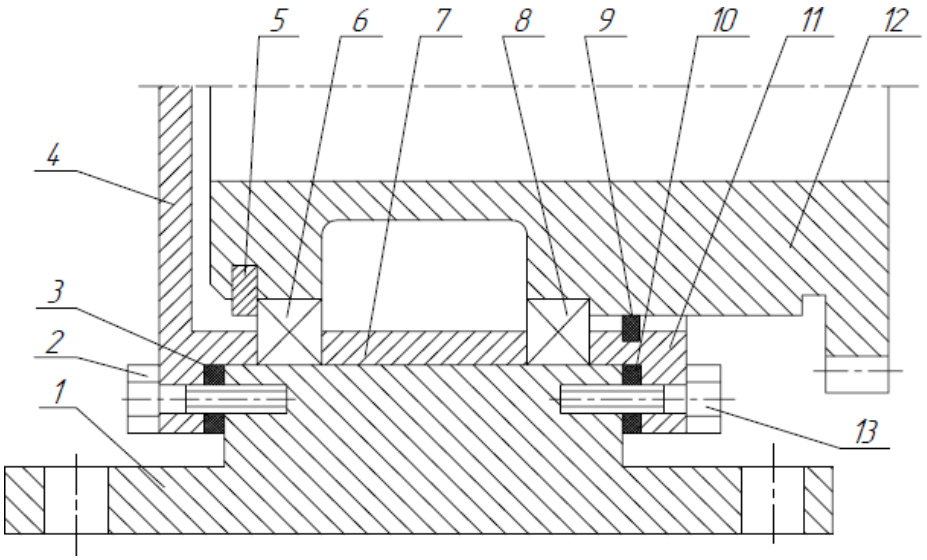


Рис.2 Эскиз узла в сборе

В узле вал-шестерня 12 вращается в шарикоподшипниках 6, 8 и от осевого перемещения фиксируется разрезной шайбой 5 и распорной втулкой 7. В собранном виде вал-шестерня закрепляется в корпусе 1 с помощью крышек 4 и 11. Кольцо 9 и прокладки 3, 10 препятствуют утечке смазки.

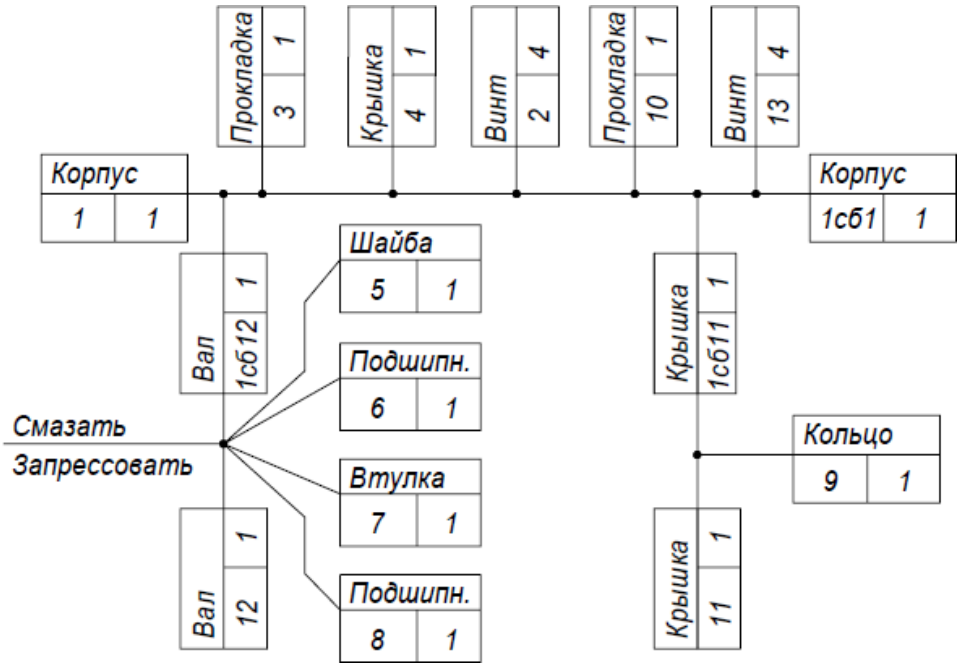


Рис.3 Технологическая схема сборки узла

Маршрутный технологический процесс сборки — таблица, в которой в упрощенном виде, без указания переходов и режимов работы, установлено содержанке операций, причём с таким расчетом, чтобы на каждом рабочем месте выполнялась по возможности однородная по своему характеру к технологически законченная работа. В процессе сборки и разборки опытного образца изделия определяется правильность разработанной технологической схемы сборки и маршрутного технологического процесса сборки. При этом устраняют замеченные ошибки, вносят изменения в последовательность сборки, дополняют технологические примечания и т.д.

Нормирование техпроцесса сборки осуществляется так же, как и нормирование операций механической обработки. Для нормирования сборочных работ используют общемашиностроительные, отраслевые и заводские нормативы времени, установленные для производств различных типов.

Маршрутный техпроцесс сборки оформляется по ГОСТ 3.1105-74, операционные карты — по ГОСТ 3.1407-74, карты технического контроля — по ГОСТ 3,1502-74, титульный лист альбома техпроцесса сборки — по ГОСТ 3.1104-74.

Альбом техпроцесса сборки оформляют следующим образом. После титульного листа идут маршрутные карты, за маршрутными картами помещают в технологической последовательности операционные карты (слесарных, слесарно-сборочных, электромонтажных работ), а в конце помещают карты технического контроля с необходимыми эскизами собираемых на данной операции сборочных единиц.

Операционные карты в альбоме включают в себя:

а) эскиз собираемой на данной операции сборочной единицы;

б) собственно операционные карты;

в) комплектовочную карту (если она необходима).

Таблица 1

Маршрутный технологический процесс
сборки узла

№ операции	Наименование операции	Содержание операции	Оборудование и инструмент
05	Сборка вала (I сб. 12)	1. Закрепить вал (дет. 12) в приспособление 2. Смазать и запрессовать подшипник (дет. 8) 3. Протереть и установить втулку (дет. 7) 4. Смазать и запрессовать подшипник (дет. 6) 5. Установить шайбу (дет. 5)	Приспособление для закрепления вала Пресс гидравлический Оправка для установки шайбы
10	Сборка крышки (1 сб. 11)	1, Установить крышку (дет. 11) в приспособление 2. Установить кольцо (дет. 9)	Приспособление для закрепления крышки Оправка для установки кольца
15	Общая сборка узла (1сб. 1)	1. Закрепить корпус (дет. 1) 2. Установить прокладку (дет. 3) 3. Протереть и установить крышку (дет. 4) 4. Закрепить кошку винтами (дет. 2) 5. Установить вал (1 сб.12) 6. Установить прокладку (дет. 10) 7. Установить крышку (1 сб. 11) 8. Закрепить крышку винтами (дет. 13)	Приспособление для закрепления корпуса Пневматическое устройство для закручивания винтов Пневматическое устройство для закручивания винтов
20К	Контрольная	Проверить легкость вращения вала (дет. 12)	

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СБОРКИ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1. Изучить и практически освоить методику разработки технологического процесса сборки.
2. Составить технологическую схему сборки.
3. Разработать маршрутный технологический процесс сборки

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Ознакомиться с настоящими методическими указаниями. По выданному сборочному чертежу изделия с техническими требованиями, его спецификации и (или) по натурному образцу, выданным преподавателем, следует разобраться в его назначении, устройстве, составе и принципе работы. В случае натурного образца изделия: произвести его разборку-сборку и составить упрощенный эскиз сборочной единицы с перечнем его составных частей (детали, сборочные единицы).

Для мелкосерийного производства технологический процесс (маршрут) сборки разделяем на технологические операции, составной частью которых являются технологические переходы. Разработка технологического процесса сборки включает 2 этапа:

1 этап – составление технологической схемы сборки;

2 этап – разработка маршрута сборки.

Последовательность и содержание указанных этапов разработки технологического процесса сборки приведена на примере сборки узла (рис. 2**.**) и схеме сборки (рис.3).

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Отчет должен быть оформлен в общепринятой на кафедре форме и содержать название и цель работы, краткие теоретические сведения, эскиз собираемого изделия с перечнем входящих в него элементов и техническими требованиями, описание принципа его работы, схему и маршрутный технологический процесс сборки.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Что в машиностроении называют изделием, деталью, сборочнойединицей, комплексом, комплектом?
2. Что такое сборка?
3. Какие организационные формы сборки Вы знаете? Охарактеризуйте их.
4. На основании каких исходных данных проектируют технологический процесс сборки?
5. Дайте определение терминам: технологический процесс сборки,техно-

логическая операция сборки, переход сборочного процесса, прием сборочного процесса.

6. Изложите последовательность, в которой разрабатывают технологический процесс сборки.
7. Изложите основные принципы разбиения изделия на сборочныеединицы и составления технологических схем общей и узловых сборок.
8. Каковы правила разработки схем сборки?
9. Что такое сборочные единицы 1-го, 2-го и т.д. порядка?
10. Какова роль схем сборки при разработке технологического процесса сборки?
11. Какими методами достигается требуемая точность сборки? Охарактеризуйте их.
12. Как осуществляется расчленение сборочной операции дляцелей нормирования?
13. Чем объясняется высокая трудоемкость сборочных операций посравнению с операциями механообработки заготовок деталей? Каковы пути её снижения?
14. Как определяется норма времени на слесарные и сборочныеоперации?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2

РАСЧЕТ НОРМЫ ВРЕМЕНИ НА ТИПОВУЮ СЛЕСАРНУЮ И СБОРОЧНУЮ ОПЕРАЦИЮ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Приобрести практические навыки в нормировании слесарных и сборочных операций.

В зависимости от назначения слесарные работы могут подразделяться на слесарно-заготовительные (правка, разметка...), слесарно-инструментальные (доводка, шабрение...), слесарно-сборочные (присоединительные, регулировочные...).

Техническая норма времени на слесарные работы устанавливается на основе нормативов аналитически-расчетным методом.

При расчетах нормы штучного времени на слесарные работы в условиях мелкосерийного и единичного производства исходит из расчленения операции на два укрупненных комплекса: комплекс приема на деталь и комплекс приемов, связанных с операцией. Суммарное время на выполнение этих двух комплексов составляет оперативное время (tоп), которое не подразделяется на основное (tо) и вспомогательное (tв).

Время на обслуживание(tобс) и время на отдых (tотл) определяются в процентах от оперативного времени (tоп).

Для сборочных операций норма штучного времени (tшт) включают время оперативное, время на отдых, время на обслуживание , время подготовительно-заключительное (tпз), которые рассчитываются в процентах от времени оперативного .

При наличии несоответствия условий выполнения операции условием нормативным необходимо корректировать нормативную величину затрат времени с помощью нормативных коэффициентов уточнения.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Определить выполняемые в операции переходы и приемы.
2. На каждый переход выбрать нормативное значение оперативного времени (tоп), откорректировать при необходимости по нормативам.
3. Рассчитать суммарное значение оперативного времени (Σ tоп)
4. Рассчитать время на обслуживание (tобс)
5. Рассчитать время на отдых (tотл)
6. Рассчитать время подготовительно-заключительное (tпз)
7. Рассчитать время штучное (tшт)
8. Заполнить бланк О.К.

Исходные данные

1. Сборочные чертежи, спецификации.
2. Схема сборки.
3. Спроектированная операция.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Как называется совокупность методов и приемов по выявлению резервов рабочего времени и установлению необходимой меры труда?
2. Как называется регламентированное время выполнения определенного объема работ в определенных производственных условиях одним или несколькими исполнителями определенной квалификации?
3. Укажите условное обозначение времени, затрачиваемого на подготовку рабочего и средств производства к выполнению операции и приведение рабочего места в исходное состояние после выполнения операции:
4. Укажите условное время, равное сумме основного и вспомогательного времени:
5. Укажите особенности нормирования слесарных работ

ЛИТЕРАТУРА

1. Маталин А.А.Технология машиностроения: Учебник. 2-е изд., испр. –С.-Пб.: Издательство «Лань», 2008. – 512с.: ил. – (Учебники для вузов).

2. Мосталыгин Г.П., Толмачевский Н.Н. Технология машиностроения:Учеб. для вузов. – М.: Машиностроение, 1990. – 228 с.

3. Допуски и посадки: Справочник. В 2-х ч. /В.Д. Мягков, М.А. Палей, А.Б. Романов, Брагинский. – 6-е изд. Перераб. и доп. – Л.: Машиностроение,

Ленингр. отделение, 1982. – Ч.1, Ч.2.

4. Технология машиностроения: Сборник задач и упражнений: Учеб. пособие./ В.И. Аверченков и др.; Под общ. ред. В.И. Аверченкова и Е.А. Поль- ского. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2009. – 288 с. (Высшее образо- вание).

5. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2/ Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машинострое- ние, 1986. – 496 с.: ил.

6. Обработка металлов резанием: Справочник технолога / А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др.; Под общ. Ред. А.А. Панова. – М.: Машинострое- ние. 1988. – 736 с.: ил.

6. Балабанов А.Н.Технологичность конструкций машин. – М.: Машино- строение, 1987. – 336 с.: ил.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Варианты сборочных чертежей механизмов и узлов для разработки технологических схем и маршрута сборки

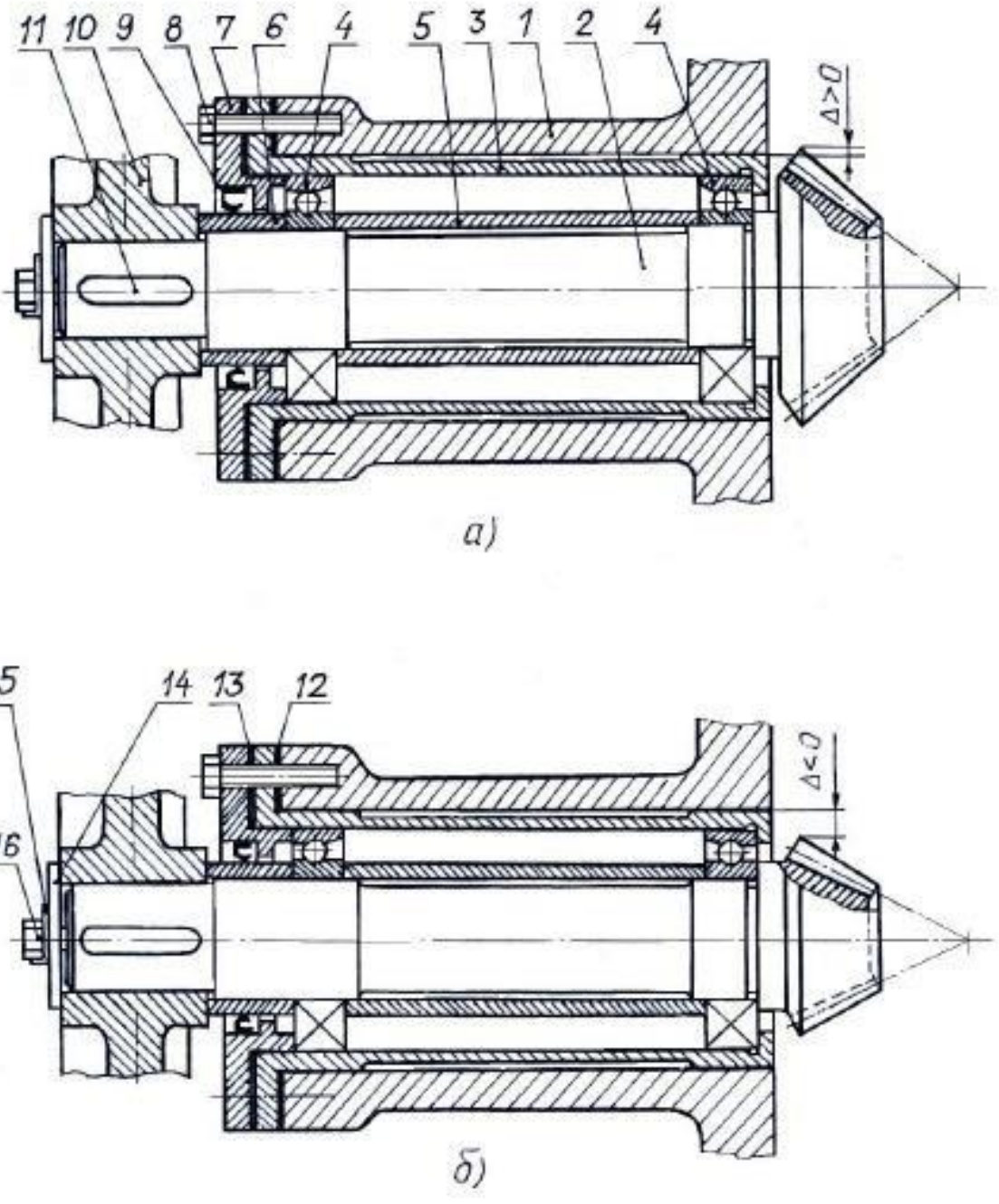


Рис. П.3.1, *а, б*. Ведущий вал-шестерня:

Вариант *а)* – без монтажного зазора Δ; Вариант *б)* – с монтажным зазором Δ:
1 – корпус; 2 – вал-шестерня; 3 – стакан; 4 – подшипник радиально-упорный (2 шт.);5 – втулка дистанционная; 6 – втулка упорная; 7 – фланец; 8 – болт М8х35 (4 шт.); 9 – манжета уплотнительная; 10 – колесо зубчатое; 11 – шпонка; 12 – прокладка; 13 – набор прокладок; 14 – шайба торцевая; 15 – шайба стопорная (отгибная); 16 – болт М8х25.

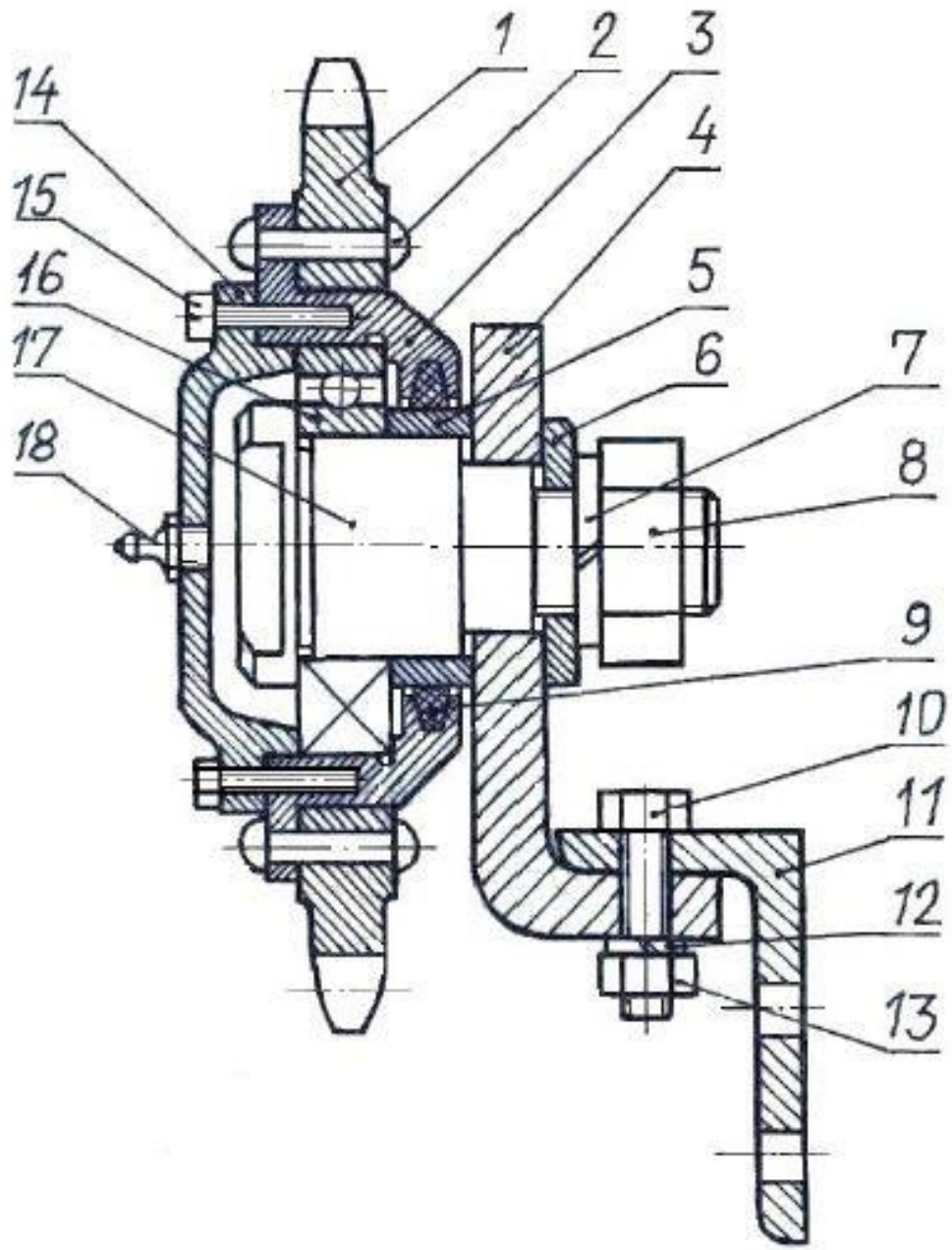


Рис. П.3.2. Звездочка в сборе:

1 – звездочка; 2 – заклепка (6 шт.); 3 – ступица; 4 – кронштейн; 5 – втулка; 6 – шайба; 7 – шайба пружинная; 8 – гайка М20; 9 – уплотнение войлочное; 10 – болт М8х35 (2 шт.); 11 – уголок неравнобокий 40х63; 12 – шайба пружинная (2 шт.); 13 – гайка М8 (2 шт.); крышка глухая; 14 – крышка; 15 – винт М5х30 (6 шт.); 16 – подшипник шариковый радиальный № 205; 17 – ось; 18 – пресс-масленка.

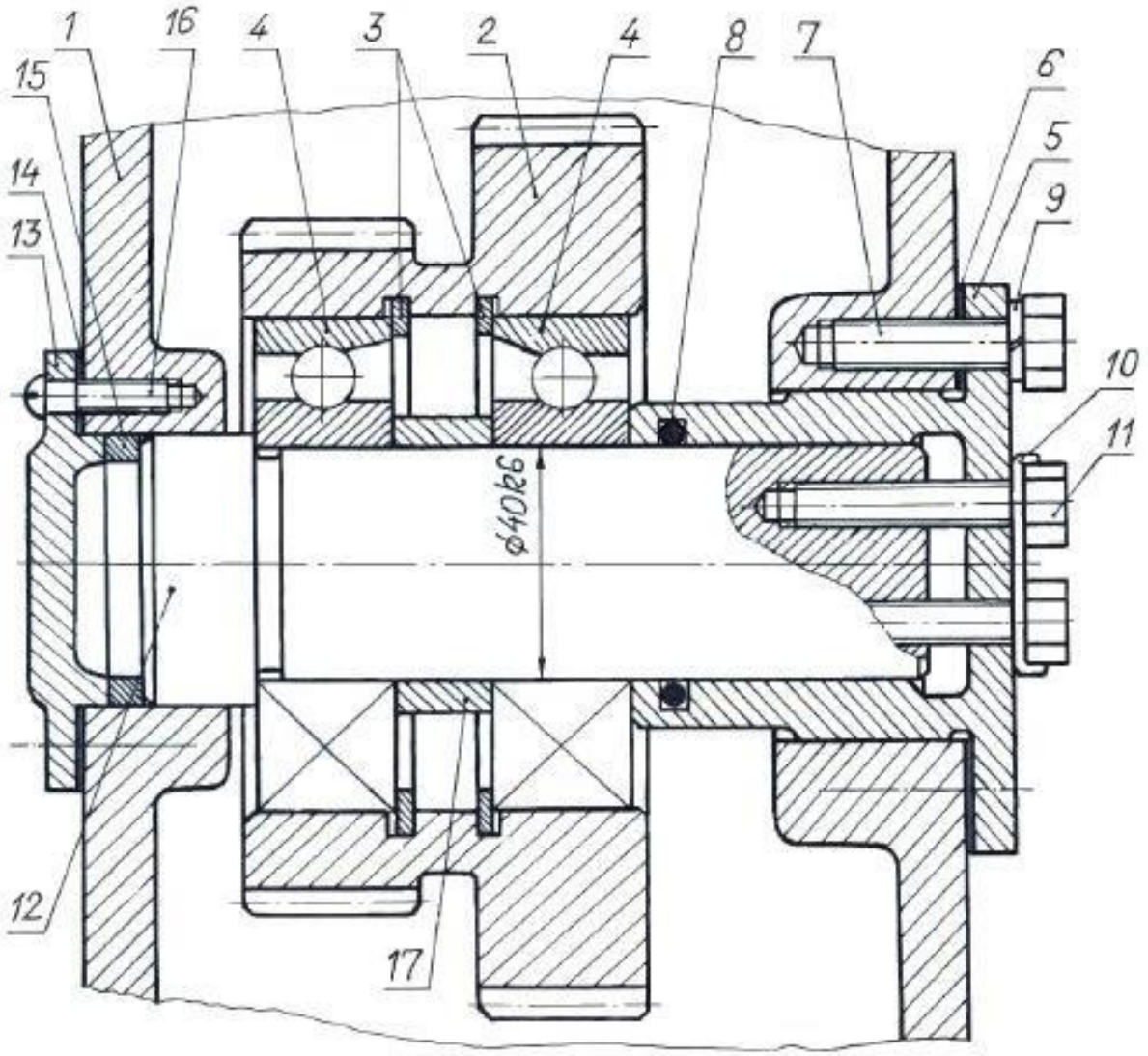


Рис. П.3.3. Ось блока шестерен:

1 – корпус; 2 – блок шестерен; 3 – кольцо пружинное (2 шт.); 4 – подшипник радиально-упорный 1208 (2 шт.); 5 – фланец; 6 – прокладка; 7 – болт М10х40 (4 шт.); 8 – кольцо уплотнительное; 9 – шайба пружинная (4 шт.); 10 – шайба стопорная (отгибная); 11 – болт М8х50; 12 – ось; 13 – вал; 14 – крышка; 15 – кольцо дистанционное; 16 – винт М6х30 (4 шт.); 17 – втулка дистанционная

.

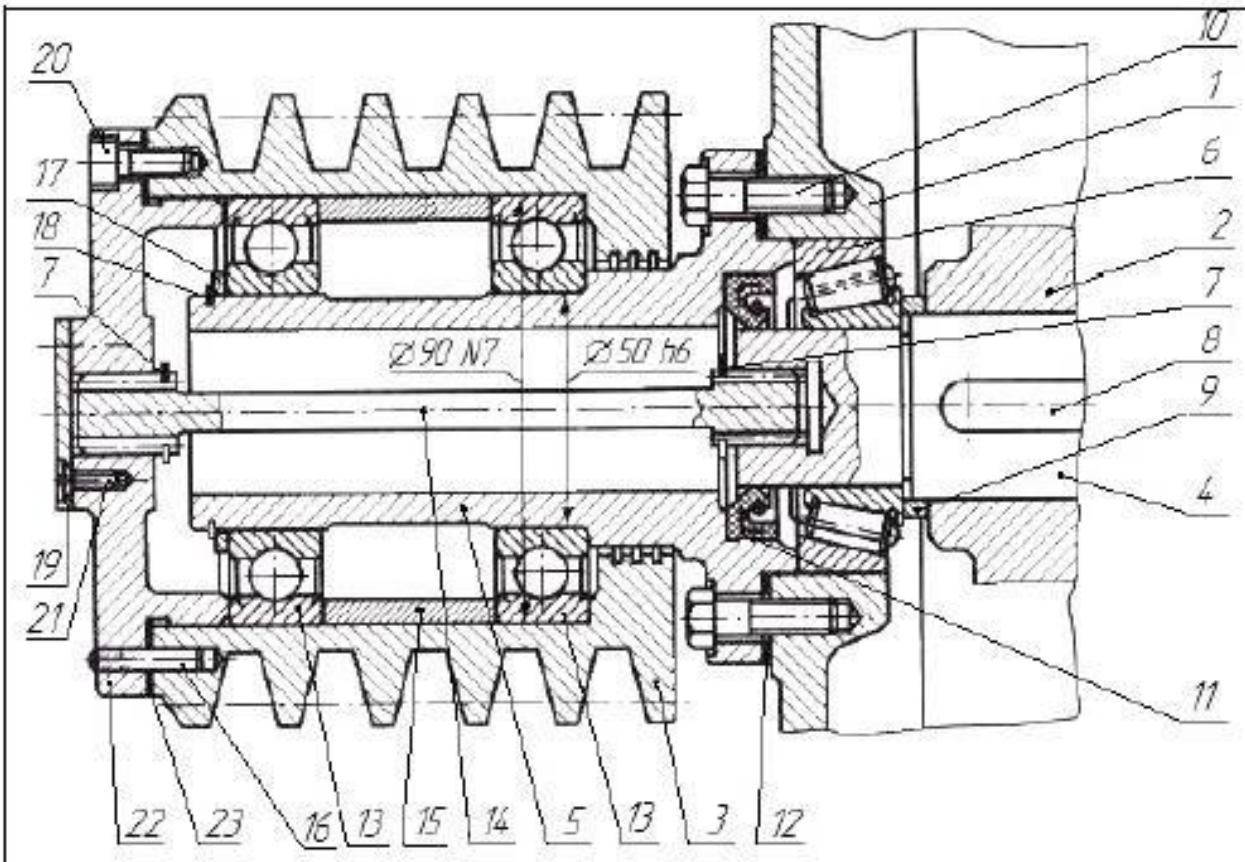


Рис. П.3.4. Разгруженный шкив:

1 – корпус; 2 – колесо зубчатое; 3 – шкив; 4 – вал ведомый; 5 – втулка; 6 – подшипник конический; 7 – кольцо разрезное (2 шт.); 8 – шпонка; 9 – кольцо дистанционное; 10 – болт М8х40 (4 шт.); 11 – манжета; 12 – прокладка; 13 – подшипник шариковый; 14 – вал шлицевой; 15 – втулка дистанционная; 16 – штифт цилиндрический (1 шт.) 17 – кольцо компенсирующее; 18 – кольцо разрезное; 19 – крышка глухая; 20 – винт М6х25 (6 шт.) 21 – винт М5х20 (4 шт.); 22 – крышка сквозная; 23 – прокладка.

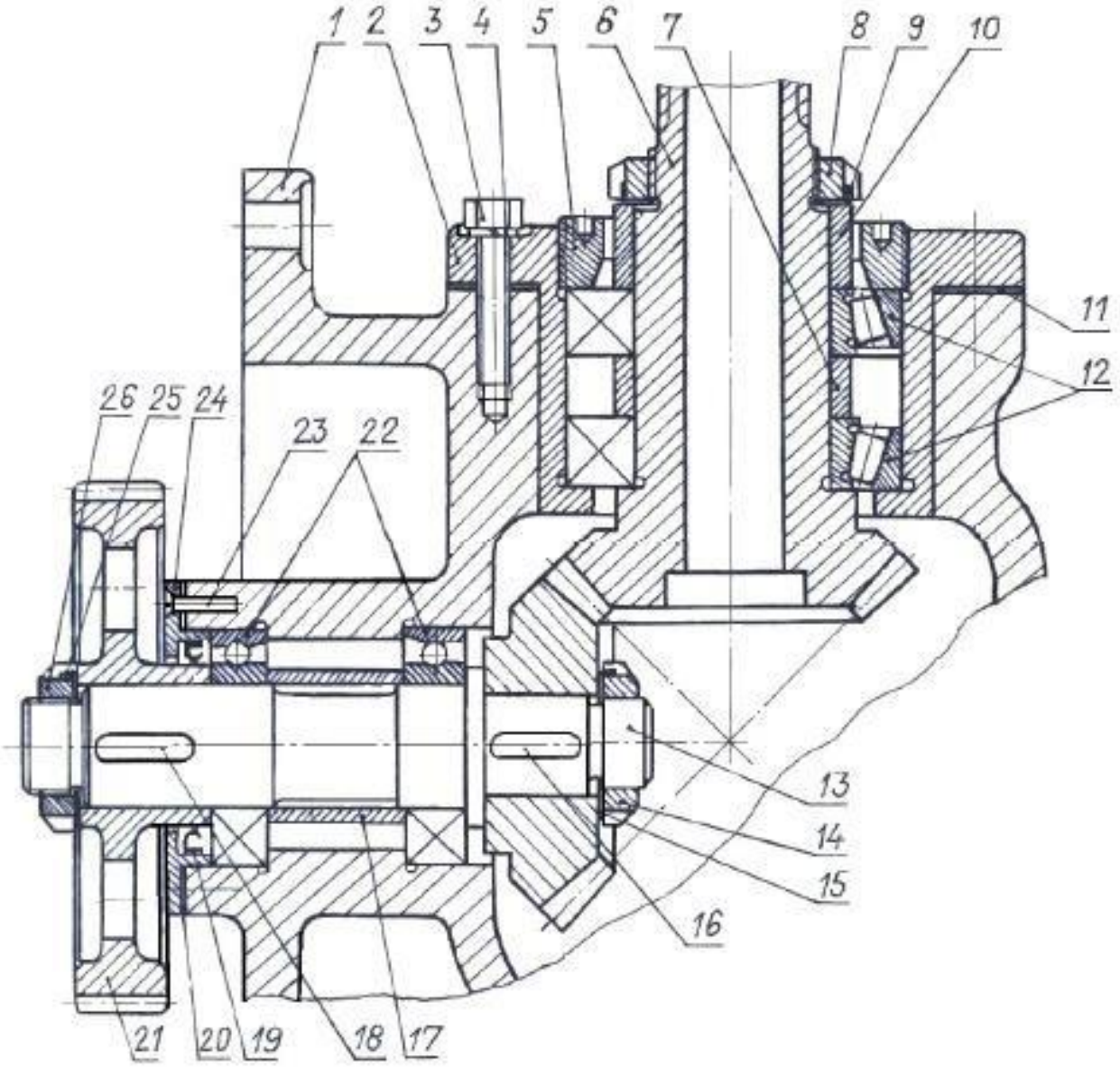


Рис. П.3.5. Конический редуктор:

1 – корпус; 2 – стакан; 3 – Болт М8х40 (4 шт.); 4 – шайба пружинная; 5 – Втулка резьбовая; 6 – вал-шестерня ведущая; 7 – втулка дистанционная; 8 – гайка шлицевая; 9 – шайба корончатая; 10 – втулка нажимная; 11 – прокладка; 12 – подшипник конический (2 шт.); 13 – вал ведомый; 14 – гайка шлицевая; 15 – шайба корончатая; 16 – шпонка; 17 – втулка дистанционная; 18 – шпонка; 19 – манжета; 20 – прокладка; 21 – колесо зубчатое; 22 – подшипник шариковый (2 шт.); 23 – винт М5Х25 (4 шт.); 24 – крышка сквозная; 25 – шайба корончатая; 26 – гайка шлицевая.

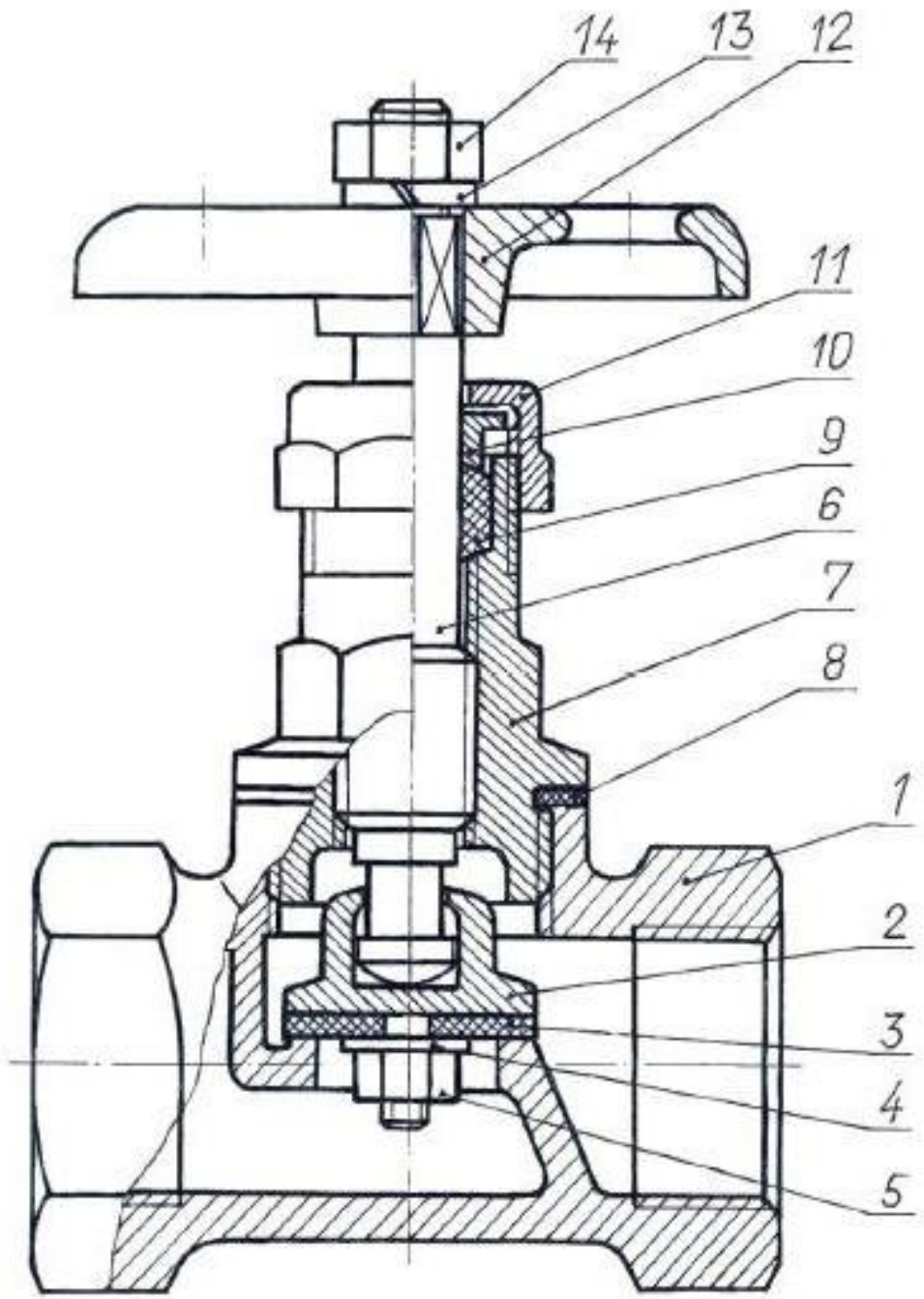


Рис. П.3.6. Вентиль в сборе:

1 – корпус; 2 – клапан; 3 – прокладка клапана; 4 – шайба; 5 – гайка М6; 6 – золотник; 7 – крышка; 8 – прокладка; 9 – уплотнение сальниковое; 10 втулка нажимная; 22 – грундбукса; 12 – рукоятка; 13 – шайба пружинная; 14 – гайка М 10 .

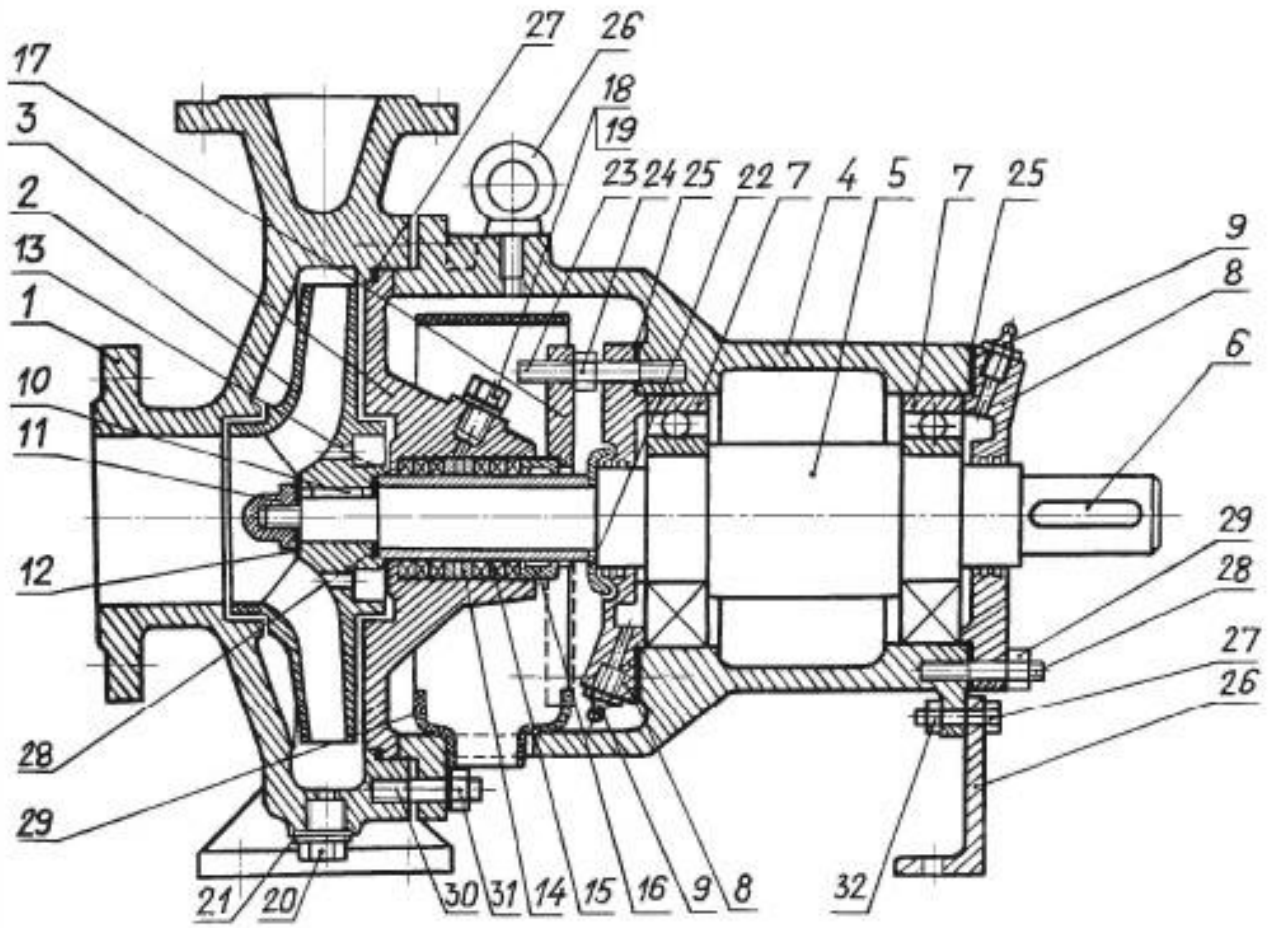


Рис. П.3.7. Насос консольный центробежный марки НК:

1 – корпус насоса; 2 – колесо; 3 – корпус уплотнения; 4 – кронштейн; 5 – вал; 6 – шпонка; 7 – подшипник шариковый (2 шт.); крышка подшипника (2 шт.); 9 пресс-масленка (2 шт.); 10 – шпонка; 11 – гайка колеса; 12 – прокладка; 13 – втулка сальника; 14 – фонарь уплотнения; 15 – кольцо сальниковое (6 шт.); 16 –втулка нажимная; 17 – грундбукса; 18 – пробка М10; 19 – прокладка; 20 – пробка М16; 21 – прокладка; 22 – кольцо защитное; 23 – шпилька М10 (2 шт.); 24 – гайка М10 (2 шт.); 25 – прокладка (2 шт.); 26 – кронштейн; 27 – болт М8х30 (2 шт.); 28 – шпилька М10 (8 шт.); 29 – гайка М 10 (8 шт.); 30 – шпилька М12 (6 шт.); 31 – гака М12 (6 шт.); 32 – гайка М8 (2 шт.).

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____ С.А.Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению практических и лабораторных занятий по дисциплине «Технологический процесс и технологическая документация по сборке узлов и изделий»для студентов по специальности 15.02.16 «Технология машиностроения»

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1. Изучение устройства приспособлений для запрессовки деталей и методики расчета технологического усилия при сборке и разборке соединений деталей с натягом 4
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2. Изучение устройства и методики расчета технологической оснастки с пневматическим приводом..... 19
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3. Изучение устройства и методики расчета технологической оснастки с электрогидравлическим приводом..... 30
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 4. Изучение устройства и методики расчета универсального винтового механического съемника.....47
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 5. Изучение устройства и методики расчета разборочно-сборочных приспособлений 62
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ……. 69

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1

Изучение устройства приспособлений для запрессовки деталей и методики расчета технологического усилия при сборке и разборке соединений деталей с натягом

1.1 Цель работы

Целью выполнения данной лабораторной работы является изучение устройства и практическое закрепление методики расчета технологического усилия при сборке и разборке соединений деталей с натягом.

1.2 Теоретическое обоснование

Устройство съемников

Принципиальная схема устройства. В зависимости от формы и размеров спрессовываемой детали устройство и размеры съемников различны.

Рассмотрим принципиальную схему устройства съемников на примере наиболее распространенной конструкции, показанной на рисунке 1.1.

Основными частями съемника служит устройство для создания усилия выпрессовки. В данной конструкции такое устройство − силовой винт 4, ввинченный в гайку, изготовленную в корпусе 3, и устройство для соединения съемника со спрессовываемой деталью − в данном случае это за- хваты 1, соединенные с корпусом 3 тягами 2.

При вращении винта 4, конец которого упирается в неподвижную часть разбираемого соединения, возникает сила *P* (в данном случае *P/2),* которая передается на захваты и через них на спрессовываемую деталь.

Захваты − наиболее ответственная часть съемника. Их конструкция и изготовление должны отвечать следующим требованиям: надежное

соединение со спрессовываемой деталью и отсутствие срыва с нее во время спрессовки, достаточная прочность.

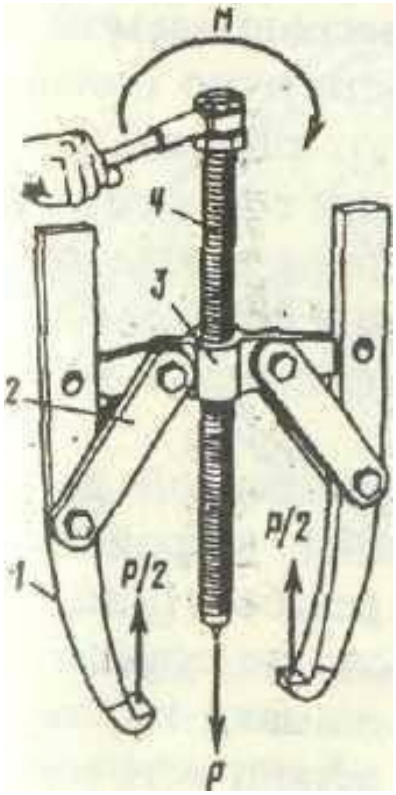


Рисунок 1.1 − Винтовой съемник с лапчатыми захватами: 1 − захват, 2 − тяга; 3 − корпус; 4 − силовой винт

Конструкция захватов зависит от формы спрессовываемой детали. На рисунке 1.2 представлены способы приложения усилия выпрессовки к деталям различной формы. Например, если деталь *I* (рисунок 1.2 а)достаточно большая и не имеет никаких отверстий, то зацепы делают такими, чтобы они захватывали деталь снаружи. Если же в детали есть достаточно большие отверстия (рисунок 1.2 б), то зацепами захватывают деталь через эти отверстия. При наличии на конце спрессовываемой детали резьбы (рисунок 1.2 в) захват навинчивается на эту резьбу.

При относительно малых размерах спрессовываемой детали (рисунок 1.2 г) применяют дополнительные разъемные устройства 3. В том

случае, когда в детали есть отверстия с резьбой (рисунок 1.2 д и ж), захваты ввинчивают в эти отверстия. Если на спрессовываемой детали имеются шпильки (рисунок 1.2 е), то захваты соединяют со шпильками. Если у спрессовываемой детали есть достаточно большое внутреннее отверстие (рисунок 1.2 з), то захваты пропускают через отверстие в спрессовываемой детали.

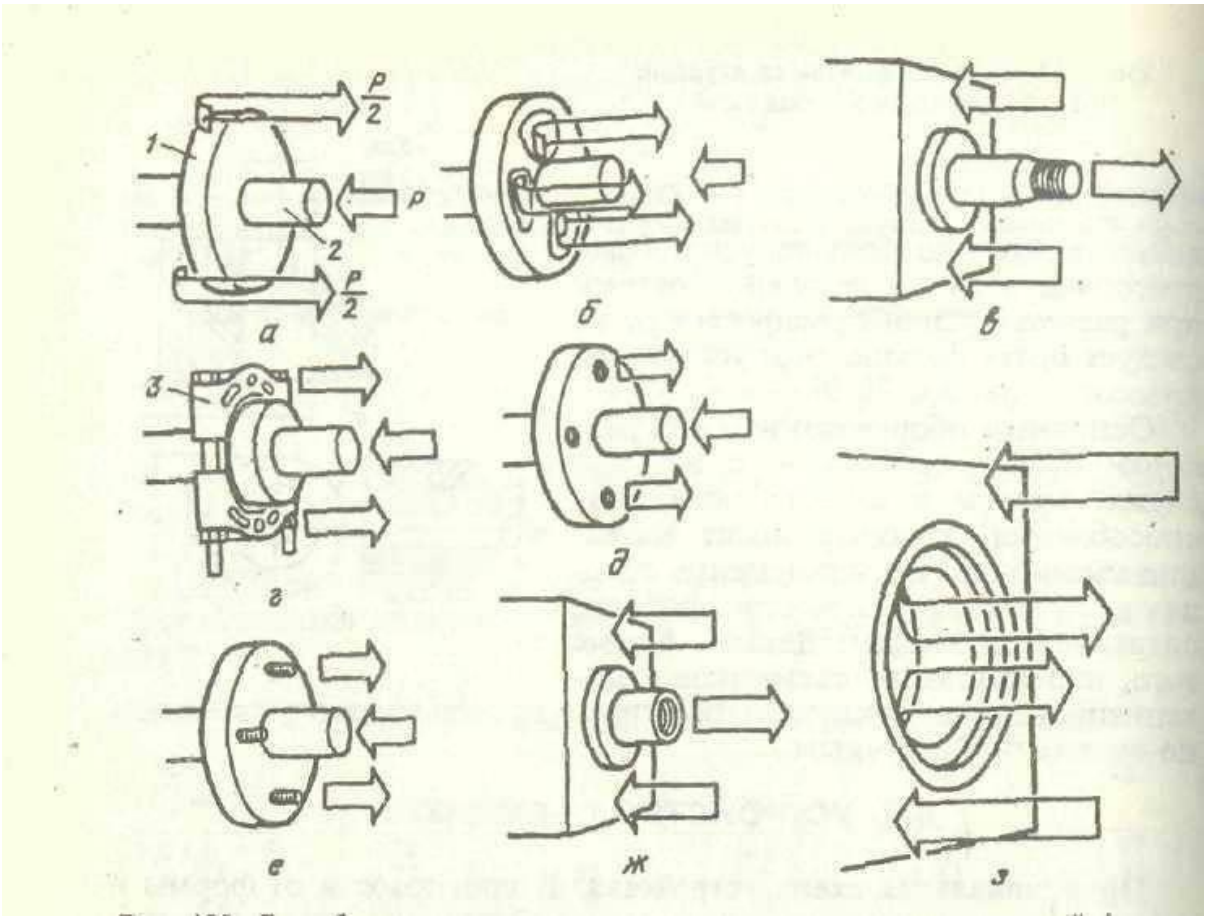


Рисунок 1.2 − Способы приложения усилия выпрессовки к деталям различной формы: а − з − варианты; 1 − спрессовываемая деталь; 2 − деталь, из которой или с которой спрессовывается деталь; 3 − разъемное устройство

По своему устройству захваты (рисунок 1.3) чрезвычайно разнообразны. Их делают простыми, простыми составными, сложными и специального назначения.

Простые захваты. В числе простых захватов чаше всего находят применение лапчатые захваты 1, 2, 3 и 7. Схемы захватов различной формы представлены на рисунке 1.3.

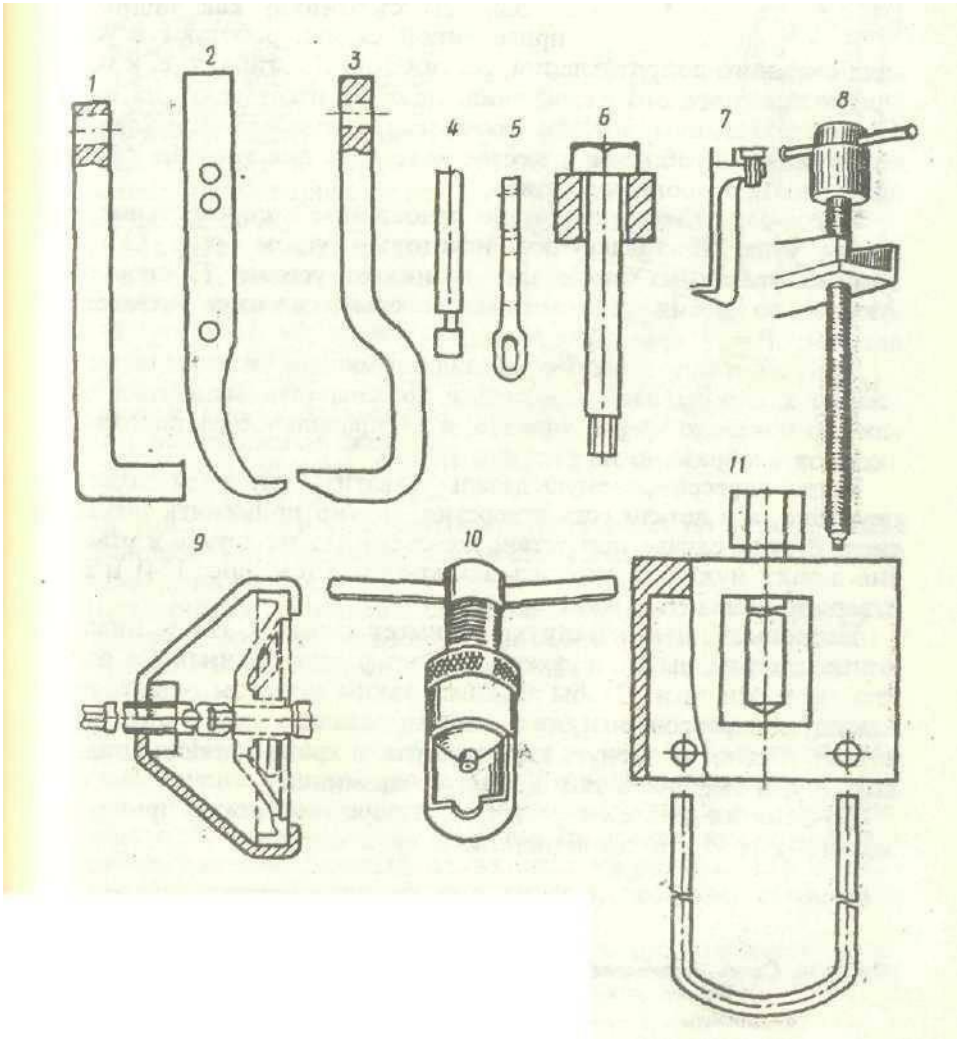


Рисунок 1.3 − Захваты различной формы: 1, 2, 3 и 7 − лапчатые простые; 4 − эксцентриковый; 5, 6 и 8 − захваты-тяги; 9 и 10 − захваты, жестко связанные с корпусом; 11 − захват-вилка

При работе съемника на такой захват действует сила P_1 (рисунок 1.4 а), которая равна усилию распрессовки, деленному на число захватов.

Схемы действия сил на лапчатый захват представлены на рисунке 1.4.

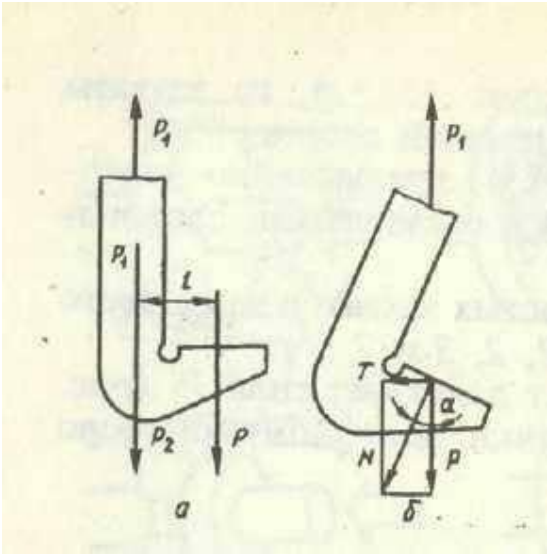


Рисунок 1.4 − Схемы действия сил на лапчатый захват: а и б − варианты

Перенеся силу P_1 в центр тяжести сечения тяги, получим силу P_2, которая будет растягивать захват, и две силы P_1 и P с моментом P_l, изгибающим конец захвата. При этом $P_1 = P$ и $P_1 = P_2$.

Захваты съемника, как видно из приведенной схемы, работают в условиях сложного сопротивления, растяжения и изгиба, т. е. в условиях эксцентричного растяжения, поэтому изготовлять их необходимо с большим запасом прочности, с тем, чтобы исключить деформацию в работе. В качестве материала для захватов применяют низколегированную сталь.

В том случае, если захват по отношению к спрессовываемой детали будет поставлен под некоторым углом (рисунок 1.4 б), помимо указанных выше сил возникает усилие T, способствующее во время спрессовывания срыву концов захватов с деталей: $P = N \cdot \cos\alpha$, $T = N \cdot \sin\alpha$.

Для того чтобы съемник работал нормально, захваты по отношению к спрессовываемой детали должны устанавливаться так, как это показано на

рисунке 1.5 а. Неправильное расположение захватов изображено на рисунке 1.5 б.

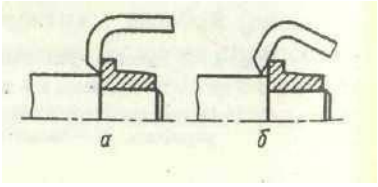


Рисунок 1.5 − Схемы соединения захватов со снимаемой деталью:
а − правильно; б − неправильно

Когда спрессовываемую деталь захватить лапчатым захватом неудобно, а в детали есть отверстия, можно применять захваты-тяги. В этом случае при установке съемника на деталь в отверстия детали нужно пропустить захват-тягу 5 (см. рисунок 1.3) и в ее отверстие вставить чеку.

Несколько иную конструкцию имеет захват 4. На ее нижнем конце сделана выточка, эксцентрично расположенная по отношению к оси тяги. Чтобы зацепить таким захватом деталь, подлежащую спрессовке, нужно вначале вставить тягу в отверстие детали, а затем повернуть тягу так, чтобы кромка детали вошла в выточку, и закрепить тягу в корпусе съемника.

Для снятия деталей с резьбой в отверстиях можно применять захваты-тяги 6 и 8, выполненные в виде винтов.

Однотипные детали спрессовывают захватами, показанными на рисунке под номерами 9 и 10.

Снимать звездочки цепных передач удобно с помощью захвата-вилки 11, которую нужно вставить в специальные отверстия корпуса съемника,когда корпус будет надет на звездочку.

Простые составные захваты. К таким захватам относятся; раздвижной лапчатый (рисунок 1.6 а); захват с шайбой (рисунок 1.6 б), надеваемой на шпильку, ввинченную в спрессовываемую деталь; неподвижные (жестко соединены с корпусом). Последние состоят из двух

половинок (рисунок 1.6 в и г), охватывающих снимаемую деталь. После постановки этих захватов на место половинки фиксируются кольцом 2 или вилкой 4.

В съемниках применены сменные захваты 5, 6 и 7 (рисунок 1.6 д), которые по мере надобности могут вставляться в стойки 9 или удлинитель 8, если он при необходимости соединен со стойкой пальцем.

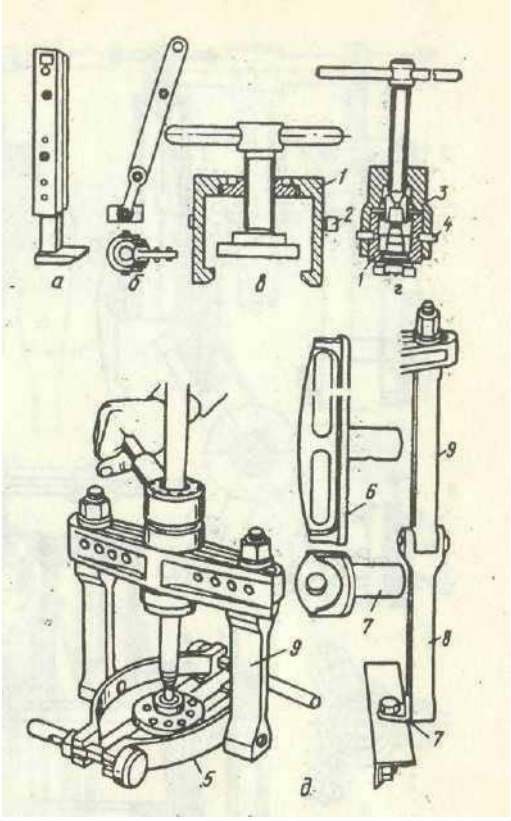


Рисунок 1.6 − Простые составные захваты: а − раздвижной лапчатый; б − захват с шайбой; в и г − составные неподвижные; д − со сменными захватами; 1 − захват; 2 − кольцо; 3 − корпус; 4 − вилка; 5 − 7 − сменные захваты; 8 − удлинитель; 9 − стойка

Сложные захваты. Чтобы устранить срывы лапчатых захватов с деталей во время спрессовки, надо использовать различные приспособления. У одних захваты соединены с корпусом системой тяг так, что чем больше сила распрессовки, тем сильнее захват прижимается к снимаемой детали.

Спрессовывать детали, удерживаемые за цилиндрическую боковую поверхность, можно захватами, которые прижимаются к детали конусом.

Основы расчета технологического усилия при сборке и разборке соединений с натягом

В соединениях деталей, находящихся в сборочных единицах автомобилей, часто применяют посадки с натягом, например для установки всевозможных втулок, пальцев, шестерен, венцов шестерен и др.

Рассмотрим методику расчета технологического усилия при сборке (разборке) прессовых соединений и крутящего момента при сборке (разборке) резьбовых соединений.

Усилие запрессовки. На усилие запрессовки влияют материал, из которого сделаны детали, наличие смазки на их поверхностях, чистота обработки соединяемых деталей, размер конуса концевой части запрессовываемого вала и т. д.

Технологическое усилие запрессовки при сборке цилиндрических соединений с натягом без применения нагрева и охлаждения определяется по формуле:

$$Pзап = fm \cdot p \cdot \pi \cdot d \cdot l \text{ ,}$$

(1.1)

где $Pзап$ − наибольшее усилие запрессовки, Н;

fm − коэффициент трения при запрессовке;

p − удельное давление на контактной поверхности, Па;

d − номинальный диаметр прессового соединения, м;

l − длина запрессовки, м.

Коэффициент трения при запрессовке fm зависит от материала де- талей, шероховатости сопрягаемых поверхностей, наличия смазки, удельного давления на контактной поверхности и других факторов.

При запрессовывании со смазкой коэффициент трения fm принимают равным: сталь по стали − 0,06 − 0,22; сталь по чугуну − 0,07 − 0,13; сталь − бронза, латунь − 0,05 − 0,10; сталь по алюминиевому сплаву − 0,02−0,06; сталь по пластмассе − 0,54.

Удельное давление на контактной поверхности рассчитывают по формуле:

$$p = \delta \cdot 10^{-6} / d\,(C_1 / E_1 + C_2 / E_2)\,, \qquad (1.2)$$

где p – удельное давление, Па;

δ – расчетный натяг, мкм;

d – номинальный диаметр сопряжения, м;

C_1 и C_2 – безразмерные коэффициенты;

E_1 – модуль упругости материала охватываемой детали, Па;

E_2 – модуль упругости материала охватывающей детали, Па;

Безразмерный коэффициент C_1 определяется по формуле:

$$C_1 = [1 + (d_0 / d)^2]/[1 - (d_0 / d)^2] - \mu_1 . \qquad (1.3)$$

Безразмерный коэффициент C_2 определяется по формуле:

$$C_2 = [1 + (d / D)^2]/[1 - (d / D)^2] + \mu_2 , \qquad (1.4)$$

где d_0 – диаметр отверстия в охватываемой детали (вале), м.

Если охватываемая деталь сплошная, то $d_0 = 0$.

D – наружный диаметр охватывающей детали, м. Если охватывающая деталь корпусная, то $d / D = 0$.

μ_1 и μ_2 – коэффициент Пуассона для охватываемой и охватывающей детали соответственно (для стали – 0,3;для чугуна – 0,25 и для бронзы –0,33).

Величина модулей для различных материалов сопрягаемых деталей приведена в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Значения модулей для различных материалов

Материал детали	Величина модуля упругости, Па
Сталь	$2{,}1 \cdot 10^{11}$
Чугун	$1{,}0 \cdot 10^{11}$
Алюминиевый сплав	$0{,}7 \cdot 10^{11}$
Бронза	$0{,}9 \cdot 10^{11}$

Усилие распрессовки. Во время работы машин в их неподвижных соединениях происходят процессы (окисление металла, старение масла и т. д.), которые в значительной степени затрудняют последующее ихразъединение.

Установлено, что усилие, необходимое для выпрессовки деталей, значительно больше усилия запрессовки этих же деталей. Поэтому при расчетах усилий распрессовки их следует брать больше, чем усилия запрессовки, на 25...30 %.

Наибольшее усилие выпрессовки определяется по аналогичной формуле:

$$Рвып = fв \cdot p \cdot \pi \cdot d \cdot l \,, \tag{1.5}$$

где $fв$ – коэффициент трения при выпрессовке, принимаем больше коэффициента трения при запрессовке. Отсюда имеем:

$$Рвып = к \cdot Рзап \,, \tag{1.6}$$

где κ – коэффициент увеличения усилия, для охватывающей детали из стали κ = 1,15; чугуна – 1,2 – 1,3; алюминиевого сплава – 2 – 3.

Основным оборудованием для разборки и сборки посадок с натягом служат прессы и разного рода приспособления, которые носят название съемников. Их применение обеспечивает высокое качество работы, сохраняет снимаемые детали. Кроме того, использование съемников с механизированным приводом повышает производительность труда по сравнению с ручным.

Схема прессового соединения представлена на рисунке 1.7.

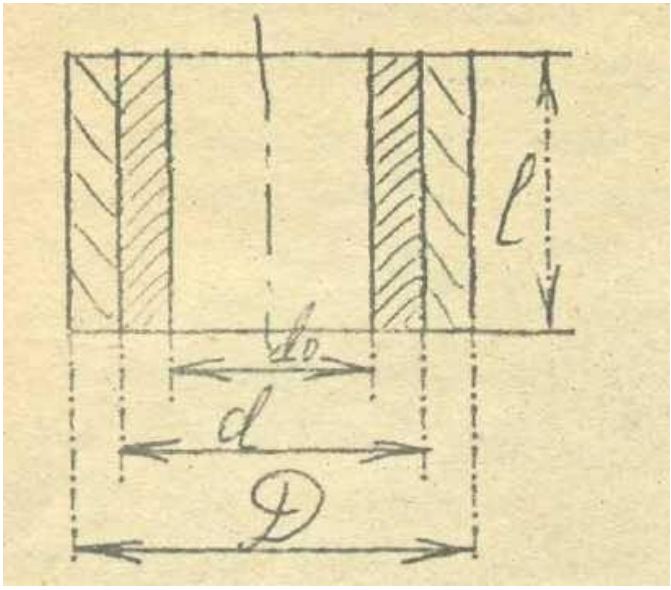


Рисунок 1.7 – Схема прессового соединения:

d_0 – внутренний диаметр охватываемой детали, мм. Для сплошной детали d_0 =0; d – номинальный диаметр прессового соединения, мм;

l – длина запрессовки, мм; D – наружный диаметр охватывающей детали, мм. Если деталь корпусная, то d / D = 0.

1.3 Аппаратура и материалы

При выполнении лабораторной работы 1 требуется следующее материальное обеспечение:

1) комплект съемников для выпрессовки деталей;

2) штангенциркуль;

3) набор слесарного инструмента;

4) калькулятор.

1.4 Указания по технике безопасности

При выполнении лабораторной работы 1 обязательным является выполнение следующих мер безопасности:

1) запрещается прикасаться к вращающимся деталям двигателей;

2) включение приборов электрического освещения и электропитания производить только с разрешения ведущего преподавателя или учебного мастера;

3) работу выполнять только в присутствии преподавателя или учебного мастера.

Каждое рабочее место должно быть оснащено исправным технологическим оборудованием, инструментом и принадлежностями; технологическими картами и инструкциями; описью поста и краткой инструкцией по технике безопасности, противопожарными средствами и правилами их применения.

На рабочих местах запрещено: работать учащимся, не прошедшим инструктаж; пользоваться открытым огнем; включать приборы и установки без разрешения преподавателя; хранить горюче-смазочные материалы; включать двигатели и приборы, минуя заводские выключатели; пользоваться неисправным инструментом, заводными рукоятками.

Все рабочие места и вентиляторы двигателей должны иметь индивидуальные металлические ограждения и трафареты с надписями «Двигатель не пускать».

Электропровода должны иметь надежную изоляцию. На клеммах и розетках необходимо указать напряжение.

Не допускаются к лабораторным работам приборы с неотрегулированным рабочим давлением воздуха или нарушением герметичности в их соединениях.

1.5 Методика и порядок выполнения работы

Лабораторную работу рекомендуется выполнять в следующей последовательности:

1) изучить устройство приспособлений для разборки и сборки прессовых соединений;

2) измерить диаметр и длину прессового соединения;

3) выполнить расчет технологического усилия запрессовки и выпрессовки деталей;

4) сравнить расчетные величины с техническими показателями съемников;

5) дать краткое описание и выполнить расчет на основании исходных данных, выбранных из таблицы 1.2 в соответствии с индивидуальным вариантом студента.

Таблица 1.2 – Исходные данные и варианты расчетов

№ вариан-та	Диаметр детали и посадка	Длина, мм	Охватываемая деталь		Охватывающая деталь	
			d_0, мм	материал	D, мм	материал
1	50H7/p6	65	30	чугун	110	алюм. сплав
2	125H7/r6	200	80	чугун	корп.	чугун
3	100H8/u8	40	0	сталь	124	сталь
4	35H6/s5	160	0	чугун	50	сталь
5	85H7/r5	90	30	бронза	корп.	чугун
6	70H7/u7	75	0	бронза	80	сталь
7	80H7/p6	65	30	чугун	110	сталь
8	45H7/r6	200	20	чугун	корп.	чугун
9	65H8/u8	40	0	сталь	124	сталь
10	75H6/s5	160	0	чугун	50	чугун
11	120H7/ s6	90	30	бронза	корп.	сталь
12	40H7/u7	75	0	бронза	80	чугун
13	50H7/s6	65	30	чугун	110	алюм. сплав
14	125H7/s5	200	80	чугун	корп.	чугун
15	100H8/s6	40	0	сталь	124	сталь
16	35H6/p6	160	0	чугун	50	сталь
17	85H7/p6	90	30	бронза	корп.	чугун
18	70H7/u8	75	0	бронза	80	сталь
19	50H7/u8	65	30	чугун	110	алюм. сплав
20	125H7/r6	200	80	чугун	корп.	чугун
21	100H8/p6	40	0	сталь	124	сталь
22	35H6/p6	160	0	чугун	50	сталь
23	85H7/s6	90	30	бронза	корп.	чугун
24	70H7/s6	75	0	бронза	80	сталь

1.6 Содержание отчета и его форма

Отчет по лабораторной работе выполняется каждым студентом самостоятельно и должен содержать следующее:

1. Название лабораторной работы.
2. Цель работы.
3. Техническую характеристику, описание назначения, устройства и принципа действия приспособлений для выпрессовки деталей.
4. Технологический расчет усилия запрессовки и выпрессовки деталей, выполненный на основании исходных данных, выбранных из таблицы 1.2 в соответствии с индивидуальным вариантом студента.
5. Дату выполнения и подпись студента.

Отчет оформляется в тетради для лабораторных работ по дисциплине «Техническая оснастка для ремонта и обслуживания автомобилей» или в виде отдельного документа, выполненного на листах формата А4.

1.7 ВОПРОСЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ РАБОТЫ

Для оценки уровня усвоения материала лабораторной работы рекомендуется следующий перечень контрольных вопросов:

1. Назовите основные части съемника.
2. Перечислите способы приложения усилия выпрессовки к деталям различной формы.
3. Дайте классификацию применяемых захватов.
4. Как определить технологическое усилие при запрессовке детали?
5. Как определить технологическое усилие при выпрессовке детали?
6. Как рассчитать удельное давление на контактной поверхности?

Отчет по лабораторной работе представляется студентом к защите на следующем после проведения лабораторной работы занятии. Защита отчета

осуществляется после предварительной проверки и допуска к защите на занятии.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2

Изучение устройства и методики расчета технологической оснастки с пневматическим приводом

2.1 Цель работы

Целью выполнения данной лабораторной работы является следующее:

1) приобретение студентами знаний устройства и принципа работы технологической оснастки с пневматическим приводом;

2) определение основных параметров пневматического привода технологической оснастки.

2.2 Теоретическое обоснование

Типовая пневматическая схема подключения к сети пневмоцилиндра двустороннего действия приведена на рисунке 2.1 и в [2].

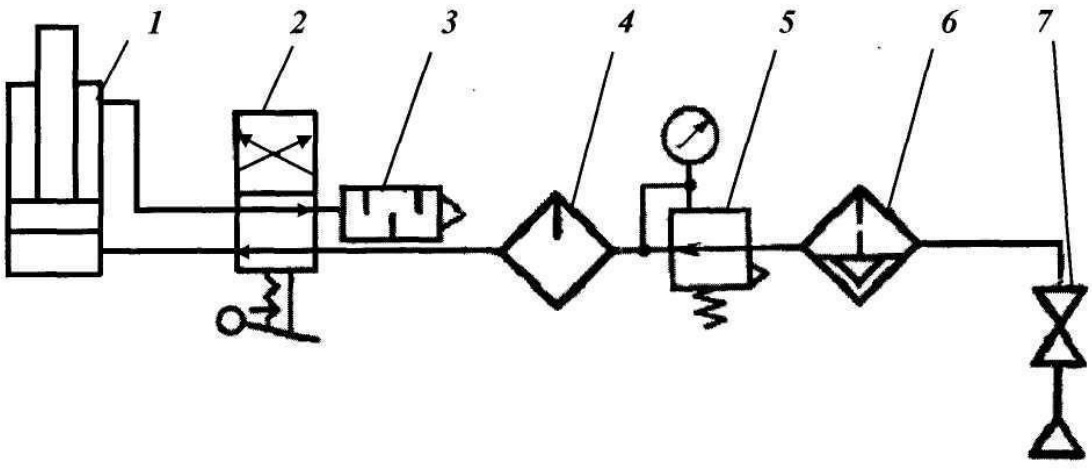


Рисунок 2.1 − Типовая пневматическая схема подключения к сети пневмоцилиндра двустороннего действия: 1 − пневмоцилиндр; 2 − кран управления двухпозиционный четырехлинейный; 3 − пневмоглушитель; 4 − маслораспылитель; 5 − регулятор давления пневматический с манометром; 6 − фильтр- водоотделитель; 7 − вентиль запорный

Расчет и подбор пневмоцилиндра рекомендуется выполнять в следующей последовательности.

1. Определяем расчетный диаметр пневмоцилиндра по требуемой технологической силе на штоке и ее направлению P_T.

$$D_P = k\sqrt{\frac{P_T}{p \cdot \eta}} \quad , \tag{2.1}$$

где D_P − расчетный диаметр пневмоцилиндра, мм;

k − коэффициент, учитывающий направление силы на штоке, для толкающей силы P_{T1} на штоке цилиндра коэффициент k = 1,13, а для тянущей силы P_{T2} на штоке цилиндра коэффициент k = 1,165;

P_T − требуемая технологическая сила на штоке (зажима детали, запрессовки, распрессовки и т. п.), Н;

p − давление сжатого воздуха в сети. МПа, обычно p = 0,4…0,6 МПа;

η − КПД пневмоцилиндра, η = 0,85.

Расчетный диаметр округляем по таблице 2.1 до ближайшего большего стандартного размера D.

Таблица 2.1 − Параметры пневматических цилиндров по ГОСТ 15608-70 [2]

Параметры	Диаметр цилиндра, мм							
	32	50	80	100	125	160	200	250
Диаметр штока, мм	10	16	25	25	32	40	50	63
Ходштока, мм	10… 320	10… 500	10… 100; 180… 800	10… 1000	10… 1250	10… 1600	10… 2000	10… 2500

Сокращенные ряды хода штока L, мм: 4; 6; 8; 10; 12; 16; 20; 25; 32; 40; 50; (56); 63; (70); 80; 100; (110); 125; (140); 160; (180); 200; (220); 250; (280); 320 и т. д.

Пневмоцилиндры двустороннего действия обычно применяются в тех случаях, когда при зажиме и разжиме детали в приспособлении требуется большой рабочий ход штока и большая сила.

2. Определяем действующую силу на штоке пневмоцилиндра при рабочем ходе.

На рисунке 2.2 приведена расчетная схема сил на штоке пневмоцилиндра двустороннего действия в двух позициях: «Обратный ход» и «Прямой ход».

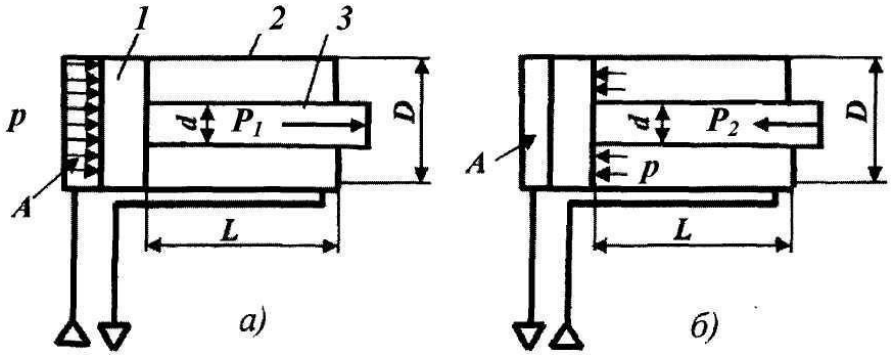


Рисунок 2.2 − К расчету силы на штоке пневмоцилиндра двустороннего действия в положениях рукоятки крана управления: (а) − «Прямой ход» и (б) − «Обратный ход»

При установке рукоятки крана управления 1 в положение «Прямойход» (рисунок 2 б) сжатый воздух поступает в полость А пневмоцилиндра и происходит прямой ход штока 4. При этом осуществляется зажим детали или сборочной единицы в технологической оснастке. Воздух из штоковой полости гильзы 3 выталкивается в атмосферу через выхлопное отверстие.

Толкающую силу на штоке можно определить по формуле:

$$P_1 = 0,785 \cdot D^2 \cdot p \cdot \eta \,, \qquad (2.2)$$

где P_1 − толкающая сила на штоке, Н.

D − внутренний диаметр пневмоцилиндра, мм;

p − давление сжатого воздуха в сети, обычно p = 0,4…0,6·МПа;

η − КПД цилиндра, можно принять η = 0,85…0,90.

При переключении крана управления в положение «Обратный ход» (рисунок 2.2б) сжатый воздух поступает в штоковую полость гильзы 3. Под его действием поршень 2 и шток 4 перемещаются влево с тянущей силой P_2. При этом происходит разжим детали или сборочной единицы, а поршень занимает крайнее левое положение. Воздух из полости А выходит в атмосферу через выхлопное отверстие крана управления (рисунок 2.1).

Тянущую силу P_2 на штоке можно определить по формуле:

$$P_2 = 0,785 \cdot (D^2 - d^2) \cdot p \cdot \eta , \qquad (2.3)$$

где P_2 − тянущая сила на штоке, Н;

d − диаметр штока, мм.

Проверяется правильность выбора пневмоцилиндра. Необходимо, чтобы сила, развиваемая на штоке при рабочем ходе, была не менее требуемой технологической силы: $P_1 \geq P_T$ или $P_2 \geq P_T$.

Пневмоцилиндры на давление до 1 МПа по ГОСТ 15608-70 изготовляют следующих исполнений:

по способу торможения: 1 − без торможения; 2 − с торможением;

по виду крепления (рисунок 2.3): 0 − на удлиненных стяжках, как указано на рисунке 2.3 а; 1 − на лапах (б); 2 − на переднем фланце (в); 3 − на заднем фланце (г); 4 − на проушине (д); 5 − на цапфах (е);

по выполнению конца штока: 1 − с наружной резьбой; 2 − с внутренней резьбой;

по присоединительной резьбе для подвода воздуха: 1 − с метрической

резьбой; 2 − с конической резьбой.

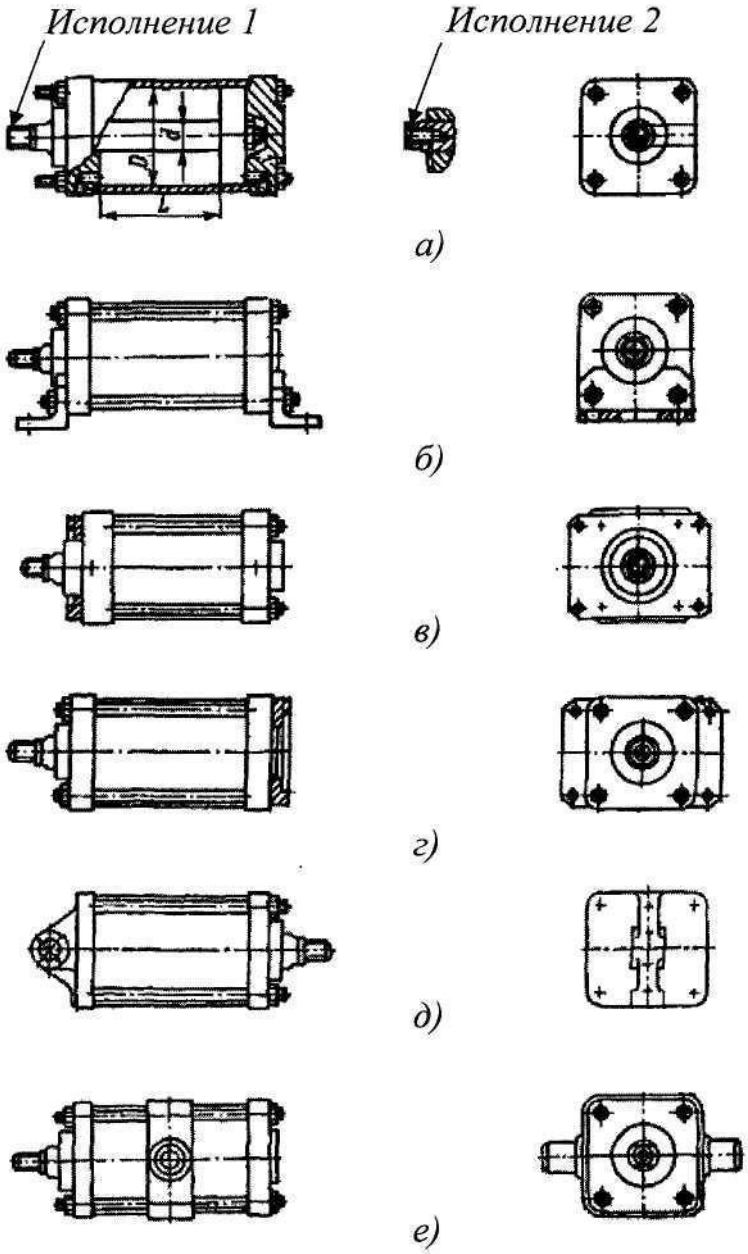


Рисунок 2.3 − Виды крепления пневмоцилиндров : а) − на удлиненных стяжках ; б) − на лапах; в) − на переднем фланце; г) − на заднем фланце; д) − на проушине; е) − на цапфах

3. Расчет условного диаметра и подбор воздухопровода

Условный (внутренний) диаметр воздухопровода определяют исходя из требуемого времени срабатывания привода:

$$d_o = \sqrt{\frac{D^2 \cdot L}{t_c \cdot \upsilon_в}} \ , \qquad (2.4)$$

где d_0 − внутренний диаметр воздухопровода, см;

D и L − диаметр цилиндра и длина хода поршня, см;

t_c − время срабатывания пневмопривода, обычно составляет 0,5...2,5 с;

$\upsilon_в$ − скорость протекания воздуха в воздухопроводе в см/с, которая принимается равной 170...250 см/с.

Для подвода сжатого воздуха к пневмоприводам рекомендуется применять латунные (ГОСТ 494-76) и медные (ГОСТ 617-72) трубки с наружным диаметром 8, 10 и 12 мм и с толщиной стенки 1 мм.

Сортамент и примеры обозначений трубок приведены в [2]. Например, труба тянутая, холоднокатаная (Д), круглая (КР), нормальной точности (Н), полутвердая (П), наружным диаметром 12 мм и толщиной стенки 1 мм, кратной длины (КД) из латуни Л 63 обозначается в конструкторской документации: «Труба Д КР Н П 12х1 КД 1500 Л 63 ГОСТ 494-76».

4. Часовой расход сжатого воздуха

Расход сжатого воздуха W в $м^3$ за час работы пневмопривода с цилиндром двустороннего действия определяется по формуле:

$$W = 0{,}785 \cdot (2\,D^2 - d)^2 \cdot L \cdot n \ , \qquad (2.5)$$

где D − рабочий диаметр цилиндра, м;

d − диаметр штока цилиндра, м;

L − длина рабочего хода штока, м;

$n = 10$ − число рабочих ходов поршня в час, условно принимаем $n = 10$.

Пример. Составить расчетную схему, выполнить расчет и подобрать для приспособления пневмоцилиндр двойного действия с толкающей технологической силой на штоке P_{T1} = 5000 Н и ходом штока L = 150 мм; рассчитать условный диаметр и подобрать воздухопровод; определитьчасовой расход сжатого воздуха.

Решение. 1. Определим расчетный диаметр пневмоцилиндра по толкающей технологической силе P_T:

$$D = 1{,}13\sqrt{\frac{P_{T1}}{p \cdot \eta}} = 1{,}13 \cdot \sqrt{\frac{5000}{0{,}5 \cdot 0{,}85}} = 122{,}6 \text{ мм},$$

где P_{T1}. − толкающая технологическая сила (зажима, выпрессовки или запрессовки детали), по заданию P_T = 5000 Н;

p − давление сжатого воздуха в сети. МПа, принимаем p = 0,5 МПа;

η − КПД пневмоцилиндра, принимаем η = 0,85.

Расчетный диаметр цилиндра округляем до стандартного размера D = 125мм.

2. Определим действительную толкающую силу на штоке цилиндра.

По формуле 2.2 определяем толкающую силу на штоке

$$P = 0{,}785 \cdot D^2 \cdot p \cdot \eta = 0{,}785 \cdot 125^2 \cdot 0{,}5 \cdot 0{,}85 = 5213 \text{ Н},$$

где D − принятый стандартный диаметр цилиндра, D = 125 мм;

η − КПД пневмоцилиндра, принимаем η = 0,85.

Так как $P_1 > P_{T1}$, то сила P_1 достаточная для зажима детали.

Принимаем по справочнику [2] стандартный пневмоцилиндр без торможения 1, на удлиненных стяжках 0, с наружной резьбой на конце

штока 1, с метрической присоединительной резьбой 1, диаметром D = 125 мм и длиной хода L = 160 мм:

Пневмоцилиндр 1011 − 125 х 160 ГОСТ 15608 − 70.

3. Рассчитаем условный диаметр воздухопровода.

Определим по формуле 2.4 внутренний диаметр воздухопровода

$$d_{\text{в}} = \sqrt{\frac{\overline{D \cdot L}}{t_{\text{с}} \cdot U_{\text{в}}}} = \sqrt{\frac{12{,}5^2 \cdot 16{,}0}{2{,}0 \cdot 2000}} = 0{,}79\text{см},$$

где D − диаметр цилиндра, D = 12,5 см;

L − длина хода поршня, L = 16 см;

$t_{\text{с}}$ − время срабатывания пневмопривода, обычно оно равно 0,5...2,5 с, принимаем $t_{\text{с}}$ = 2,0 с;

$\upsilon_{\text{в}}$ − скорость протекания сжатого воздуха в воздухопроводе в см/с, принимаем $U_{\text{в}}$ = 2000 см/с.

Принимаем $d_{\text{в}}$ = 8 мм. Для нашего примера подходит труба из меди М3, тянутая, мягкая (М), с наружным диаметром 10 мм и толщиной стенки 1 мм, немерной длины, которая обозначается: «Труба М3 М 10х1 ГОСТ 617–72». Внутренний диаметр ее составляет 8 мм.

4. Часовой расход сжатого воздуха пневмоцилиндром

$$W = 0{,}785 \cdot (2D^2 - d^2) \cdot L \cdot n = 0{,}785 \cdot (2 \cdot 0{,}125^2 - 0{,}032^2) \cdot 0{,}16 \cdot 10 = 0{,}038 \text{ м}^3/\text{ч},$$

где D − рабочий диаметр цилиндра, D = 0,125 м;

d − диаметр штока цилиндра, d = 0,032 м;

L − длина рабочего хода штока, L = 0,16 м;

n − число рабочих ходов поршня в час, условно принимаем n =10 .

2.1 Аппаратура и материалы

При выполнении лабораторной работы 2 требуется следующее материальное обеспечение:

1) комплект пневматических съемников и приспособлений для выпрессовки деталей;

2) штангенциркуль;

3) набор слесарного инструмента;

4) калькулятор.

2.4 Указания по технике безопасности

При выполнении лабораторной работы 2 обязательным является выполнение следующих мер безопасности:

1) запрещается прикасаться к вращающимся деталям двигателей;

2) включение приборов электрического освещения и электропитания производить только с разрешения ведущего преподавателя или учебного мастера;

3) работу выполнять только в присутствии преподавателя или учебного мастера.

Каждое рабочее место должно быть оснащено исправным технологическим оборудованием, инструментом и принадлежностями; технологическими картами и инструкциями; описью поста и краткой инструкцией по технике безопасности, противопожарными средствами и правилами их применения.

На рабочих местах запрещено: работать учащимся, не прошедшим инструктаж; пользоваться открытым огнем; включать приборы и установки без разрешения преподавателя; хранить горюче-смазочные материалы; включать двигатели и приборы, минуя заводские выключатели; пользоваться неисправным инструментом, заводными рукоятками.

Все рабочие места и вентиляторы двигателей должны иметь индивидуальные металлические ограждения и трафареты с надписями «Двигатель не пускать».

Электропровода должны иметь надежную изоляцию. На клеммах и розетках необходимо указать напряжение.

Не допускаются к лабораторным работам приборы с неотрегулированным рабочим давлением воздуха или нарушением герметичности в их соединениях.

2.5 Методика и порядок выполнения работы

Лабораторную работу рекомендуется выполнять в следующей последовательности:

1) изучить устройство пневматических приспособлений для разборки и сборки прессовых соединений;

2) измерить диаметр и длину хода поршня пневматического цилиндра приспособления;

3) выполнить расчет пневматического привода согласно предлагаемой методике;

4) сравнить расчетные величины с реальными значениями пневматического привода;

5) дать краткое описание и выполнить расчет на основании исходных данных, выбранных из таблицы 2.2 в соответствии с индивидуальным вариантом студента.

Таблица 2.2 – Исходные данные и варианты расчетов

Вариант	1	2	3	4	5	6
P_{T1}, кН	1,2	3,6	5,5	8,0	9,0	1,2
L, мм	320	70	70	63	120	120
Вариант	7	8	9	10	11	12
P_{T2}, кН	2,45	3,7	5,6	10,0	16,0	23,0
L, мм	63	80	100	95	110	175
Вариант	13	14	15	16	17	18
P_{T1}, кН	20,5	15,0	7,5	5,1	3,2	2,0

Продолжение таблицы 2.2

L, мм	200	220	250	280	320	130
Вариант	19	20	21	22	23	24
P_{T2}, кН	21,2	9,9	5,5	4,9	2,4	1,4
L, мм	76	90	90	100	125	125
Вариант	25	26	27	28	29	30
P_{T1}, кН	5,9	2,5	3,10	4,8	4,9	5,0
L, мм	80	63	110	118	120	150

Примечание. P_{T1} − толкающая сила; L − ход штока; P_{T2} − тянущая сила.

2.6 Содержание отчета и его форма

Отчет по лабораторной работе выполняется каждым студентом самостоятельно и должен содержать следующее:

1. Название лабораторной работы.

2. Цель работы.

3. Техническую характеристику, описание назначения, устройства и принципа действия пневматических приспособлений для выпрессовки деталей.

4. Технологический расчет основных параметров пневматических приводов и устройств, выполненные на основании исходных данных, выбранных из таблицы 2.2 в соответствии с индивидуальным вариантом студента.

5. Дату выполнения и подпись студента.

Отчет оформляется в тетради для лабораторных работ по дисциплине «Техническая оснастка для ремонта и обслуживания автомобилей» или в виде отдельного документа, выполненного на листах формата А4.

2.7 Вопросы для защиты работы

Для оценки уровня усвоения материала лабораторной работы рекомендуется следующий перечень контрольных вопросов:

1. Назовите основные части съемника.

2. Перечислите способы приложения усилия выпрессовки к деталям различной формы.

3. Дайте классификацию применяемых захватов.

4. Как определить технологическое усилие при запрессовке детали?

5. Как определить технологическое усилие при выпрессовке детали?

6. Как рассчитать удельное давление на контактной поверхности?

Отчет по лабораторной работе представляется студентом к защите на следующем после проведения лабораторной работы занятии. Защита отчета осуществляется после предварительной проверки и допуска к защите на занятии.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3

Изучение устройства и методики расчета технологической оснастки с электрогидравлическим приводом

3.1 Цель работы

Целью выполнения данной лабораторной работы является следующее:

1) приобретение студентами знаний устройства и принципа работы технологической оснастки с электрогидравлическим приводом;

2) определение основных параметров электрогидравлического привода технологической оснастки.

3.2 Теоретическое обоснование

Электрогидравлический привод технологической оснастки представляет собой установку (рисунок 3.1), состоящую из насосной станции I, гидрораспределителя 5, гидроцилиндра 6 двустороннего действия и соединительных маслопроводов 7.

Насосная станция создает поток рабочей жидкости (масла) высокого давления для привода в движение штока гидроцилиндра и создания на нем необходимого усилия. Насосная станция выполнена в виде отдельного агрегата и включает в себя: гидробак 1 открытого типа, гидронасос 2 с приводом от электродвигателя М, фильтр 3 и предохранительный клапан 4, ограничивающий максимальное давление в напорной магистрали.

Гидрораспределитель 5 управляет реверсом гидроцилиндра 6.

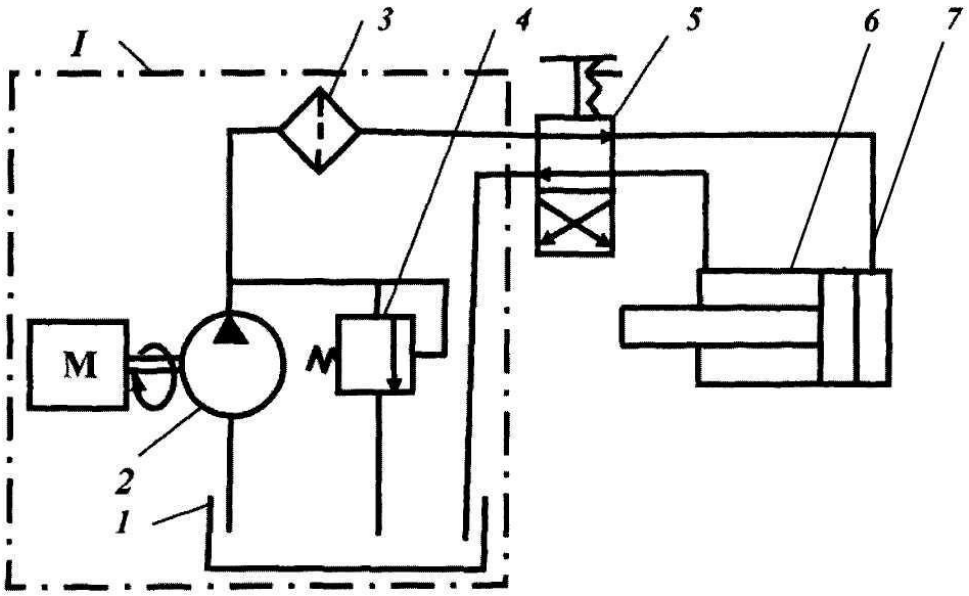


Рисунок 3.1 − Принципиальная схема электрогидравлического привода технологической оснастки с применением гидроцилиндра двустороннего действия

Гидроцилиндр 6 является самостоятельным узлом гидропривода, он предназначен для передачи толкающего или тянущего усилия зажимным устройствам технологической оснастки. Основными деталями гидроцилиндра двустороннего действия (рисунок 3.2 а) являются: корпус 2, крышка 4 в сборе с уплотнительными деталями, поршень 1 в сборе со штоком 3.

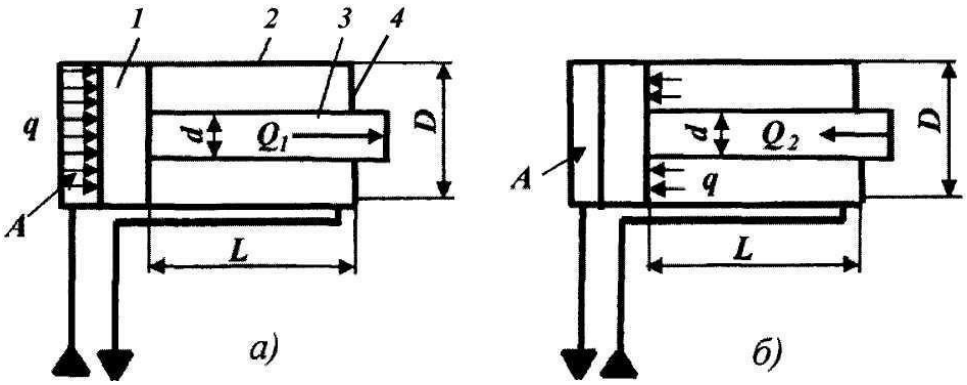


Рисунок 3.2 − Схема к расчету сил на штоке гидроцилиндра двухстороннего действия в двух позициях: а) − «Прямой ход» и б) − «Обратный ход»

Корпус и крышка соединяются на резьбе. Поршень и крышка в сборе имеют резиновые уплотнения для обеспечения герметичности с сопрягаемыми деталями.

При прямом ходе (рисунок 3.2 а) масло под давлением подается в бесштоковую полость, поршень перемещается вправо и на штоке создается толкающая сила Q_1.

При подаче масла под давлением в штоковую полость (как показано на рисунке 3.2б) поршень перемещается влево (в исходное положение), а на штоке возникает тянущая сила Q_2.

Электрогидравлический привод технологической оснастки применяется в тех случаях, когда необходимо создавать значительные технологические усилия на исполнительном механизме при малых размерах привода.

Расчет конструктивных параметров гидроцилиндра рекомендуется выполнять в следующей последовательности.

1. Определим расчетный диаметр гидроцилиндра

$$D_P = k\sqrt{\frac{P_T}{q \cdot \eta}}\ , \qquad (3.1)$$

где $D_Р$ − расчетный диаметр гидроцилиндра, мм;

$P_Т$ − технологическая сила (зажима детали, запрессовки, распрессовки, клепки и т. п.), Н;

q − давление масла в рабочей полости цилиндра, МПа;

η − КПД цилиндра, можно принять η = 0,9…0,95;

k − коэффициент, учитывающий направление силы, действующей на шток, и соотношение диаметра штока и внутреннего диаметра цилиндра.

Для толкающей силы $P_{Т1}$ коэффициент k = 1,13.

Для тянущей силы $P_{Т2}$ принимается коэффициент k = 1,31 при соотношении диаметра штока d и внутреннего диаметра D цилиндра $k_Ш = d/D$ = 0,5 и при рабочем давлении масла в штоковой полости цилиндра q = 6,3 ... 10 МПа. При рабочем давлении q ≥12 МПа и $k_Ш = d/D$ = 0,75 для тянущей силы $P_{Т2}$ принимается коэффициент k = 1,71.

Рабочее давление гидропривода принимается: для лопастных насосов Г12 [1] q = 6,3 МПа и для шестеренчатых насосов типа НШ q =10 МПа.

Характеристики лопастных гидронасосов типа Г12 повышенной долговечности, применяемых в станкостроении для гидрофицированных станков, приведены в таблице 3.1.

Шестеренчатые гидронасосы НШ-10, НШ-32, НШ-46 и др. широко используются в автостроении и в сельскохозяйственном машиностроении и могут быть использованы в гидроприводе технологической оснастки.

В маркировке шестеренчатых насосов числа 10, 32 и 46 обозначают производительность насоса в л/мин.

Таблица 3.1 − Характеристики лопастных гидронасосов типа Г12[1]

Тип насоса	Производи-тельность, л/мин	Рабочее давление, МПа	Частота вращения вала, $мин^{-1}$
Г12-31А	5	6,3	960
Г12-31	8	6,3	960
Г12-32А	12	6,3	960
Г12-32	18	6,3	960
Г12-33А	25	6,3	960
Г12-33	32	6,3	960

Конструкция и основные размеры гидроцилиндров для станочных приспособлений с номинальным давлением 10 МПа стандартизованы [2], [3]: ГОСТ 19897–74 и ГОСТ 19898–74 на гидроцилиндры одностороннего действия со сплошным и полым штоком; ГОСТ 19899–74 на гидроцилиндры двустороннего действия и ГОСТ 19900–74 на укороченные гидроцилиндры двустороннего действия. В таблице 3.2 приведены основные параметры гидроцилиндров двустороннего действия, выпускаемых по нормали машиностроения МН 2255–-61.

В сельскохозяйственном машиностроении выпускаются по ГОСТ 8755–71 гидроцилиндры на номинальное давление 10 МПа с внутренними диаметрами 55, 75. 90, 100 мм и с регулируемым ходом поршня от 40 до 200 мм. Штоки имеют диаметр 30 мм у гидроцилиндров с внутренними диаметрами 55, 75 и 90 мм и диаметр 40 мм у гидроцилиндра с диаметром 100 мм.

Условное обозначение гидроцилиндра исполнения 1 (на рабочее давление 10 МПа) с внутренним диаметром 100 мм: Ц 100-1 ГОСТ 8755–71.

Полученное значение расчетного диаметра цилиндра округляем по таблице 3.2 до ближайшего большего значения *D*.

Таблица 3.2 − Основные параметры гидроцилиндров двустороннего действия с рабочим давлением до 10 МПа в миллиметрах [2]

Диаметр цилиндра	Диаметр штока	Диаметр резьбы на конце штока	Ход штока*
40 50 60 70	20 25 30 35	М14х1,5 М20х1,5 М25х1,5 М30х1,5	60…400 100…500 125…630 160…700
* В указанных пределах брать из ряда: 80; 100; 125; 160; 200; 250; 320; 500; 600; 630; 700			
80 90 100 110 125	40 40 50 50 60	М36х1,5 М36х1,5 М42х1,5 М42х1,5 М42х1,5	160…800 200…900 200…1000 250…1100 250…1250
* В указанных пределах брать из ряда: 160; 200; 250; 320; 400; 500; 630; 800; 900; 1000; 1100; 1250			

2. Диаметр штока цилиндра

$$d = k_{ш} \cdot D\,, \tag{3.2}$$

где d − диаметр штока, мм;

$k_{Ш}$ − коэффициент, принимаемый в зависимости от величины рабочего давления в цилиндре: $k_{Ш}$ = 0,33…0,60 при q = 6,3…10 МПа;

$k_{Ш}$ = 0,75 при q = 12…20 МПа;

D − принятый стандартный диаметр цилиндра, мм.

Найденное значение диаметра d штока округляется до ближайшего большего значения по таблице 3.2.

Определяем действующие силы на штоке гидроцилиндра в двух рабочих позициях.

Толкающая сила на штоке (рисунок 3.2а) определяется по формуле:

$$Q_1 = 0,785 \cdot D^2 \cdot q \cdot \eta \,, \qquad (3.4)$$

где Q_1 − толкающая сила на штоке, Н;

D − внутренний диаметр гидроцилиндра, мм;

q − рабочее давление масла в цилиндре, МПа;

η − КПД цилиндра, можно принять η = 0,90...0,95.

3. Тянущая сила на штоке Q_2 (рисунок 3.2б)

$$Q_2 = 0,785 \cdot (D^2 - d^2) \cdot q \cdot \eta, \qquad (3.3)$$

где Q_2 − тянущая сила на штоке, Н;

d − диаметр штока, мм.

Проверяется правильность выбора гидроцилиндра и рабочего давления в нем:

или

$$Q_1 \geq P_{T1} \qquad Q_2 \geq P_{T2} \qquad (3.5)$$

Необходимо, чтобы сила, развиваемая на штоке при рабочем ходе, была не менее требуемой технологической силы P_T.

Шток значительной длины $L > 10 \cdot d$ проверяется на устойчивость при продольном изгибе по формуле Эйлера.

4. Производительность гидронасоса

$$W_H = 10^{-6} \cdot F \cdot \upsilon_n \,, \qquad (3.6)$$

где W_H − производительность гидронасоса, л/мин;

F − площадь поршня, мм^2;

$\upsilon_П$ − скорость движения поршня, мм/мин.

Допустимая скорость движения поршня в гидроцилиндре составляет 63 мм/с [2].Обычно принимается $U_П$ = 35…3000 мм/мин.

По производительности и рабочему давлению по справочнику [1] или каталогам подбираем соответствующий гидронасос.

5. Мощность электродвигателя привода насоса

$$N = \frac{q \cdot W_н}{61,20 \cdot \eta_0}, \text{ кВт}, \quad (3.7)$$

где $W_Н$ − производительность насоса, л/мин;

q − рабочее давление насоса, МПа;

$\eta_О$ − общий КПД насоса, $\eta_О$ = 0,4…0,8. Меньшее значение коэффициента принимается для насосов с производительностью до 12 л/мин.

6. Расчет трубопроводов

Условный проход (внутренний диаметр) трубопровода

$$d_y = 4,6 \cdot \sqrt{\frac{W}{U}}, \text{ мм}, \quad (3.8)$$

где $d_У$ − условный проход трубопровода, мм;

W − количество масла, протекающего по трубопроводу, л/мин;

υ − скорость потока жидкости, м/с.

Для всасывающих трубопроводов можно принять υ = 1,2 м/с, для нагнетающих − υ = 3...5 м/с и для сливных – υ =2,0 м/с.

Толщина стенки трубопровода

$$S \geq \frac{q_{max} \cdot d_y}{2 \cdot [\sigma_p]} \geq S_{min}, \text{ мм}, \quad (3.9)$$

где S − толщина стенки трубопровода, мм;

q_{max} − максимальное давление масла в магистрали,

q_{max} = 1,5 q , МПа;

$[\sigma_p]$ − допустимое напряжение растяжения, для стальных труб; $[\sigma_p]$ = 60...70 МПа;

S_{min} − минимально допустимая толщина стенки трубы с учетом возможных механических нагрузок, для стальной трубы принимается S_{min} = 0,5 мм [4].

Для гидропривода с рабочим давлением до 10 МПа применяются стальные бесшовные холоднодеформированные трубы по ГОСТ 8734-75.

На основании проведенного расчѐта по условному проходу (внутреннему диаметру) $d_У$ и стандартной толщине стенки $S_Т$ определяют по таблице 3.3 наружный диаметр трубы $d_Н = d_У + 2 \cdot S_Т$ и указывают ее обозначение по справочнику [2].

Например, условное обозначение трубы с $d_Н$ = 10 мм и толщиной стенки 0,5 мм из стали 20 с поставкой по механическим свойствам и по химическому составу (по группе В ГОСТ 8733−74):

Труба $\frac{10\ Õ0{,}5\ ÃÎ\ ÑÒ\ 8734-75}{Â20\ ÃÎ\ ÑÒ\ 8733-74}$.

Таблица 3.3 − Наружные диаметры и толщины стенок бесшовных холоднодеформированных труб по ГОСТ 8734-75 в мм

Наружный диаметр*[1]	Толщина стенки*[2]	Наружный диаметр*[1]	Толщина стенки*[2]
5	0,3…1,5	16…19	0,3 5,0
6	0,3…2,0	20	0,3…6,0
7…9	0,3…2,5	21…23	0,4…6,0
10…12	0,3 3,5	24	0,4…6,5
13…15	0,3…4,0	25…28	0,4…7,0

*1 В указанных пределах брать из ряда: 7; 8; 9; 10; 11; 12; 13; 14; 15; 16; 17; 18; 19; 21; 22; 23; 25; 26; 27; 28.

*2 В указанных пределах брать из ряда: 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4; 1,5; 1,6; 1,8; 2,0; 2,2; 2,5; 2,8; 3,0; 3,2; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0; 5,5; 6,0; 6,5; 7,0.

На основании выполненных расчетов и подбора стандартных элементов производят конструирование гидропривода технологической оснастки.

Пример. Выполните расчет основных параметров и подберите элементы электрогидравлического привода технологической оснастки с гидроцилиндром двустороннего действия по заданной технологической силе на штоке $P_{Т2}$ = 10кН. Сила на штоке при рабочем ходе − тянущая, длина хода штока L = 185 мм, скорость движения поршня 2200 мм/мин, рабочее давление в гидравлической системе q = 6,3 МПа.

Решение. 1. Расчетный диаметр цилиндра для тянущей силы $P_{Т2}$

$$D_{ð} = 1{,}31\sqrt{\frac{Ð_{ò2}}{q \cdot \eta}} = 1{,}31\sqrt{\frac{8000}{6{,}3 \cdot 0{,}9}} = 49{,}21 \text{ì ì},$$

где $Ð_{ò2}$ − тянущая технологическая сила на штоке, $P_{Т\ 2}$ = 8000 Н; q − рабочее давление в гидравлической системе, q = 6,3 МПа; η − КПД цилиндра, принимаем η =0,9.

По рабочему давлению в гидравлической системе q = 6,3 МПа выбираем лопастной гидронасос типа Г12.

Расчетную величину диаметра цилиндра округляем по таблице 3.1 до ближайшего стандартного значения D = 50 мм.

2. Диаметр штока цилиндра

$$d = k_{ш} \cdot D = 0{,}5 \cdot 50 = 25 \text{ мм},$$

где $k_{Ш}$ − коэффициент, принимаемый в зависимости от величины рабочего давления в цилиндре**,** при q = 6,3 МПа принимаем $k_{Ш}$ = 0,5.

По таблице 3.2 принимаем диаметр штока d = 25 мм.

3. Определим тянущую силу на штоке

$$Q_2 = 0,785 \cdot (D^2 - d^2) \cdot q \cdot \eta = 0,785 \cdot (50^2 - 25^2) \cdot 6,3 \cdot 0,9 = 8346 \text{ Н}.$$

Так как $Q_2 > P_{Т2}$, то гидропривод обеспечивает необходимую тянущую силу на штоке.

Принимаем по справочнику [2] гидроцилиндр второго исполнения (с уплотнением резиновыми кольцами) диаметром 50 мм и ходом штока 200мм: Гидроцилиндр II− 50 − 200 МН 2255−61.

4. Расчет производительности и выбор гидронасоса

$$W_Н = 10^{-6} \cdot F \cdot \upsilon_n = 10^{-6} \cdot 1963 \cdot 2200 = 4,32$$

л/мин., где $W_Н$ − производительность насоса, л/мин;

F − площадь поршня, мм^2;

υ_n − скорость движения поршня, по заданию υ_n = 2200 мм/мин.

$$F = \pi * D^2/4 = 3.14 * 50^2/4 = 1963 \text{ мм}_2$$

Подбираем гидронасос Г12-31А, производительность которого составляет 5 л/мин и развивающий рабочее давление q =6,3 МПа при частоте вращения приводного вала 960 мин$^{-1}$.

5. Расчет мощности и подбор электродвигателя

$$N = \frac{q \cdot W_н}{61,20 \cdot \eta_0} = \frac{6,3 \cdot 4,32}{61,20 \cdot 0,42} = 1,06 \text{ квт},$$

где $W_Н$ − производительность насоса, л/мин;

q − рабочее давление насоса, МПа;

$\eta_О$ − общий КПД насоса, принимаем $\eta_О$ = 0,42.

Выбираем [2] электродвигатель с мощностью N =1,1 кВт и n = 960 мин$^{-1}$.

6. Расчет и подбор трубопроводов

Условный проход (внутренний диаметр) трубопровода в миллиметрах

$$d_y = 4,6 \cdot \sqrt{\frac{W}{U}},$$

где W − количество масла, протекающего по трубопроводу, л/мин;

υ − скорость потока жидкости, м/с.

Для нагнетающих трубопроводов принимаем U =3 м/с, для всасывающих U =1,2 м/с и для сливных U =2,0 м/с.

Для нагнетающего трубопровода

$$d_y = 4,6 \cdot \sqrt{\frac{4,32}{3}} = 5,52 \text{ мм}.$$

Для всасывающего трубопровода

$$d_y = 4,6 \cdot \sqrt{\frac{4,32}{1,2}} = 8,73 \text{ мм}.$$

Для сливного трубопровода

$$d_y = 4,6 \cdot \sqrt{\frac{4,32}{2}} = 6,76 \text{ мм}.$$

Толщина стенки трубопровода в миллиметрах

$$S \geq \frac{q_{max} \cdot d_y}{2 \cdot [\sigma_p]} \geq S_{min},$$

где q_{max} − максимальное давление масла в магистрали,

q_{max} = 1,5 q , МПа;

$[\sigma_p]$ − допустимое напряжение растяжения, МПа;

S_{min} − минимально допустимая толщина стенки трубы с учетом возможных механических нагрузок, для стальной трубы принимается

S_{min} = 0,5 мм.

Выполним расчет для нагнетающего трубопровода.

Рабочее давление в напорной магистрали q = 6,3 МПа. Для гидропривода с рабочим давлением до 10 МПа применяются стальные бесшовные трубы по ГОСТ 8734-75, $[\sigma_p]$ = 60...70 МПа. Принимаем $[\sigma_p]$ = 65 МПа.

$$S \geq \frac{1{,}5 \cdot 6{,}3 \cdot 5{,}52}{\text{мм.}\ 2 \cdot 65} > 0{,}40$$

Принимаем минимально допустимую толщину стенки S_{min} = 0,5 мм.

На основании выполненного расчѐта по условному проходу (внутреннему диаметру) $d_у$ =5,52 мм и толщине стенки $S_Т$ = 0,5 мм определим наружный диаметр трубы $d_н = d_у + 2 \cdot S_Т = 5{,}52 + 2 \cdot 0{,}5 = 6{,}52$ мм.

По таблице 3.3 принимаем трубу с $d_Н$ = 7 мм и толщиной стенки 0,5 мм. Условное обозначение такой трубы из стали 20 с поставкой по механическим свойствам и по химическому составу (по группе В) ГОСТ 8733-74

$$\text{Труба}\ \frac{7\ Õ0{,}5\ ÃÎ\ ÑÒ\ 8734-75}{Â20\ ÃÎ\ ÑÒ\ 8733-74}.$$

Для всасывающего трубопровода подходит труба с $d_Н$ = 9 мм

$$\text{Труба}\ \frac{9\ Õ0{,}5\ ÃÎ\ ÑÒ\ 8734-75}{Â20\ ÃÎ\ ÑÒ\ 8733-74}.$$

Для сливного трубопровода подходит труба с $d_Н$ = 8 мм

$$\text{Труба}\ \frac{8Õ0{,}5\ ÃÎ\ ÑÒ\ 8734-75}{Â20\ ÃÎ\ ÑÒ\ 8733-74}.$$

3.3 Аппаратура и материалы

При выполнении лабораторной работы 3 требуется следующее материальное обеспечение:

1) комплект гидравлических съемников и приспособлений для выпрессовки деталей;

2) штангенциркуль;

3) набор слесарного инструмента;

4) калькулятор.

3.4 Указания по технике безопасности

При выполнении лабораторной работы 3 обязательным является выполнение следующих мер безопасности:

1) запрещается прикасаться к вращающимся деталям двигателей;

2) включение приборов электрического освещения и электропитания производить только с разрешения ведущего преподавателя или учебного мастера;

3) работу выполнять только в присутствии преподавателя или учебного мастера.

Каждое рабочее место должно быть оснащено исправным технологическим оборудованием, инструментом и принадлежностями; технологическими картами и инструкциями; описью поста и краткой инструкцией по технике безопасности, противопожарными средствами и правилами их применения.

На рабочих местах запрещено: работать учащимся, не прошедшим инструктаж; пользоваться открытым огнем; включать приборы и установки без разрешения преподавателя; хранить горюче-смазочные материалы; включать двигатели и приборы, минуя заводские выключатели; пользоваться неисправным инструментом, заводными рукоятками.

Все рабочие места и вентиляторы двигателей должны иметь индивидуальные металлические ограждения и трафареты с надписями «Двигатель не пускать».

Электропровода должны иметь надежную изоляцию. На клеммах и розетках необходимо указать напряжение.

Не допускаются к лабораторным работам приборы с нарушением герметичности в их соединениях.

3.5 Методика и порядок выполнения работы

Лабораторную работу рекомендуется выполнять в следующей последовательности:

1) изучить устройство электрогидравлических приспособлений для разборки и сборки прессовых соединений;

2) измерить диаметр и длину хода поршня гидравлического цилиндра приспособления;

3) выполнить расчет электрогидравлического привода согласно предлагаемой методике;

4) сравнить расчетные величины с реальными значениями электрогидравлического привода;

5) дать краткое описание и выполнить расчет на основании исходных данных, выбранных из таблицы 3.4 в соответствии с индивидуальным вариантом студента.

Таблица 3.4 – Исходные данные и варианты расчетов

Вариант	Требуемая сила на штоке P_T, Н	Характер действия силы	Ход штока L, мм	Скорость движения поршня $\upsilon_П$, мм/мин	Рабочее давление q, МПа
1	10500	толкающая	180	2100	6,3
2	12000	толкающая	80	2000	6,3
3	28000	толкающая	155	1800	10,0

Продолжение таблицы 3.4

4	9000	тянущая	75	1600	10,0
5	14000	тянущая	100	600	6.3
6	21200	тянущая	80	800	6,3
7	11900	толкающая	120	1000	6,3
8	11800	толкающая	90	1500	6,3
9	37000	тянущая	95	750	6,3
10	36000	тянущая	100	850	10,0
11	49500	толкающая	110	2000	6,3
12	49800	толкающая	75	2500	6,3
13	50500	тянущая	80	500	6,3
14	50800	тянущая	120	200	10,0
15	11800	толкающая	105	1200	10,0
16	50000	толкающая	110	550	6,3
17	38000	тянущая	160	400	6,3
18	56000	тянущая	155	1300	6,3
19	7800	толкающая	100	1400	6,3
20	19000	толкающая	120	600	10,0
21	19000	тянущая	120	800	6,3
22	19200	тянущая	100	200	6,3
23	2750	толкающая	80	250	6,3
24	28000	толкающая	80	250	10,0
25	12000	тянущая	125	2000	6,3
26	1240	тянущая	200	750	6,3
27	38500	толкающая	125	240	10,0
28	7800	толкающая	80	540	6,3
29	8000	тянущая	80	2050	6,3
30	10000	тянущая	185	2200	6,3

3.6 Содержание отчета и его форма

Отчет по лабораторной работе выполняется каждым студентом самостоятельно и должен содержать следующее:

1. Название лабораторной работы.
2. Цель работы.
3. Техническую характеристику, описание назначения, устройства и принципа действия электрогидравлических приспособлений для выпрессовки деталей.

4. Технологический расчет основных параметров электрогидравлических приводов и устройств, выполненный на основании исходных данных, выбранных из таблицы 3.4 в соответствии с индивидуальным вариантом студента.

5. Дату выполнения и подпись студента.

Отчет оформляется в тетради для лабораторных работ по дисциплине «Техническая оснастка для ремонта и обслуживания автомобилей» или в виде отдельного документа, выполненного на листах формата А4.

3.7 Вопросы для защиты работы

Для оценки уровня усвоения материала лабораторной работы рекомендуется следующий перечень контрольных вопросов:

1. Назовите основные части съемника.
2. Перечислите способы приложения усилия выпрессовки к деталям различной формы.
3. Дайте классификацию применяемых захватов.
4. Как определить технологическое усилие при запрессовке детали?
5. Как определить технологическое усилие при выпрессовке детали?
6. Как рассчитать удельное давление на контактной поверхности?

Отчет по лабораторной работе представляется студентом к защите на следующем после проведения лабораторной работы занятии. Защита отчета осуществляется после предварительной проверки и допуска к защите на занятии.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 4

Изучение устройства и методики расчета универсального винтового механического съемника

4.1 Цель работы

Целью выполнения данной лабораторной работы является следующее:

1) приобретение студентами знаний устройства и принципа работы универсального винтового механического съемника;

2) определение основных параметров универсального винтового механического съемника.

4.2 Теоретическое обоснование

Устройство прототипа съемника и принцип действия

Съемник И − 801. 01.000 (рисунок 4.1) состоит из силового винта 3 с рукояткой 6, траверсы 4 и двух захватов 1. Захваты фиксируются на траверсе стопорами 5. Винт имеет наконечник 2, который входит в гнездо под подшипник первичного вала коробки передач.

Для снятия шестерни лапы захватов I заводятся за край шестерни и фиксируются стопорами 5. Винт 3 через сменяемый наконечник 2 необходимо упереть в торец коленчатого вала и вращением рукоятки 6 ввернуть винт 3 в траверсу 4 до полного снятия шестерни.

Съемник универсальный и позволяет спрессовывать детали не только с заднего, но и с переднего конца коленчатого вала, а также шестерню с распределительного вала. Универсальность съемника достигается перемещением захватов 1 по траверсе 4 и фиксацией в требуемом положении стопорами 5 а также комплектацией сменными наконечниками 2.

Выбор материалов для деталей съемник**а**

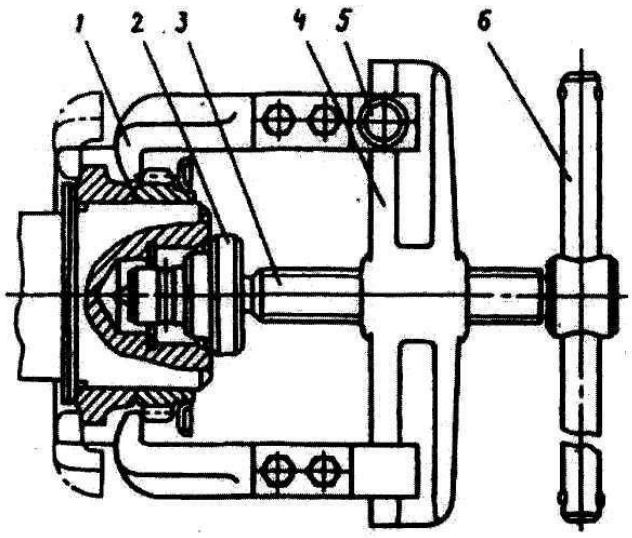


Рисунок 4.1 − Снятие шестерни и заднего противовеса коленчатого вала двигателя КамАЗ-740 универсальным винтовым съемником: I − захват; 2 − сменяемый наконечник; 3 − винт силовой; 4 − траверса; 5 − стопор; 6 − рукоятка

Нагруженными деталями съемника являются: силовой винт, траверса, гайка траверсы (при наличии), захваты и рукоятка. В таблице 4.1 приведены механические свойства сталей, используемых для изготовления деталей съемников [5].

Для изготовления траверсы применяют сталь 45 и сталь марки Ст. 5. Резьбовые втулки в траверсах устанавливают редко, их изготавливают из серого чугуна СЧ 21 ГОСТ 1412–85, а при повышенных нагрузках из бронзы.

Силовой винт и захваты для увеличения прочности целесообразно изготавливать из улучшенных сталей 45 и 40Х. Для повышения износостойкости винта применяют закалку и отпуск на твердость HRC48, а резьбу обрабатывают шлифованием.

Схема к расчету деталей винтового съемника и определение допускаемых напряжений.

Таблица 4.1 − Механические характеристики материалов

Марка стали и вид термо-обработки	Средняя твердость	Предел текучести, σ_{∂} , МПа	Допускаемое напряжение из-гиба $[\sigma_{\grave{e}}]$, МПа	Допускаемое напряжение среза $[\tau_{ср}]$, МПа
Углеродистые стали обыкновенного качества ГОСТ 380-88				
Ст.4	132 НВ	260	118	64
Ст.5	172 НВ	290	137	64
Углеродистые качественные стали ГОСТ 1050-88				
35	207 НВ	314	152	74
45	220 НВ	353	172	83
улучшение	286 НВ	441	206	103
закалка	48HRC	931	333	167
Сталь легированная конструкционная ГОСТ 4543-75				
40Х	217НВ	323	186	93
улучшение	249 НВ	640	245	113
закалка	394 НВ	882	333	161

Схема приложения сил, действующих на винт и на другие детали съемника, приведена на рисунке 4.2.

Допускаемые напряжения растяжения и сжатия для захватов и винтов

$$\lfloor \sigma_{p} \rfloor = [\sigma_{сж}] = [\sigma_{m}]/n \quad , \qquad (4.1)$$

где $[\sigma_m]$ − предел текучести стали, МПа;

n − допустимое значение коэффициента запаса прочности, n =3.

Расчет силового винта на износостойкость

Последовательность расчета передачи винт − гайка приведена в [5], [7].

Номинальный диаметр резьбы d, мм, силового винта [6]

$$d = C\sqrt{Q/[\sigma]}, \qquad (4.2)$$

где C − коэффициент вида резьбы, для основной метрической резьбы C = 1,4;

Q − тяговое усилие винта, необходимое для разборки прессового соединения, Н;

$[\sigma]$ − допускаемое напряжение сжатия или растяжения, для винтов из стали 45 принимается $[\sigma]$ = 80... 100 МПа с учетом обеспечения необходимой износостойкости. Диаметр винта принимаем по таблице 4.2.

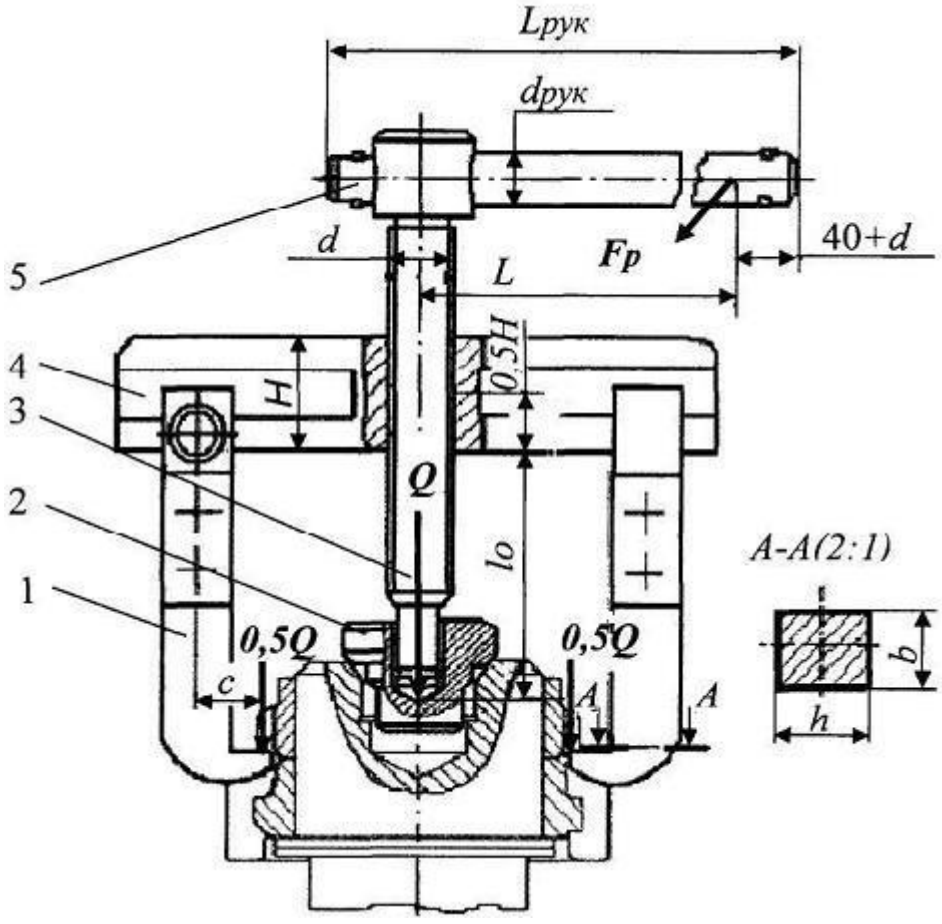


Рисунок 4.2 − К расчету деталей винтового съемника:
1 − захват; 2 − наконечник; 3 − силовой винт; 4 – траверса; 5 − рукоятка

Таблица 4.2 − Тяговое усилие винта в зависимости от диаметра резьбы [8]

Параметры винта	d, мм									
	М8	М10	М12	М16	М20	М24	М27	М3О	М36	М42
Шаг резьбы P, мм	1,25	1,5	1,75	2,00	2,5	3,0	3,0	3,5	4,0	4,5
Тяговое усилие Q, к Н	3,1	4,9	7,0	12,5	19,6	28,2	35,8	44,0	63,5	86,4

Примечание. Таблица 4.2 составлена для стали с $[\sigma_в]$ = 100

МПа. Расчет высоты резьбового отверстия в траверсе

Во многих съемниках резьба под силовой винт нарезана непосредственно в отверстии траверсы, т. е. резьбовая втулка отсутствует. Высоту резьбового отверстия под силовой винт в траверсе (рисунок 4.2)можно определить по формуле:

$$H = \psi_h \cdot d_2, \tag{4.3}$$

где ψ_h − коэффициент высоты резьбового отверстия, можно принять ψ_h = 1,2...2,5;

d_2 − средний диаметр резьбы в мм.

$$d_2 = d - 0{,}65 \cdot P, \tag{4.4}$$

где d − наружный диаметр резьбы, мм;

P − шаг резьбы, принимается по таблице 4.2.

Если прочность материала траверсы ниже прочности винта, то проверяют прочность резьбы траверсы на срез:

$$\tau_{ср} = \frac{Q}{\pi \cdot d \cdot H \cdot K \cdot K_H} \le \lceil \tau_{ср} \rceil, \tag{4.5}$$

где K − коэффициент полноты резьбы, для метрической резьбы K= 0,87;

K_H − коэффициент неравномерности распределения нагрузки по виткам резьбы, K_H = 0,6 ... 0,7;

$\lfloor \tau_{ñð} \rfloor$ − допускаемое напряжение среза, МПа, принимается по таблице 4.1.

Методика расчета резьбовой втулки приведена в учебном пособии [5].

Расчет винта на устойчивость

Для винтов малой гибкости должно соблюдаться условие [7]

$$\lambda \leq \lambda_0 , \tag{4.6}$$

где λ − гибкость винта;

λ_0 − гибкость, при которой критическое напряжение в поперечном сечении винта равно пределу текучести $\sigma_{кр} = \sigma_m$.

По таблице 7.1 [7] для стали Ст.5 λ_0 = 57, а для стали 45 λ_0 = 60.

Гибкость винта определяется по формуле

$$\lambda = \mu \cdot l / i , \tag{4.7}$$

где λ − коэффициент приведения длины, учитывающий способы закрепления концов винта (с. 150, [7]):

μ = 0,7 один конец винта закреплен шарнирно, а другой − заделан (рисунок 1.3в); μ = 1,0 − оба конца шарнирно оперты; μ = 2,0 − один конец винта заделан, а другой свободен;

l − длина сжатой части винта, согласно рисунку 4.2:

$$l = l_0 + 0,5\,H; \tag{4.8}$$

i − радиус инерции поперечного сечения винта, мм:

$$i = (2 / d_1)\sqrt{\frac{J}{\pi}} , \tag{4.9}$$

где $d_1 = d - 1,083P$ − внутренний диаметр резьбы, мм; (4.10)

J − момент инерции поперечного сечения винта, который определяется по формуле:

$$J = (\pi \cdot d_1^4 / 64) \cdot (0{,}375 + 0{,}625d / d_1), \text{ мм}^4. \quad (4.11)$$

Если гибкость винта $\lambda < \lambda_0$, то специальный расчет на устойчивость не нужен.

Расчет рукоятки на прочность

Момент, создаваемый усилием рабочего на рукоятке:

$$T_{\text{рук}} = F_P L, \text{ Н·мм}, \quad (4.12)$$

где F_p − усилие рабочего на рукоятке, принимается F_p = 150...250 Н; L − рабочая длина рукоятки (плечо приложения силы), мм.

Данный момент идет на преодоление суммарного момента от трения в резьбе и на опорной поверхности винта [6]

$$T_{рук} = T_p + T_{\text{п}}, \quad (4.13)$$

где T_p − момент трения в резьбе;

$T_{\text{п}}$ − момент трения на опорной поверхности винта.

Момент трения в резьбе определяется по формуле:

$$T_p = Q - r_{ср} \cdot tg(a + b), \quad (4.14)$$

где Q − осевая (тяговая) сила съемника, Н;

$r_{ср}$ − средний радиус резьбы, мм;

a − угол подъема резьбы, град;

b − угол трения в резьбе, град.

Средний радиус резьбы, мм:

$$r_{ср} = 0{,}45d. \quad (4.15)$$

Для резьб от М8 до М42 в среднем можно принять $a = 2\ 30'$ и $b = 10\ 30'$. После подстановки данных значений получим:

$$T_p \sim 0{,}1 \cdot d \cdot Q. \tag{4.16}$$

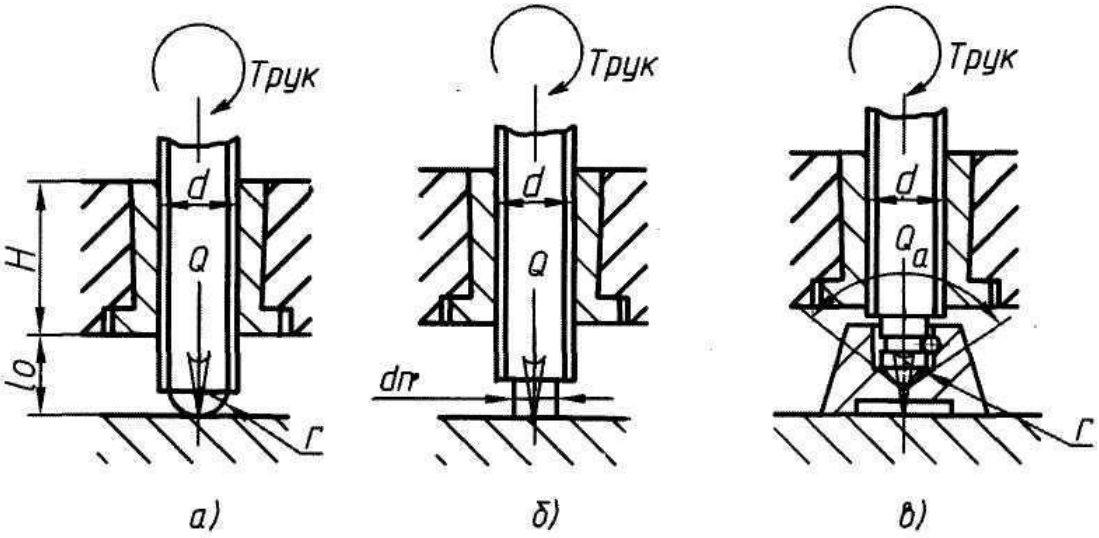


Рисунок 4.3 − К расчету суммарного момента на рукоятке в зависимости от формы опорной поверхности винта: а) сферический торец; б) плоский торец; в) торец с наконечником (башмаком)

Момент трения на опорной поверхности винта зависит от формы торца (рисунок 1.3), [6].

Для винта со сферическим торцом, например, с завальцованным шариком (рисунок 1.3а) момент трения на торце весьма мал и можно принять $T_П = 0$.

В этом случае суммарный момент на рукоятке

$$T_{рук} = T_p = 0{,}1 \cdot d\ Q. \tag{4.17}$$

Рабочая длина рукоятки для винта со сферическим концом (рисунок 1.3а)

$$L = 0{,}1 \cdot d \cdot Q / F_p. \tag{4.18}$$

Для винта с плоским торцом (рисунок 3б) суммарный момент на рукоятке

$$T_{рук} = T_р + T_п = 0{,}1 \cdot d \cdot Q + f \cdot Q \cdot dn/3, \quad (4.19)$$

где f − коэффициент трения сталь по стали, f = 0,16;

dn − диаметр плоского торца, мм.

Для винта с наконечником (рисунок 4.3 в), предупреждающим повреждение разбираемых деталей, суммарный момент на рукоятке.

$$T_{рук} = 0{,}1 \cdot Q(d + r), \quad (4.20)$$

где r − радиус сферы на конце винта, м.

Отсюда, рабочая длина рукоятки для винта с наконечником

$$L = 0{,}1 \cdot Q(d + r)/F_р. \quad (4.21)$$

Диаметр рукоятки определяется из условия прочности на изгиб:

$$d_{рук} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot T_{рук}}{\pi \cdot [\sigma_и]}}, \quad (4.22)$$

где $[\sigma_И]$ − допускаемое напряжение изгиба, МПа, принимается по таблице 4.1.

Полная длина рукоятки

$$L_{рук} = L + 2d + 40, \text{ мм}. \quad (4.23)$$

Расчет захвата на прочность

Площадь поперечного сечения детали в сечении А-А (рисунок 4.2):

$F = b \cdot h$, м^2, (4.24) где b и h − соответственно, ширина и высота поперечного сечения захвата в сечении А-А, м.

Момент сопротивления изгибу, м^3:

$$W_u = b \cdot h^2 / 6. \qquad (4.25)$$

Суммарное напряжение от растяжения и изгиба, МПа:

$$\sigma_{сум} = \sigma_р + \sigma_и = \frac{Q}{2F} + \frac{Q \cdot c}{2W_u}, МПа < [\sigma_{сум}], \qquad (4.26)$$

$[\sigma]$

где $[\sigma_{сум}]$ – допускаемое суммарное напряжение от растяжения и изгиба, МПа, определяется по формуле (4.1).

Пример. Рассчитать на прочность конструкцию винтового съемника для снятия распределительной шестерни с коленчатого вала двигателя КамАЗ. Устройство съемника показано на рисунке 4.1. Необходимое технологическое усилие для распрессовки соединения Q = 34400 Н.

Решение. 1. Выбираем материалы деталей съемника. Для силового винта и захватов принимаем по таблице 4.1 сталь 45 ГОСТ 1050–88 в улучшенном состоянии, $\sigma_Т$ = 441 МПа, для траверсы и рукоятки − сталь марки Ст. 5 ГОСТ 380–88.

2. Допускаемые напряжения

− для материала захватов $[\sigma_в] = [\sigma_т] / [n]$ = 441/3 = 147 МПа;

− для материала винта $[\sigma_в]$ = 100 МПа с учетом обеспечения износостойкости [6];

− для материала рукоятки и траверсы $[\sigma_и]$ = 137 МПа и $[\tau_{сд}]$ = 64 МПа (таблица 4.1).

3. Номинальный (наружный) диаметр винта (формула 4.2)

$$d = C\sqrt{Q / \sigma} = 1,4\sqrt{34400 / 100} = 25,97 мм,$$

где C — коэффициент для основной метрической резьбы, C = 1,4.

Принимаем по таблице 4.2 метрическую резьбу М27х3 с наружным диаметром d = 27 мм и шагом резьбы P = 3 мм.

4. Средний диаметр резьбы (формула 4.4)

$d_2 = d - 0{,}65P = 27 - 0{,}65 \cdot 3 = 25{,}05$ мм.

5. Высота резьбового отверстия в траверсе (формула 4.3), $Y_h = 1{,}7$:

$H = Y_h \cdot d_2 = 1{,}7 \cdot 25{,}05 = 42{,}6$ мм.

Действительная высота траверсы $H = 50$ мм.

6. Прочность резьбы в отверстии траверсы на срез (формула 4.5)

$K = 0{,}87$; $K_н = 0{,}76$; $[\tau_{ñð}] = 64$ МПа:

$$\tau_{ср} = \frac{Q}{\pi \cdot d \cdot H \cdot K \cdot K_H} = \frac{34400}{3{,}14 \cdot 27 \cdot 0{,}87 \cdot 0{,}7} = 12{,}1 \text{ МПа} < [\tau_{ср}].$$

7. Расчет винта на устойчивость

7.1 Внутренний диаметр резьбы (формула 4.10)

$d_1 = d - 1{,}083\,P = 27 - 1{,}083 \cdot 3 = 23{,}75$ мм.

7.2 Полная длина сжатой части винта согласно рисунку

4.2 $l = l_0 + 0{,}5\,H = ll_0 + 0{,}5 \cdot 50 = 135$ мм.

7.3 Момент инерции поперечного сечения винта (формула 4.11)

$J = (\pi \cdot d_1^4 / 64) \cdot (0{,}375 + 0{,}625 \cdot d / d_1) = 23{,}75^4/64) \cdot (0{,}375 + 0{,}625 \cdot 27/23{,}75) =$

$= 16953$ мм^4.

7.3 Радиус инерции поперечного сечения винта (формула 4.9)

$$i = (2 / d_1)\sqrt{\frac{J}{\pi}} = (2 / 23{,}75)\sqrt{\frac{16953}{3{,}14}} = 6{,}19 \text{мм}.$$

7.4 Гибкость винта (формула 4.7), m − коэффициент приведения длины, учитывающий способы закрепления концов винта. Один конец винта

закреплен шарнирно, а другой − заделан (рисунок 3в), поэтому μ = 0,7; материал винта − сталь 45, λ_0 = 60 по таблице 7.1 [7]:

$$\lambda = \mu \cdot l / i = 0{,}7 \cdot 135 / 6{,}19 = 15{,}37 < \lambda_0 = 60.$$

Следовательно, винт малой гибкости и его устойчивость обеспечивается.

8 Расчет рукоятки на прочность

8.1 Рабочая длина рукоятки для винта с наконечником, предупреждающим повреждение детали (формула 4.21), r = 8мм; F_p =200Н:

$$L = 0{,}1Q(d + r) / F_{\partial} = 0{,}1 \cdot 34400 \cdot (0{,}027+0{,}008)/200 = 0{,}6 \text{ м}.$$

8.2 Момент на рукоятке (формула 4.12)

$$T_{рук} = F_P L = 200 \cdot 600 = 120000, \text{ Н·мм}.$$

8.3 Диаметр рукоятки (формула 4.22), $[\sigma_и]$ = 137 МПа:

$$d_{\text{ðóê}} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot T_{\text{ðóê}}}{\pi \cdot [\sigma_{\text{è}}]}} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 1200}{3{,}14 \cdot 137}} = 20{,}7\text{ì ì}.$$

Принимаем $d_{рук}$ = 21 мм.

8.4 Полная длина рукоятки (формула 4.17)

$$L_{рук} = L + 2d + 40 = 600 + 2 \cdot 21 + 40 = 682 \text{ мм}.$$

9. Расчет захвата на прочность

9.1 Площадь поперечного сечения детали в сечении А-А (рисунок 4.2)

$$F = b \cdot h = 0{,}025 \cdot 0{,}030 = 3{,}75 \cdot 10^{-4}, \text{ м}^2.$$

9.2 Момент сопротивления изгибу (формула 4.25)

$$W_u = bh^2/6 = 0{,}025 \cdot 0{,}030^2 = 3{,}75 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3.$$

9.3 Суммарное напряжение от растяжения и изгиба (формула 4.26), $\lceil\sigma_{сум}\rceil$=147 МПа:

$$\sigma_{сум} = \sigma_{р} + \sigma_{и} = \frac{Q}{2F} + \frac{Q \cdot c}{2W_{и}} = \frac{34400}{2 \cdot 7{,}5 \cdot 10^{-4}} + \frac{34400 \cdot 0{,}025}{2 \cdot 3{,}75 \cdot 10^{-6}} = 137{,}6 МПа < \lceil\sigma_{сум}\rceil.$$

Следовательно, прочность захвата в опасном сечении А-А достаточная.

4.3 Аппаратура и материалы

При выполнении лабораторной работы 4 требуется следующее материальное обеспечение:

1) комплект универсальных винтовых механических съемников и приспособлений для выпрессовки деталей;

2) штангенциркуль;

3) набор слесарного инструмента;

4) калькулятор.

4.4 Указания по технике безопасности

При выполнении лабораторной работы 4 обязательным является выполнение следующих мер безопасности:

1) запрещается прикасаться к вращающимся деталям двигателей;

2) включение приборов электрического освещения и электропитания производить только с разрешения ведущего преподавателя или учебного мастера;

3) работу выполнять только в присутствии преподавателя или учебного мастера.

Каждое рабочее место должно быть оснащено исправным технологическим оборудованием, инструментом и принадлежностями; технологическими картами и инструкциями; описью поста и краткой

инструкцией по технике безопасности, противопожарными средствами и правилами их применения.

На рабочих местах запрещено: работать учащимся, не прошедшим инструктаж; пользоваться открытым огнем; включать приборы и установки без разрешения преподавателя; хранить горюче-смазочные материалы; включать двигатели и приборы, минуя заводские выключатели; пользоваться неисправным инструментом, заводными рукоятками.

Все рабочие места и вентиляторы двигателей должны иметь индивидуальные металлические ограждения и трафареты с надписями «Двигатель не пускать».

Электропровода должны иметь надежную изоляцию. На клеммах и розетках необходимо указать напряжение.

Не допускаются к лабораторным работам приборы с нарушением герметичности в их соединениях.

4.5 Методика и порядок выполнения работы

Лабораторную работу рекомендуется выполнять в следующей последовательности:

1) изучить устройство универсальных винтовых механических приспособлений для разборки и сборки прессовых соединений;

2) измерить диаметр, длину хода и шаг резьбы винта съемника;

3) выполнить расчет винтового съемника согласно предлагаемой методике;

4) сравнить расчетные величины с реальными значениями винтового съемника;

5) дать краткое описание и выполнить расчет на основании исходных данных, выбранных из таблицы 4.3 в соответствии с индивидуальным вариантом студента.

Таблица 4.3 – Исходные данные и варианты расчетов

Вариант	1	2	3	4	5	6
Q, кН	35,2	30,8	36,5	31,4	25,5	34,8
l_0, мм	114	112	108	96	98	120
Вариант	7	8	9	10	11	12
Q, кН	63,0	86	17,0	12,1	24,9	62,6
l_0, мм	140	138	90	88	96	150
Вариант	13	14	15	16	17	18
Q, кН	28,2	34,0	44,0	42,6	40,5	11,4
l_0, мм	102	100	122	124	118	80
Вариант	19	20	21	22	23	24
Q, кН	17,4	18,2	26,6	33,5	82,0	34,0
l_0, мм	95	96	95	112	135	120
Вариант	25	26	27	28	29	30
Q, кН	32,8	62,0	39,5	26,0	80,0	34,4
l_0, мм	105	120	116	88	125	110

Примечание. Q − осевая сила; l_0 − вылет нагруженной части винта.

4.6 Содержание отчета и его форма

Отчет по лабораторной работе выполняется каждым студентом самостоятельно и должен содержать следующее:

1. Название лабораторной работы.

2. Цель работы.

3. Техническую характеристику, описание назначения, устройства и принципа действия универсального винтового механического съемника для выпрессовки деталей.

4. Технологический расчет основных параметров универсального винтового механического съемника, выполненный на основании исходных данных, выбранных из таблицы 4.3 в соответствии с индивидуальным вариантом студента.

5. Дату выполнения и подпись студента.

Отчет оформляется в тетради для лабораторных работ по дисциплине «Техническая оснастка для ремонта и обслуживания автомобилей» или в виде отдельного документа, выполненного на листах формата А4.

4.7 Вопросы для защиты работы

Для оценки уровня усвоения материала лабораторной работы рекомендуется следующий перечень контрольных вопросов:

1. Назовите основные части съемника.
2. Перечислите способы приложения усилия выпрессовки к деталям различной формы.
3. Дайте классификацию применяемых захватов.
4. Как определить технологическое усилие при запрессовке детали?
5. Как определить технологическое усилие при выпрессовке детали?
6. Как рассчитать удельное давление на контактной поверхности?

Отчет по лабораторной работе представляется студентом к защите на следующем после проведения лабораторной работы занятии. Защита отчета осуществляется после предварительной проверки и допуска к защите на занятии.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 5

Изучение устройства и методики расчета разборочно-сборочных приспособлений

5.1 Цель работы

Целью выполнения данной лабораторной работы является следующее:

1) приобретение студентами знаний устройства и принципа работы разборочно-сборочных приспособлений;

2) определение основных параметров разборочно-сборочных приспособлений.

5.2 Теоретическое обоснование

Приспособления для ввертывания и вывертывания шпилек

Для соединения деталей в машинах широко применяют разнообразные шпильки. Длину их резьбовой части устанавливают в зависимости от нагрузки (растягивающей силы), приходящейся на шпильку, вида металла, изкоторого сделана деталь, куда ввинчивается шпилька.

Так, например, при ввертывании шпильки в стальную или бронзовую деталь длина резьбы на шпильке должна быть не меньше диаметра шпильки, при ввинчивании в чугунную деталь − не менее 1,3 и в легкие металлы − 2,0 диаметра шпильки.

Основное требование к постановке шпилек на место — их плотная посадка в теле детали, с тем чтобы при отвертывании с них гаек шпильки не вывертывались из деталей.

Однако на практике довольно часто наблюдаются случаи, когда вместе с гайками вывертываются и шпильки. Установлено, что такое явление происходит при несоблюдении натягов во время установки шпилек на место. Для того чтобы они не вывертывались при отвертывании гаек, необходимо их подбирать по отверстиям с таким условием, чтобы момент, необходимый для вывертывания шпильки, составлял 1,3...1,4 момента затяжки гайки, устанавливаемой на другом конце шпильки.

Часто при сборке машин плотность посадки шпилек в деталяхпроверяют на глаз после ввертывания их в тело детали на три-четыре витка резьбы. Следует заметить, что этот способ ненадежен, так как не поддается контролю.

Более совершенный способ — контроль плотности посадки шпильки с помощью динамометрического ключа. Вначале в него руками ввертывают

проверяемую шпильку, затем, удерживая ключ за диск, ввертывают шпильку в тело детали.

Пружинки ключа должны быть затянуты с усилием, обеспечивающим передачу момента. При такой регулировке диск после четырех-пяти оборотов должен начать свободно провертываться. Если этого не происходит или, наоборот, он начинает провертываться через один - два оборота, то шпильку нужно заменить в первом случае на более толстую, а во втором — на более тонкую.

Кроме подбора шпилек по диаметру для их более плотной посадки резьбу ввертываемой части следует покрыть суриком или белилами, разведенными на натуральной олифе.

Плотность постановки шпильки на место можно проверить молотком с медными бойками, постукивая им по ее не нарезанной части. Если шпилька ввернута правильно, то слышится металлический звук без дребезжания.

Завернутая шпилька не только должна плотно сидеть, но и быть перпендикулярной к плоскости детали, в которую она вставлена. Запрещается правка шпилек после их установки на место.

Допустимая неперпендикулярность шпилек, применяемых в ответственных соединениях, например в крышках коренных подшипников коленчатых валов двигателей (ДВС), составляет 0,2...0,4 мм, а для шпилек крепления головок блока двигателей тракторов и автомобилем. В некоторых соединениях важно, чтобы высота выступающей части шпильки после ввертывания ее в тело детали была строго определенной (отклонение ±1...1,5 мм). Контролировать нужную высоту h шпильки удобно шаблоном 2 с верхним и нижним пределами.

Ввертывать и вывертывать шпильки нужно очень аккуратно, применяя соответствующие приемы и приспособления. Особенно осторожно следует свинчивать со шпилек тугосидящие гайки и вывертывать шпильки из тела деталей, так как при этом возможен обрыв шпильки. Он обычно происходит

в месте выхода резьбы из тела детали и вызывает сложные дополнительные операции, связанные с извлечением оставшихся обломков.

Очень часто чрезмерная или неравномерная затяжка гаек на шпильках, крепящих головки к блоку цилиндров, приводит к выпучиванию металла на привалочной плоскости вокруг шпильки. В результате этого головки неплотно прилегают к блоку. Ввертывать и вывертывать шпильки можно с помощью обычных инструментов и гаек, а также специальными приспособлениями с ручным и механическим приводами.

Ручной способ постановки шпилек малопроизводителен. Эффективнее и надежнее использовать обычные сверлильные станки, электрические или пневматические гайковерты или шпильковерты.

Все существующие приспособления по способу захвата шпильки разделяют на два типа: удерживающие шпильку за резьбу ее выступающей части и за поясок, т. е. за не нарезанную часть.

Основной недостаток приспособлений первого типа состоит в том, что если шпилька ввернута в деталь с большим натягом, то возможно вытягивание резьбы выступающей части, а также скручивание шпильки (при значительной длине выступающей части и больших натягах в резьбе).

Приспособления, удерживающие шпильки за поясок, лишены этого недостатка, но они больше по размерам и поэтому не всегда удобны в применении. Кроме того, при использовании эксцентриковых приспособлений на поверхности шпильки остаются следы от накатки и насечки, которые необходимо зачищать бархатным напильником и шкуркой. Об этом нужно помнить и не применять эти ключи при завинчивании чисто обработанных шпилек.

5.3 Аппаратура и материалы

При выполнении лабораторной работы 5 требуется следующее материальное обеспечение:

1) комплект приспособлений для разборочно-сборочных работ;

2) штангенциркуль;

3) набор слесарного инструмента;

4) калькулятор.

5.4 Указания по технике безопасности

При выполнении лабораторной работы 5 обязательным является выполнение следующих мер безопасности:

1) запрещается прикасаться к вращающимся деталям двигателей;

2) включение приборов электрического освещения и электропитания производить только с разрешения ведущего преподавателя или учебного мастера;

3) работу выполнять только в присутствии преподавателя или учебного мастера.

Каждое рабочее место должно быть оснащено исправным технологическим оборудованием, инструментом и принадлежностями; технологическими картами и инструкциями; описью поста и краткой инструкцией по технике безопасности, противопожарными средствами и правилами их применения.

На рабочих местах запрещено: работать учащимся, не прошедшим инструктаж; пользоваться открытым огнем; включать приборы и установки без разрешения преподавателя; хранить горюче-смазочные материалы; включать двигатели и приборы, минуя заводские выключатели; пользоваться неисправным инструментом, заводными рукоятками.

Все рабочие места и вентиляторы двигателей должны иметь индивидуальные металлические ограждения и трафареты с надписями «Двигатель не пускать».

Электропровода должны иметь надежную изоляцию. На клеммах и розетках необходимо указать напряжение.

Не допускаются к лабораторным работам приборы с нарушением герметичности в их соединениях.

5.5 Методика и порядок выполнения работы

Лабораторную работу рекомендуется выполнять в следующей последовательности:

1) изучить устройство универсальных винтовых механических приспособлений для разборки и сборки прессовых соединений;

2) измерить диаметр, длину хода и шаг резьбы винта съемника;

3) выполнить расчет винтового съемника согласно предлагаемой методике;

4) сравнить расчетные величины с реальными значениями винтового съемника;

5) дать краткое описание и выполнить расчет на основании исходных данных, выбранных из таблицы 4.3 в соответствии с индивидуальным вариантом студента.

5.6 Содержание отчета и его форма

Отчет по лабораторной работе выполняется каждым студентом самостоятельно и должен содержать следующее:

1. Название лабораторной работы.
2. Цель работы.
3. Техническую характеристику, описание назначения, устройства и принципа действия разборочно-сборочных приспособлений.
4. Технологический расчет основных параметров разборочно-сборочных приспособлений, выполненный на основании исходных данных, выбранных из таблицы 5.3 в соответствии с индивидуальным вариантом студента.

5. Дату выполнения и подпись студента.

Отчет оформляется в тетради для лабораторных работ по дисциплине «Техническая оснастка для ремонта и обслуживания автомобилей» или в виде отдельного документа, выполненного на листах формата А4.

5.7 Вопросы для защиты работы

Для оценки уровня усвоения материала лабораторной работы рекомендуется следующий перечень контрольных вопросов:

1. Назовите основные части разборочно-сборочных приспособлений.
2. Перечислите способы приложения усилия выпрессовки к деталям различной формы.
3. Дайте классификацию применяемых захватов.
4. Как определить технологическое усилие при запрессовке детали?
5. Как определить технологическое усилие при выпрессовке детали?

Отчет по лабораторной работе представляется студентом к защите на следующем после проведения лабораторной работы занятии. Защита отчета осуществляется после предварительной проверки и допуска к защите на занятии.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1 Анурьев, В. И. Справочник конструктора-машиностроителя : В 3-х т. Т. 3 – 8-е изд., перераб. и доп. / В. П. Анурьев. − М. : Машиностроение, 2001.

2 Фаскиев, Р. С. Проектирование приспособлений: учебное пособие / Р. С. Фаскиев, Е. В. Бондаренко − Оренбург : ИПК ГОУ ОГУ, 2006.

3 Антонюк, В. Е. В помощь молодому конструктору станочных приспособлений / В. Е. Антонюк. − Минск : Беларусь. − 1975.

4 Корсаков, В. С. Основы конструирования приспособлений: учебник для вузов. / В. С. Корсаков. – М. : Машиностроение, 1983.

5 Куклин, Н. Г. Детали машин : учебник для заочных техникумов. Изд. 2-е. / Н. Г. Куклин, Г. С. Куклина. – М. : Высш. школа, 1976.

6 Белоусов, А. П. Проектирование станочных приспособлений : учебное пособие для учащихся техникумов. − 3-е изд., перераб и доп. / А. П. Белоусов. − М. : Высш. школа, 1980.

7 Киркач, Н. Ф. Расчет и проектирование деталей машин : учебное пособие для техн. вузов. / Н. Ф. Киркач, Р. А. Баласанян. − Харьков : Основа, 1991.

8 Ремонт автомобилей : учебник для вузов / Л. В. Дехтеринский [и др.]; под ред. Л. В. Дехтеринского. – М : Транспорт, 1992.

9 ГОСТ 15608-81Е. Пневмоприводы поршневые. Технические условия.

10 ГОСТ 617-90. Трубы медные. Технические условия.

11 ГОСТ8733-74.Трубыстальныебесшовные холоднодеформированные и теплодеформированные. Технические требования. – М., 1974.

12 ГОСТ 4543-71. Прокат из легированной конструкционной стали. Технические условия. – М., 1971.

13 ГОСТ 8734-75. Трубы стальные бесшовные холоднодеформированные. Сортамент. – М., 1975.

14 ГОСТ 494-90. Трубы латунные. Технические условия. – М., 1990.

15 ГОСТ 1412-85. Чугун с пластинчатым графитом для отливок. Марки. – М., 1985.

16 ГОСТ 380-88. Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки. – М., 1988.

17 ГОСТ 1050-88. Прокат сортовой, калиброванный, со специальной отделкой поверхности из углеродистой качественной концентрической стали. Общие технические условия. – М., 1988.

18 ГОСТ 2.104-68. ЕСКД. Основные надписи. – М., 1968.

19 ГОСТ 2.106-96. ЕСКД. Текстовые документы. – М., 1996.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению практических занятий по дисциплине «Технологический процесс и технологическая документация по сборке узлов и изделий» для студентов по направлению 15.02.16 «Технология машиностроения»

Министерство образования и

науки РФФГБОУ ВПО

«Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-
методическому комплексу
_____ А. А. Угаров

Горшков Э.В.

Диагностика, наладка, подналадка и ремонт металлообрабатывающего оборудования

Учебно-методическое пособие
для самостоятельной работы студентов
специальности 15.02.16 Технология машиностроения

Екатеринбург

ОГЛАВЛЕНИЕ

Практическая работа № 1. ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКА ПЛАНОВО-ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНОГО РЕМОНТА (ППР)…….

1.1. Цель работы……

1.2. Основные сведения……

1.3. Методика расчета графика ППР……..

Практическая работа № 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛЕННОСТИ РЕМОНТНОГО ПЕРСОНАЛА…….

2.1. Цель работы……

2.2. Расчет трудоемкости ремонтных работ……

2.3. Расчет штата ремонтного персонала…….

2.4. Определение численности ремонтного персонала……..

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ……

Практическая работа № 1
ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКА ПЛАНОВО-ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНОГО РЕМОНТА (ППР)

1.1. Цель работы

1. Ознакомление с ремонтными нормативами.
2. Получение навыка по перспективному планированию ремонтных работ.

1.2. Основные сведения

Длительная и надежная работа горных машин возможна только при условии систематического и качественного проведения мероприятий по техническому обслуживанию и ремонту.

Под техническим обслуживанием понимают комплекс работ для поддержания исправности или только работоспособности машин при подготовке и использовании по назначению, при хранении и транспортировании.

Ремонт – комплекс работ для поддержания и восстановления исправности или работоспособности машин.

Система технического обслуживания и ремонта – комплекс взаимосвязанных положений и норм, определяющих организацию и порядок проведения работ по техническому обслуживанию и ремонту машин для заданных условий эксплуатации с целью обеспечения показателей качества, предусмотренных нормативной документацией.

В горной промышленности широкое применение получила ***система планово-предупредительного ремонта***. Сущность этой системы заключается в том, что горные машины после определенной наработки подвергаются осмотрам и различным видам ремонтов, периодичность и продолжительность которых определяются в зависимости от конструктивных особенностей машин, ресурса деталей и сборочных единиц и условий их эксплуатации. Система называется ***плановой*** потому, что все ее мероприятия осуществляются по заранее разработанному плану и ***предупредительной*** – потому, что выполняемые работы носят

предупредительный, профилактический характер, исключающий возможность работы машин в условиях прогрессирующего износа.

Для каждой группы оборудования карьера и шахты характерны свои мероприятия по техобслуживанию и ремонту: для одноковшовных и многоковшовных экскаваторов, буровых станков, отвалообразователей, перегружателей, транспортно-отвальных мостов, конвейеров – ежесменное и ежесуточное обслуживание, периодические ремонтные осмотры, текущие и капитальные ремонты. Для тяговых агрегатов, электровозов, дизельэлектровозов, тепловозов, думпкаров, вагонов мероприятия по техническому обслуживанию и ремонту включают заводские (З), подъемочные (П), большие и малые периодические и профилактические ремонты. В комплекс мероприятий по обслуживанию автосамосвалов, скреперов, бульдозеров, рыхлителей погрузчиков входят ежесменное обслуживание (ЕО), технические обслуживания ТО-1 и ТО-2, сезонное обслуживание (СО), текущий (Т) и капитальный (К) ремонты.

Существует долгосрочное, годовое и текущее (месячное) планирование ремонтных работ.

Работа № 1 ограничивается разработкой годового графика ППР. Обоснованное составление перспективного графика ППР предполагает проведение соответствующих расчетов. Основой для расчетов служат ремонтные нормативы (прил. 1–3).

1.3. Методика расчета графика ППР

В практической работе следует произвести расчет и построить годовой график ППР для заданной машины. Ниже приводятся примеры расчета и годовые графики ППР для экскаватора ЭКГ-8И и компрессора К250-61-1.

Пример 1. Исходные данные для расчета экскаватора ЭКГ-8И.

Межремонтные сроки, маш.-ч:

К=22400, Т3=11200, Т2=5600, Т1=2800, РО=466.

Трудоемкость ремонтов, чел.-ч:

К=9330, Т3=3740, Т2=2280, Т1=1280, РО=630.

Продолжительность ремонтов, сутки:

К=30, Т3=12, Т2=8, Т1=4, РО=2.

Режим работы экскаватора:

7-дневная рабочая неделя, количество рабочих смен в сутки – 3, продолжительность смены – 8 часов, коэффициент использования по машинному времени – 0,8.

Машина введена в эксплуатацию 07.07.2013 года после проведения ТЗ. Расчет графика выполнить на 2014 год.

Решение

Исходя из межремонтных сроков, составим структуру ремонтного цикла:

Н – 466$РО_1$ – 932$РО_2$ – 1398$РО_3$ – 1864$РО_4$ – 2330$РО_5$ – – 2800$Т_1$(1) – 3266$РО_6$ – 3732$РО_7$ – 4198$РО_8$ – 4664$РО_9$ – – 5130$РО_{10}$ – 5600$Т_2$(1) – 6066$РО_{11}$ – 6532$РО_{12}$ – 6998$РО_{13}$ – – 7464$РО_{14}$ – 7930$РО_{15}$ – 8400$Т_1$(2) – 8866$РО_{16}$ – 9332$РО_{17}$ – – 9798$РО_{18}$ – 10264$РО_{19}$ – 10730$РО_{20}$ – 11200$Т_3$ – 11666$РО_{21}$ – – 12132$РО_{22}$ – 12598$РО_{23}$ – 13064$РО_{24}$ – 13530$РО_{25}$ – 14000$Т_1$(3) – – 14466$РО_{26}$ – 14932$РО_{27}$ – 15398$РО_{28}$ – 15864$РО_{29}$ – 16330$РО_{30}$ – – 16800$Т_2$(2) – 17266$РО_{31}$ – 17732$РО_{32}$ – 18198$РО_{33}$ – 18664$РО_{34}$ – – 19130$РО_{35}$ – 19600$Т_1$(4) – 20066$РО_{37}$ – 20532$РО_{37}$ – 20998$РО_{38}$ – – 21464$РО_{39}$ – 21930$РО_{40}$ – 22400К.

Цифры в структурной формуле являются нормативным временем постановки машины в ремонт.

Расчет графика ППР для экскаватора ЭКГ-8И начинается с июля месяца, так как экскаватор введен в работу 07.07.2013 г. В ремонтных нормативах для экскаватора межремонтные сроки даны в машино-часах.

Суточная наработка экскаватора составляет

$$3 \cdot 8 \cdot 0{,}8 = 19{,}2 \text{ маш.-ч.},$$

так как экскаватор работает 3 смены, каждая по 8 календарных часов, при коэффициенте использования по машинному времени 0,8.

Определяем количество машино-часов работы экскаватора по месяцам года

$$Т = Д_{рм} \cdot n \cdot t \cdot К_{имв}, \qquad (1.1)$$

где $Д_{рм}$ – количество дней работы экскаватора в месяц; n – количество рабочих смен в сутки; t – продолжительность

смены, ч; $К_{имв}$ – коэффициент использования по машинному времени.

2013 год (маш.-ч)

Июль – 24·3·8·0,8=461
Август – 31·3·8·0,8=595
Сентябрь – 30·3·8·0,8=576
Октябрь – 31·3·80,8=595
Ноябрь – 30·3·8·0,8=576
Декабрь – 31·3·8·0,8=595

2014 год (маш.-ч)

Январь – 31·3·80,8=595
Февраль – 28·3·8·0,8=538
Март – 31·38·0,8=595
Апрель – 30·3·8·0,8=576
Май – 31·3·8·0,8=595
Июнь – 30·3·8·0,8=576
Июль – 31·3·8·0,8=595
Август – 31·3·8·0,8=595
Сентябрь – 30·3·8·0,8=576
Октябрь – 31·3·8·0,8=595
Ноябрь – 30·3·8·0,8=576
Декабрь – 31·3·8·0,8=595

Порядок расчета графика, представленный в табл. 1.1, следующий.

Возможный фонд рабочего времени определяется произведением количества рабочих суток умноженное на суточную наработку машины в маш.-час. Простои в ремонте берутся в ремонтных нормативах и переводятся в машино-часы.

Действительный фонд рабочего времени равен разности возможного фонда и простоев машины в ремонте. Нарастающий фонд рабочего времени есть сумма предыдущего фонда и действительного в данном месяце. Время до ремонта по нормативу и вид ремонта берутся из структурной формулы ремонта.

Срок выполнения ремонта определяется следующим образом. Берем разность нарастающего итога фонда рабочего времени за

предыдущий месяц и временем до ремонта по нормативу в текущем месяце, полученное число делим на количество маш.-часов в сутки. К полученному количеству суток при прерывной рабочей неделе добавляем выходные дни. Получаем дату ремонта (сроки выполнения).

Таблица 1.1

Расчет графика ППР для экскаватора ЭКГ-8И

Месяц/ год	Возможный фонд рабочего времени, маш.-ч	Простой в ремонте		Действительный фонд рабочего времени, маш.-ч	Нарастающий итог фонда рабочего времени, маш.-ч	Время до ремонта по нормативу, маш.-ч	Вид ремонта	Дата ремонта
		сут-ки	маш.-ч					
2013 год								
Июль	461	–	–	461	11661	11666	–	–
Август	595	2 2	38 38	519	12180	11666 12132	$ПО_{21}$ $ПО_{22}$	2, 3, 28, 29
Сентябрь	576	2	38	538	12718	12598	$ПО_{23}$	23, 24
Октябрь	595	2	38	557	13275	13064	$ПО_{24}$	19, 20
Ноябрь	576	2	38	480	13813	13530	$ПО_{25}$	14, 15
Декабрь	595	4	76	519	14332	14000	$Т_1(3)$	11, 12, 13, 14
2014 год								
Январь	595	2	38	557	14889	14466	$ПО_{26}$	8, 9
Февраль	538	2	38	500	15389	14932	$ПО_{27}$	3, 4
Март	595	2	38 38	519	15908	15398 15864	$ПО_{28}$ $ПО_{29}$	1, 2, 26, 27
Апрель	576	2	38	538	16446	16330	$ПО_{30}$	23, 24
Май	595	8	154	441	16887	16800	$Т_2(2)$	19 – 26
Июнь	576	2	38	538	17425	17266	$ПО_{31}$	21, 22
Июль	595	2	38	538	17982	17732	$ПО_{32}$	17, 18
Август	595	2	38	557	18539	18198	$ПО_{33}$	12, 13
Сентябрь	576	2	38	538	19077	18664	$ПО_{34}$	8, 9
Октябрь	595	2 4	38 76	481	19600	19130 19600	$ПО_{35}$ $Т_1(4)$	4, 5, 28 – 31
Ноябрь	576	– 2	– 38	538	20138	20066	- $ПО_{36}$	25, 26
Декабрь	595	2	38	557	20695	20532	$ПО_{37}$	22, 23

На основании табл. 1.1. составляем табл. 1.2.

Таблица 1.2

График ППР экскаватора ЭКГ-8И на 2014 г.

Месяц 2014 года											
Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
8 – 9 / $РО_{26}$	3 – 4 / $РО_{27}$	1–2 / $РО_{28}$ 26–27 / $РО_{29}$	23–24 / $РО_{30}$	19–26 / $Т_2$ (2)	21–22 / $РО_{31}$	17–18 / $РО_{32}$	12–13 / $РО_{33}$	8–9 / $РО_{34}$	4–5 / $РО_{35}$ 28–31 / $Т_1$ (4)	25–26 / $РО_{36}$	22–23 / $РО_{37}$

Примечание. 1. Числитель – дата начала и окончания ремонта.
2. Знаменатель – вид ремонта

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛЕННОСТИ РЕМОНТНОГО ПЕРСОНАЛА

2.1. Цель работы

1. Ознакомиться с методикой расчета годовых затрат труда на производство ремонтных работ.

2. Усвоение методики планирования численности ремонтного персонала.

2.2. Расчет трудоемкости ремонтных работ

Пример расчета трудоемкости ремонта экскаватора ЭКГ-8И приведен в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Расчет годовой программы и трудоемкости ремонта экскаватора

Наименование оборудования	Количество в работе, шт.	Годовая наработка (т), маш.-ч	Межремонтные сроки, маш.-ч				
			К	$Т_3$	$Т_2$	$Т_1$	РО
Экскаватор ЭКГ-8И	12	6269	22400	11200	5600	2800	466

Продолжение табл. 2.1

Количество ремонтов на единицу в год					Годовая программа (количество ремонтов на парк оборудования)				
К	$Т_3$	$Т_2$	$Т_1$	РО	К	$Т_3$	$Т_2$	$Т_1$	РО
0,28	0,28	0,56	1,12	11,21	3,36	3,36	6,72	13,44	134,52

Продолжение табл. 2.1

Трудоемкость одного ремонта, чел.-ч					Трудоемкость на годовую программу, чел.-ч				
К	$Т_3$	$Т_2$	$Т_1$	РО	К	$Т_3$	$Т_2$	$Т_1$	РО

9330	3740	2280	1280	630	31349	12566	15322	17203	84748

Годовая наработка определяется по выражению

$$T = (T_р - T_{рем})\, n \cdot t_c \cdot K_{исп}\,, \qquad (2.1)$$

где $T_р$ – количество рабочих дней предприятия в году; $T_{рем}$ – среднегодовые простои машины в ремонтах, дни; n – число смен работы машины в сутки; $t_с$ – продолжительность смены, ч; $K_{исп}$ – коэффициент использования по машинному времени.

Годовая наработка зависит от режима работы предприятия и от интенсивности использования машины.

Если принять для экскаватора 7-дневную рабочую неделю при 3-х сменной суточной работе с продолжительностью смены 8 часов, то

$$T = (365 - 38{,}5)\, 3 \cdot 8 \cdot 0{,}8 = 6269 \text{ (маш.-ч)}\,,$$

В общем случае $T_р = T_к - T_в - T_п$; $T_к$ – количество календарных дней в году; $T_в$ – количество воскресных дней в году; $T_п$ – количество праздничных дней в году.

Среднегодовые простои экскаватора ЭКГ-8И в ремонтах – $T_{рем}$=38,5 суток – определены следующим образом: исходя из периодичности ремонтов, структура ремонтного цикла имеет вид:

$$5РО–T_1(1) –5РО–T_2(1) –5РО–T_1(2) –5РО–T_3–5РО–T_1(3) –$$
$$–5РО—T_2(2) –5РО–T_1(4) –5РО–К,$$

т. е. количество ремонтов за ремонтный цикл

$$К=1,\ T_3=1,\ T_2=2,\ T_1=4,\ РО=40\ .$$

Таблица 2.2

Суммарные простои за РЦ

Виды ремонтов	Количество ремонтов за РЦ	Нормативные простои в ремонте, сутки	Суммарные простои в ремонте, сутки
К	1	30	30
T_3	1	12	12
T_2	2	8	16
T_1	4	4	16

РО	40	2	80
ИТОГО:			154

Среднегодовые простои определены следующим образом:

$$T_{рем} = N_{сут}/T_l, \qquad (2.2)$$

где $N_{сут}$ – время простоя в ремонтах за ремонтный цикл ($N_{сут}$ = 154); T_l – длительность ремонтного цикла, годы.

$$T_l = t_к / t_{ро} = 22400/466 = 48 \text{ мес.} = 4 \text{ года}; \qquad (2.3)$$

$$T_{рем} = 154/4 = 38{,}5 \text{ сут.}$$

Значение $T_{рем}$ может быть так же определено путем суммирования простоев в ремонте, приведенных в годовом графике ППР (см. табл.1.1).

Значения $K_{имв}$ приведены в табл. 2.3.

Таблица 2.3

Оборудование шахты

Наименование оборудования	Коэффициент использования машины по времени, $K_{имв}$	Наименование оборудования	Коэффициент использования машины по времени, $K_{имв}$
Комбайны очистные	0,5	Электровозы	0,9
Крепи механизированные	1	Лебедки, работающие в очистном забое	0,6
Комбайны проходческие	0,35	Лебедки, работающие на подготовительных выработках	0,8
Конвейеры скребковые	0,5		
Конвейеры ленточные	0,8	Буровые станки	0,5
Погрузочные машины	0,7	Подъемные машины	0,8
Насосные станции (комплексов)	0,9	Вагонетки	0,7

Для оборудования, не приведенного в табл. 2.3, значения $K_{имв}$ принимать:

- для забойного – 0,4;
- незабойного – 0,7.

Количество ремонтов в год, приходящееся на одну машину, определяется по нижеприведенным формулам (табл. 2.4).

Вид ремонта	Расчетная формула
Капитальный – К	$N_k = \text{Т}/t_k$
Текущий – Т_2	$N_{\text{Т2}} = \text{Т}/t_{\text{Т2}} - N_k$
Текущий – Т_1	$N_{\text{Т1}} = \text{Т}/t_{\text{Т1}} - (N_k + N_{\text{Т2}})$
Ремонтный осмотр – РО	$N_{\text{РО}} = \text{Т}/t_{\text{Р0}} - (N_k + N_{\text{Т2}} + N_{\text{Т1}})$

Таблица 2.4

Количество ремонтов по видам в год

*Примечани*е. Т – годовая наработка, маш.-ч (ч, км, т, $м^3$ и т. п.);
t_k, $t_{\text{Т2}}$, $t_{\text{Т1}}$, $t_{\text{Р0}}$ – межремонтные периоды соответственно между капитальными, текущими ремонтами и ремонтными осмотрами, маш.-ч (ч, км, т, $м^3$ и т. п.).

При отсутствии нормативных данных по какому-либо типу оборудования трудоемкость ремонтов определяется по конструктивно и функционально подобному аналогу приведением по массе или стоимости.

$$\text{Т}_1 = \text{Т}_2 \sqrt[3]{(P_1/\text{P}_2)^2}, \quad \text{Т}_1 = \text{Т}_2 \sqrt[3]{(\text{С}_1/\text{С}_2)^2}, \qquad (2.4)$$

где Т_1 – трудоемкость ремонта машины (искомая), чел-ч; Т_2 – трудоемкость ремонта однотипной машины (известная); P_1 и P_2 – масса машины (искомая и известная), т; С_1 и С_2 – стоимость машины (искомая и известная), тыс. руб.

При расчете трудоемкости ремонтных работ скребковых и ленточных конвейеров следует иметь ввиду, что в нормативах затраты труда приведены на ремонт привода. Затраты труда на ремонт роликов, лент и металлоконструкций учитываются

отдельно, а нормативы приведены в примечаниях названных ниже источников.

Количество ремонтов в год, приходящееся на одну машину, определяется по нижеприведенным формулам:

$$N_k = \text{Т}/t_k = 6269/22400 = 0{,}28, \quad (2.5)$$

$$N_{\text{Т3}} = \text{Т}/t_{\text{Т3}} - N_k = (6269/11200) - 0{,}28 = 0{,}28, \quad (2.6)$$

$$N_{\text{Т2}} = \text{Т}/t_{\text{Т2}} - (N_k + N_{\text{Т3}}) = (6269/5600) - (0{,}28+0{,}28)=0{,}56, \quad (2.7)$$

$$N_{\text{Т1}} = \text{Т}/t_{\text{Т1}} - (N_k + N_{\text{Т3}} + N_{\text{Т2}}) = (6269/2800)-,28+0{,}28+0{,}56)=1{,}12 \quad (2.8)$$

$$N_{\text{Р0}} = \text{Т}/t_{\text{Р0}} - (N_k + N_{\text{Т3}} + N_{\text{Т2}} + N_{\text{Т1}}) =$$

$$=(6269/466)-(0{,}28+0{,}28+0{,}56+1{,}12)=11{,}21. \quad (2.9)$$

Трудоемкость на годовую программу (см. табл. 2.1) распределяется по видам работ. Процентное соотношение между видами работ приводится в нормативах для соответствующего вида оборудования.

Пример распределения трудоемкости по видам работ для экскаватора ЭКГ-8И приведен в табл. 2.5.

Работы, выполняемые сторонними организациями, из расчета исключаются (например, капитальный ремонт, проводимый в условиях специализированного ремонтного предприятия).

Трудоемкость для табл. 2.5 берется из табл. 2.1.

2.3. Расчет штата ремонтного персонала

Пример 1. Штаты ремонтной службы определяются численностью тех профессий, которые непосредственно заняты на текущих ремонтах (слесари, электрики, станочники и др.).

Таблица 2.5

Расчет штата ремонтного персонала

Наименование оборудования	Вид ремонта				
	Т_3				
	трудоемкость ремонта, чел.-ч.	виды работ			
		станочные	слесарные	эл. ремонтные	прочие
		% чел.-ч	% чел.-ч	% чел.-ч	% чел.-ч
Экскаватор ЭКГ-8И	12566	20 2513	40 5026	20 2513	20 2513

T_2					T_1				
Трудоемкость ремонта, чел.-ч.	виды работ				трудоемкость ремонта, чел.-ч.	виды работ			
	станочные	слесарные	эл. ремонтные	прочие		станочные	слесарные	ремонт-ные ные	прочие
	% чел.-ч	% чел.-ч	% чел.-ч	% чел.-ч		% чел.-ч	% чел.-ч	% чел.-ч	% чел.-ч
15322	15 2298	50 7661	15 2298	20 3064	17203	12 2064	55 9462	12 2064	21 3613

Продолжение табл. 2.5

Продолжение табл. 2.5

Вид ремонта					Суммарная трудоемкость по видам работ, чел.-ч			
РО								
Трудоемкость ремонта, чел.-ч.	виды работ							
	станочные	слесарные	эл. ремонтные	прочие				
	% чел.-ч	% чел.-ч	% чел.-ч	% чел.-ч	станочные	слесарные	эл. ремонтные	прочие
84748	8 6780	60 50848	12 10170	20 16950	19925	72997	21747	33977

Количество ремонтных рабочих (без дежурных электрослесарей), чел.

$$N_р = (Т_в – Т_{мб})К_р/ Ф_р, \qquad (2.10)$$

где $Т_в$ – трудоемкость по видам работ (см. табл. 2.5), чел.-ч; $Т_{мб}$ – трудоемкость участия машинных бригад в ремонтах обслуживаемого оборудования (учитывается только при определении слесарной группы), чел.-ч; $К_р$ – коэффициент резерва, учитывающий непредвиденные работы (устранение внезапных отказов и др.), $К_р$ = 1,1; $Ф_р$ – годовой фонд времени производственного рабочего, ч; $Ф_р$ = 1820 ч.

Участие машинных бригад $Т_{мб}$(чел.-ч.) в ремонтах

$$Т_{мб} = \sum_{i=1}^{n}\sum_{i=1}^{m} N_{мбi} \cdot П_{нi} \cdot К_у \ , \qquad (2.11)$$

где n – количество машин разного типа на предприятии; m – количество разных видов ремонтов, предусмотренных для n-й

машины; $N_{мбi}$ – количество членов машинной бригады *i*-го вида оборудования, чел; $П_{нi}$ – нормативная длительность простоя *i*-го вида оборудования в ремонтах в течении года, ч; $К_у$ – коэффициент участия, зависящий от фактической возможности и эффективности использования членов машинной бригады на ремонтах, определяемый их квалификацией и графиком работы ($К \leq 1$ – принимается по данным предприятия).

Определим годовые затраты труда машинистов на ремонт экскаватора ЭКГ-8И

$$Т_{мб(ЭКГ\text{-}8И)} = \sum_{i=1}^{n}\sum_{i=1}^{m} N_{мб(ЭКГ\text{-}8И)} П_{н(ЭКГ\text{-}8И)} К_у = \quad (2.12)$$

$$= 2 \cdot 3(322,6+430,1+430,1+2152,3)0,8 = 15908 \text{ ч},$$

где n=1 (ЭКГ-8И); m=4 ($Т_3$, $Т_2$, $Т_1$, РО); $N_{мб}$ = 2·3 = 6 чел. (для ЭКГ-8И в одну смену работают машинист и помощник машиниста, а количество рабочих смен в сутки 3); $П_{Н1}$ = 12·8·3,36 = = 322,6 ч – простои X_0 $Т_3$; $П_{Н2}$ = 8·8·6,72 = 430,1 ч – простои X_0 $Т_2$;

$П_{Н3}$ = 4·8·13,44 = 430,1 ч – простои X_0 $Т_1$; $П_{Н4}$ = 2·8·134,52 = 2152,3 ч – простои X_0 РО; 12, 8, 4, 2 – нормативная продолжительность ремонтов соответственно $Т_3$, $Т_2$, $Т_1$, РО (приводится в ремонтных нормативах) ч; 8 – длительность смены при ремонте, ч; 3,36; 6,72; 13,44; 134,52 – годовая программа по видам ремонта $Т_3$, $Т_2$, $Т_1$, РО (из табл. 2.1); $К_у$ = 0,8.

Количество рабочих-станочников

$$N_{р.стан.} = 12,04, \text{ принимаем, } N_{р.стан.} = 12 \text{ чел.}$$

Количество рабочих-слесарей

$$N_{р.слес.} = 34,5, \text{ принимаем } N_{р.слес.} = 35 \text{ чел.}$$

Количество рабочих-электриков

$$N_{р.эл.} = 13,14, \text{ принимаем } N_{р.эл.} = 13 \text{ чел.}$$

Количество рабочих прочих специальностей

$$N_{\text{р.проч}} = 20{,}5, \text{ принимаем } N_{\text{р.проч}} = 21 \text{ чел.}$$

Количество трудящихся ремонтной службы, чел.

$$N_{\text{рс}} = \sum_{i=1}^{q} N_{\text{р}i} + N_{\text{д}} + N_{\text{в}} + N_{\text{итр}}\,, \qquad (2.13)$$

где q – количество профессий ремонтников; N_{pi} – численность ремонтников i-й профессии; $N_{\text{д}}$ – численность дежурного персонала (зависит от режима работы предприятия и директивных распоряжений по отрасли); $N_{\text{в}}$ – количество вспомогательных рабочих, чел.

$$N_{\text{в}} = (0{,}10 \div 0{,}15)(N_{\text{р}} + N_{\text{д}})\,, \qquad (2.14)$$

$N_{\text{итр}}$ – количество инженерно-технических работников (по штатному расписанию предприятия и директивным распоряжениям по отрасли). При отсутствии таких данных приближено, чел.

$$N_{\text{итр}} = 0{,}1(N_{\text{р}} + N_{\text{д}} + N_{\text{в}}), \qquad (2.15)$$

Результаты расчетов заносим в табл. 2.6.

Таблица 2.6

Профессия	Трудоемкость по видам работ, чел.-ч	Годовой фонд времени рабочего данной профессии, ч	Количество человек	
			по расчету	приня-тое
Слесарь	57089	1820	34,5	35
Электромонтер	21747	1820	13,14	13
Станочник	19925	1820	12,04	12
Прочие	33977	1820	20,5	21
Итого ремонтников:				81

Численность дежурного персонала принята 2 человека.

$$N_{\text{в}} = 0{,}1(81+2) = 8 \text{ чел.}$$

$$N_{\text{итр}} = 0{,}1(81+2+10) = 9 \text{ чел.}$$

Количество трудящихся ремонтной службы

$$N_{\text{рс}} = 81+2+8+9=100 \text{ чел.}$$

Пример 2. Исходные данные для расчета компрессора К250-61-1.

Межремонтные сроки (маш.-ч.)

К=27000, $Т_2$=9000, $Т_1$=3000, РО=1000.

Трудоемкость ремонтов (чел.-ч.)

К=1500, $Т_2$=400, $Т_1$=180, РО=45.

Продолжительность ремонтов (сутки)

К=30, $Т_2$=15, $Т_1$=6, РО=1.

Режим работы компрессора: 5-дневная рабочая неделя, количество смен в сутки – 2, продолжительность времени – 12 часов, коэффициент использования по машинному времени – 0,8.

Компрессор введен в эксплуатацию 07.09.2013 года после проведения капитального ремонта.

Расчет графика ППР выполнить на 2014 год

Решение

Исходя из межремонтных сроков, составим структуру ремонтного цикла:

К–1000$РО_1$ – 2000$РО_2$ – 3000$Т_{1(1)}$ – 4000$РО_3$ – 5000$РО_4$ – 6000$Т_{1(2)}$ – –7000$РО_5$ – 8000$РО_6$ – 9000$Т_{2(1)}$ – 10000$РО_7$–11000$РО_8$ – 12000$Т_{1(3)}$ – – 13000$РО_9$ – 14000$РО_{10}$ – 15000$Т_{1(4)}$ – 16000$РО_{11}$ – 17000$РО_{12}$ – –18000$Т_{2(2)}$ – 19000$РО_{13}$ – 20000$РО_{14}$ – 21000$Т_{1(5)}$ – 22000$РО_{15}$ – –23000$РО_{16}$ – 24000$Т_{1(6)}$ – 25000$РО_{17}$ – 26000$РО_{18}$ – 27000К.

Расчет графика ППР для компрессора К250-61-1 начинаем с 07.09.2013 года. Определяем количество машино-часов работы компрессора по месяцам года

2013 год (маш.-ч)

Сентябрь	–	18·2·12·0,8=3461
Октябрь	–	21·2·12·0,8=403
Ноябрь	–	21·2·12·0,8=403
Декабрь	–	22·2·120,8=422

2014 год (маш.-ч)

Январь	–	16·2·12·0,8=307
Февраль	–	19·2·12·0,8=365

Март	–	22·2·12·0,8=422
Апрель	–	21·2·12·0,8=403
Май	–	21·2·12·0,8=403
Июнь	–	22·2·12·0,8=422
Июль	–	21·2·12·0,8=403
Август	–	23·2·12·0,8=442
Сентябрь	–	22·2·12·0,8=422
Октябрь	–	21·2·12·0,8=403
Ноябрь	–	21·2·12·0,8=403
Декабрь	–	22·2·12·0,8=422

Результаты расчета графика ППР заносим в табл. 2.7.

Таблица 2.7

Расчет графика ППР для компрессора К250-61-1

Месяц/ год	Возможный фонд рабочего времени, маш.-ч	Простой в ремонте		Действительный фонд рабочего времени, маш.-ч	Нарастающий итог фонда рабочего времени, маш.-ч	Время до ремонта по нормативу, маш.-ч	Вид ремонта	Сроки выполнения ремонта
		сутки	маш.-ч					
2013 год								
Сентябрь	346	–	–	346	346	–	–	–
Октябрь	403	–	–	403	749	–	–	–
Ноябрь	403	1	19,2	384	1133	1000	$ПО_1$	21
Декабрь	422	–	–	422	1555	2000	$ПО_2$	–
2014 год								
Январь	307	–	–	307	1862	2000	$ПО_2$	–
Февраль	365	1	19,2	346	2208	2000	$ПО_2$	10
Март	422	–	–	422	2630	3000	$Т_{1(1)}$	–
Апрель	403	1,8	33	370	3000	3000	$Т_{1(1)}$	29–30
Май	403	4,2	82	321	3321	3000	$Т_{1(1)}$	2–5
Июнь	422	–	–	422	3743	–	–	–
Июль	403	1	19,2	384	4127	4000	$ПО_3$	14
Август	442	–	–	442	4569	–	–	–
Сентябрь	422	–	–	422	4981	–	–	–
Октябрь	403	1	19,2	384	5365	5000	$ПО_4$	3
Ноябрь	403	–	–	403	5768	–	–	–
Декабрь	422	6	115,2	307	6075	6000	$Т_{1(2)}$	13–18

На основании табл. 2.7 составляем табл. 2.8.

Таблица 2.8

График планово-предупредительных ремонтов компрессора К-250-61-1 на 2014 год

Наименование оборудования	Месяц года											
	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
К-250-61-1	– / –	10 / PO_2	– / –	29-30 / $T_{1(1)}$	2-5 / $T_{1(1)}$	– / –	14 / PO_3	– / –	– / –	3 / PO_4	– / –	13-18 / $T_{1(2)}$

Примечания: 1. Числитель – дата начала и окончания ремонта.
2. Знаменатель – вид ремонта

2.4. Определение численности ремонтного персонала

Расчет трудоемкости ремонтных работ

Пример расчета трудоемкости ремонта компрессора К250-61-1 приведен в табл. 2.9.

Таблица 2.9

Расчет годовой программы и трудоемкости ремонта компрессора К250-61-1

Наименование оборудования	Кол-во в работе	Годовая наработка	Межремонтные сроки, маш.-ч			
			К	текущие		РО
				Т2	Т1	
К250-61-1	8	4549	27000	9000	6000	1000

Продолжение табл. 2.9

Кол-во ремонтов на единицу в год				Годовая программа			
	текущие				текущие		
К	Т2	Т1	РО	К	Т2	Т1	РО
0,18	0,33	0,25	3,78	1,44	2,64	2	30,24

Окончание табл. 2.9

Трудоемкость одного ремонта, чел.-ч	Трудоемкость на годовую программу, чел.-ч

К	текущие		РО	К	текущие		РО
	Т2	Т1			Т2	Т1	
1500	400	180	45	2160	1056	360	1361

Годовая наработка может быть определена из графика ППР на 2014 год (табл. 2.7) путем суммирования действительного фонда рабочего времени за год.

Трудоемкость на годовую программу распределяется по видам работ. Процентное соотношение между видами работ берется в нормативах для соответствующего вида оборудования (табл. 2.10).

Таблица 2.10

Распределение трудоемкости по видам работ

Наименова-ние оборудова-ния	Вид ремонта					
	трудоем-кость ремонта, чел.-ч.	К				
		виды работ				
		станочные	слесарные	эл. ремонтные	прочие	
		%/чел.-ч.	%/чел.-ч.	%/чел.-ч.	%/чел.-ч.	
Компрессор К250-61-1	2160	22 475	43 929	25 540	10 216	

Продолжение табл. 2.10

Вид ремонта				
Трудоемкость ремонта, чел.-ч.	T_2			
	виды работ			
	станочные	слесарные	эл. ремонтные	прочие
	%/чел.-ч.	%/чел.-ч.	%/чел.-ч.	%/чел.-ч.
1056	**12** **127**	**52** **549**	**28** **296**	**8** **84**

Продолжение табл. 2.10

Вид ремонта				
трудоемкость ремонта, чел.-ч.	T_1			
	виды работ			
	станочные	слесарные	эл. ремонтные	прочие
	%/чел.-ч.	%/чел.-ч.	%/чел.-ч.	%/чел.-ч.
360	–	**56** **202**	**30** **108**	**14** **50**

Продолжение табл. 2.10

Вид ремонта				
трудоемкость ремонта, чел.-ч.	РО			
	виды работ			
	станочные	слесарные	эл. ремонтные	прочие
	%/чел.-ч.	%/чел.-ч.	%/чел.-ч.	%/чел.-ч.
1361	–	51 694	22 299	17 368

Окончание таблицы 2.10

Суммарная трудоемкость по видам работ, чел.-ч.			
станочные	слесарные	эл. ремонтные	прочие
702	2374	1243	718

Количество ремонтных рабочих определяется по формуле (2.3), участие машинных бригад – по формуле (2.11).

Необходимое количество станочников

$$N_{\text{р.стан}} = 0{,}42 \ .$$

Потребное количество слесарей

$$N_{\text{р.слес}} = \frac{\left(2340 - 2590\right) 1{,}1}{1820} = -0{,}1 \text{ чел.}$$

$$T_{\text{мб}} = 2 \cdot 30 \cdot 12 \cdot 1{,}44 \cdot 0{,}8 + 2 \cdot 15 \cdot 12 \cdot 2{,}64 \cdot 0{,}8 +$$
$$+ 2 \cdot 6 \cdot 12 \cdot 2{,}0 \cdot 0{,}8 + 2 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 30{,}24 \cdot 0{,}8 =$$
$$= 829 + 950 + 230 + 581 = 2590 \text{ чел.-ч.}$$

При проведении капитального ремонта компрессора в условиях горного предприятия обходятся составом машиной бригады, поэтому дополнительных слесарных рабочих не требуется.

Количество электрослесарей для производства электроремонтных работ

$$N_{\text{р.эл.слес.}} = 0{,}75 .$$

Количество рабочих прочих специальностей

$$N_{\text{р.пр.}} = 0{,}43.$$

Результаты заносятся в табл. 2.11.

Таблица 2.1

Штат рабочих ремонтной службы

Профессия	Трудоемкость по видам работ, чел.-ч.	Годовой фонд времени рабочего данной профессии, ч	Количество человек	
			по расчету	принятое
Станочник	702	1820	0,4	1
Слесари	2374	1820	-0,1	0
Эл. слесарь	1243	1820	0,75	1
Прочие	718	1820	0,43	1
Итого:				3

Численность дежурного персонала принята один человек.

Количество вспомогательных рабочих

$$N_{\text{в}} = 0{,}1(3+1) = 0{,}4 \text{ чел.}$$

Принято один человек.

Количество инженерно-технических рабочих

$$N_{итр} = 0{,}1(3+1+1) = 0{,}5.$$

Принято один человек.

Количество трудящихся ремонтной службы

$$N_{рс} = 3+1+1+1 = 6 \text{ чел.}$$

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Боярских Г. А*. Основы эксплуатации горных машин и оборудования: учебник. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2011. 407 с.

2. *Карьерный автотранспорт: состояние и перспективы* / П. Л. Мариев, А. А Кулешов, А. Н. Егоров и [др.]. СПб.: Наука, 2004. 429 с.

3. Техническое обслуживание и ремонт горного оборудования / Ю. Д. Глухарев, В. Ф. Замышляев, В. В. Кармазин [и др.] / под ред. В. Ф. Замышляева. М.: Изд. центр «Академия», 2003. 400 с.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____ А. Упоров

Методическое руководство по выполнению курсовой работы по дисциплине Реализация технологических процессов в машиностроительном производстве для студентов специальности 15.02.16 Технология машиностроения «Оценка экономической эффективности проектных решений».

Екатеринбург

ВВЕДЕНИЕ

В условиях рыночной экономики предприятия стремятся найти новые пути для повышения эффективности производства, повышения уровня рентабельности. В данной ситуации предприятия нуждаются в дополнительных финансовых вложениях (привлечении инвесторов), на создание новой продукции, поддержание мощности действующего предприятия, техническое перевооружение и т.д.

Целью данной работы является обоснование экономической эффективности инвестиций. Для этого необходимо: определить необходимый размер инвестиции, рассчитать издержки производства, услуг, финансовый результат, оценить эффективность инвестиций.

1. Формирование инвестиций

1.1. Инвестиционные затраты

Инвестиционные затраты (капиталообразующие инвестиции) необходимые для строительства, реконструкции, модернизации, расширения действующего предприятия или участка, предназначенные для производства новых видов продукции и услуг; поддержания мощности действующего предприятия; прироста оборотных средств, необходимых для нормального функционирования предприятия.

Затраты на строительство нового объекта зданий и сооружений определяются по укрупненным показателям стоимости единицы объема или по нормативным удельным капитальным вложениям для различных производств.

Стоимость здания может быть определена по формуле:

$$С_{ЗД} = V_{ЗД} \times Ц_{ЗД}\ ,\quad \text{руб.}$$

$$С_{ЗД} = К_{С.М.Р.} \times М \times k\ ,\ \text{руб.}$$

где $V_{ЗД}$ – объем здания, $м^3$;

$Ц_{ЗД}$ – стоимость 1 $м^3$ объема здания с учетом затрат на создание отопления, вентиляции, водопровода, электроосвещения и т.д., составляющих примерно 20 % стоимости строительной части, руб./$м^3$;

$К_{С.М.Р.}$ – удельные капитальные вложения в строительно-монтажные работы на 1 единицу производственной мощности, руб./натур. ед.;

M - производственная мощность объекта, натур. единицы;

k - коэффициент пересчета стоимости СМР.

Если ведется строительство нового предприятия, определяется стоимость занимаемого земельного участка, исходя из площади отвода и кадастровой оценки земли по формуле:

$$С_{ЗЕМ.УЧ.} = S_{ОТВ.} \times Ц_К \ , \quad \text{руб.}$$

где $S_{ОТВ.}$ – площадь отвода под строительство объекта, га;

$Ц_К$ – кадастровая оценка земли, руб./га.

В случае аренды земельного участка величина арендной платы определяется в соответствии с договором между арендопользователем и арендодателем.

При определении **затрат на технологическое оборудование** встает вопрос: приобрести оборудование или арендовать по лизингу. Необходимо сравнить денежные потоки связанные с приобретением оборудования и платежами определяемыми договором аренды (лизинговым соглашением).

Составляется смета на приобретение и монтаж оборудования по форме приведенной в таблице 1.1.

Пояснения к таблице 1.1:

1. Стоимость технологического, силового, транспортного и прочего оборудования определяется по договорным ценам.
2. Стоимость запасных частей берется в размере – 3 % от общей стоимости оборудования (гр.5).
3. Транспортные расходы принимаются в % от гр. 7 в соответствии с расстоянием при транспортировке:
   свыше 5 тыс.км – 15 %
   от 3 до 5 тыс.км - 12 %
   от 2 до 3 тыс.км - 10 %
   от 1 до 2 тыс.км - 8 %
   менее 1 тыс.км - 5 %
4. Заготовительно-складские расходы берутся в размере 1,2 – 1,5% от гр.7.
5. Всего стоимость франко-приобъектный склад определяется суммированием граф 7, 8, 9.

Таблица 1.1

Операция	Наименование оборудования	Кол-во единиц	Покупная цена, руб.		Стоимость запасных частей, руб.	Итого, руб.	Транспортные расходы, руб.	Заготовительно-складские расходы, руб.	Всего стоимость франко приобъектный склад, руб.	Монтаж оборудования, руб.	Сметная стоимость, руб.
			единицы	общая							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ИТОГО Неучтенное оборудование ВСЕГО											

6. Стоимость монтажа принимается в размере 1,5 – 5 % от гр.10.
7. Сметная стоимость определяется суммированием граф 10, 11.
8. Неучтенное оборудование принимается в размере 3,5 % от общей сметной стоимости.

При аренде размер платежей за аренду оборудования определяется в соответствии с договором аренды.

При **лизинг-аренде** общая сумма лизинговых платежей складывается из амортизационных отчислений, платы за кредитные ресурсы, за дополнительные услуги лизингодателя, комиссионные выплаты и налога на добавленную стоимость, уплачиваемого лизингодателем в бюджет.

На основании расчетов инвестиционных затрат, составляется сводная смета с указанием направления использования инвестиций (табл. 1.2).

Пояснение к таблице 1.2:

- подготовка строительной площадки - 1% от стоимости зданий и сооружений;
- приобретение лицензий, лицензионной технологии берется по данным предприятия;
- строительство зданий и сооружений – берется из подраздела 1.1;

Таблица 1.2

Направление инвестирования	Сумма, руб.
1. Приобретение земли или аренда	
2. Подготовка площади	
3. Приобретение лицензионных технологий, лицензий	
4. Строительство зданий и сооружений	
5. Подготовка к производству	
6. Приобретение технологического оборудования или лизинг-аренда	
7. Оборотный капитал	
Всего инвестиций	

- приобретение технологического оборудования – таблица 1.1;
- подготовка производства – принимают 10 % от стоимости оборудования;
- оборотный капитал – принимается в размере 10 – 15 % от суммы предыдущих статей без учета стоимости земельного участка.

1.2. Источники инвестирования

После установления потребного объема инвестиций необходимо установить конкретный источник инвестирования.

Источниками инвестирования являются:

1. Собственные финансовые средства (акционерный капитал, прибыль, накопление, амортизационные отчисления и т.д.).
2. Ассигнования из федерального, региональных и местных бюджетов.
3. Иностранные инвестиции, предоставляемые в форме финансового или иного участия в уставном капитале совместных предприятий, а также в форме прямых вложений международных организаций, финансовых институтов и т.д.
4. Различные формы заемных средств: кредиты предоставляемые государством на возвратной основе, кредиты иностранных инвесторов, облигационные займы, кредиты коммерческих банков, кредиты поставщиков и другие средства.

Источники инвестирования сводятся в таблицу 1.3.

Таблица 1.3

Наименование источников инвестирования	Сумма, тыс. руб.
1. Акционерный капитал	
2. Собственный капитал (чистая прибыль, амортизационные отчисления)	
3. Банковский кредит	
4. Ассигнования из бюджета	
5. Кредит поставщика	
6. Прочие инвесторы	
Всего инвестиций, тыс. руб.	

II. Расчет издержек производства, услуг

2.1. Расчет численности промышленно-производственного персонала

Расчет численности рабочих начинается с разработки проектного баланса рабочего времени на одного рабочего (таблица 2.1). При этом учитываются режим работы предприятия, сменность, продолжительность рабочей недели, планируемые невыхода, предусмотренные законодательством о труде.

Таблица 2.1

Статьи баланса	Непрерывное производство	Периодическое производство
1. Календарное число дней в году		
2. Выходные дни согласно графику сменности		
3. Праздничные дни		
4. Номинальный фонд рабочего времени		
5. Невыходов, всего в том числе по причинам: - отпуск - дни нетрудоспособности - выполнение обществ. и государ. обязанностей - прочие неявки с разрешения администрации		
6. Полезный фонд рабочего времени - дни - часы		
7. Коэффициент списочного состава	Ксп = гр.1/гр.6	Ксп = гр.4/гр.6

Пояснения к таблице 2.1:

1. Номинальный фонд рабочего времени определяется

$$Н_{Ф.Р.В.} = К_{ч} – Вых.– Праз., \quad дни$$

где $К_{ч}$ – календарное число дней;

Вых. – выходные дни;

Праз. – праздничные дни.

2. Полезный фонд рабочего времени определяется

$$Пф.р.в._{(дни)} = Нф.р.в. – Неяв., \ дни$$

3. Полезный фонд рабочего времени в часах определяется

$$Пф.р.в._{(часы)} = Пф.р.в. \times tсм, \ час$$

где tсм – продолжительность смены, час.

Явочная численность ($n_{ЯВ}$), минимальное количество рабочих, необходимое для выполнения производственного процесса за смену определяется по формулам:

а) по нормам выработки для ручных и машино-ручных операций

$$n_{ЯВ} = \frac{Qсм}{Нвыр \times Кп}$$

где $Q_{СМ}$ – объем выпускаемой продукции за смену в натуральном выражении;

$Н_{ВЫР}$ – сменная норма выработки продукции на одного рабочего;

$К_{п}$ – коэффициент выполнения норм выработки.

б) по нормам времени $n_{ЯВ} = \frac{Qсм \times Нвр}{Тсм \times Кп}$

где $Н_{ВР}$ – норма времени на производство единицы продукции;

$Т_{СМ}$ – продолжительность смены, ч.

в) по нормам обслуживания для рабочих основных профессий

$$n_{ЯВ} = n_{ОБОР} \text{ x } Н_{ОБСЛ},$$

где $n_{ОБОР}$ – число единиц рабочего оборудования;

$Н_{ОБСЛ}$ – норма обслуживания рабочего оборудования.

г) по нормам обслуживания $n_{ЯВ} = \frac{n}{Нобсл}$

где n – число единиц обслуживаемого оборудования;

$Н_{ОБСЛ}$ – норма обслуживания, кол-во единиц оборудования, обслуживаемых одним рабочим в течении смены.

Явочная численность может быть рассчитана по штатным нормативам, путем расстановки по рабочим местам.

Списочная численность определяется по формуле

$$n_{СС} = n_{ЯВ} \times K_{СС}$$

Результаты расчета списочной численности рабочих сводятся в таблицу 2.2.

Таблица 2.2

Наименование профессии	Явочная численность, чел.				Коэф. списоч. состава	Списоч. числен., чел.
	1 смена	2 смена	3 смена	Итого		
1. Основные рабочие: 1.1. … 1.2. … Итого						
2. Рабочие по ремонту 2.1. … 2.2. … Итого						
3. Вспомогательные рабочие 3.1. … 3.2. … Итого						
Всего						

Численность руководителей, специалистов и служащих определяется в соответствии с производственной структурой объекта (предприятия), штатным расписанием.

Приводится режим работы предприятия, составляется график выходов.

2.2. Расчет фонда заработной платы

Фонд заработной платы рассчитывается на основе принятой формы и системы оплаты труда по предприятию.

Годовой фонд заработной платы складывается из фондов основной и дополнительной заработной платы.

Повременная форма оплаты труда

Расчет фонда заработной платы рабочих оформляется в таблицу 2.3.

Пояснения к заполнению таблицы 2.3:

1. Списочная численность берется из таблицы 2.2.
2. Тарифный разряд берется по данным предприятия.

Таблица 2.3

Наименование профессии	Списочный состав, чел.	Тарифный разряд	Фонд основной заработной платы, тыс. руб.								Фонд дополнительной заработной платы	Всего годовой фонд заработной платы
			Количество человеко-часов	Часовая тарифная ставка	За работная плата по тарифу	Доплаты			Итого	Фонд зарплаты с учетом район. коэф.		
						Премии	Прочие доплаты	Всего доплат				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Всего												

3. Количество человеко-часов определяется по формуле

$$Кчел.-час. = Пф.р.в._{(ЧАСЫ)} \times n_{с.с.}$$

где $Пф.р.в._{(ЧАСЫ)}$ – полезный фонд рабочего времени, час;

$n_{с.с.}$ – списочная численность

4. Часовая тарифная ставка определяется по тарифной сетке в соответствии с разрядом рабочего по данным предприятия.

5. Заработная плата по тарифу определяется: гр.6 = гр.4 × гр.5

6. Доплаты: размер премии принимается по данным предприятия; прочие доплаты - за работу в вечернюю и ночную смены в среднем принимается 7-10% от гр.6; доплаты за работу в праздничные дни принимаются – 2,7 % от гр.6.

7. Всего доплат – гр.9 = гр.7 + гр.8

8. Итого гр.10 = гр.6 + гр.9

9. Гр.11 = гр.10 × Кр, где Кр – районный коэффициент, зависящий от местонахождения предприятия, Кр ≥ 1.

10. В фонд дополнительной заработной платы рабочих включаются:

- оплата очередных и дополнительных отпусков;
- оплата времени исполнения государственных обязанностей;
- прочие доплаты (оплата выслуги лет, пособия и т.д.).

В среднем дополнительная заработная плата принимается 10 % от суммы основной заработной платы с учетом районного коэффициента гр.12 = гр.11 × 0,1

11. Общий фонд заработной платы: гр.13 = гр.11 + гр.12

Сдельная форма оплаты труда

Таблица 2.4

Наименование профессии	Списочный состав, чел.	Годовой объем работы	Технически обоснованная норма в смену (час)	Фонд основной заработной платы, тыс. руб.								Фонд дополнительной заработной платы	Всего годовой фонд заработной платы
				Часовая (сменная) тариф-ная ставка	Сдельная расценка	За работная плата по сдельным расценкам	Доплаты			Итого	Фонд зарплаты с учетом район. коэф.		
							Премии	Прочие доплаты	Всего доплат				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Всего													

Пояснения к заполнению таблицы 2.4:

1. Списочная численность берется из таблицы 2.2.

2. Годовой объем работ определяется в соответствии с производственной программой предприятия.

3. Технически обоснованная норма в смену (час) берется по данным предприятия.

4. Часовая (сменная) тарифная ставка определяется в соответствии с разрядом рабочего, применяемых на предприятии.

5. Сдельная расценка рассчитывается по формуле:

$$Рсд = \frac{Тч}{Нвыр} \quad \text{или} \quad Рсд = Тч \times Нвр$$

где Тч – тарифная ставка для соответствующего вида работ, руб./час, смен.

Нвыр – норма выработки для данного вида работ, ед.прод./час, смен.

Нвр - норма времени, час/ед. прод.

6. Заработная плата по сдельным расценкам определяется по формуле: Зсд = Р × Q или гр.7 = гр.6 х гр.3

где Р – расценка за единицу работ, руб.;

Q – годовой объем работ, нат.ед-ц.

7. Доплаты: размер премии принимается по данным предприятия; прочие доплаты - за работу в вечернюю и ночную смены в среднем принимаются 7-10% от гр.7, доплаты за работу в праздничные дни принимаются – 2,7 % от гр.7.

8. Всего доплат гр.10 = гр.8 + гр.9.

9. Итого гр.11 = гр.7 + гр.10.

10. Гр.12 = гр.11 × Кр, Кр ≥ 1.

11.В фонд дополнительной заработной платы рабочих включается:

- оплата очередных и дополнительных отпусков;
- прочие доплаты (оплата выслуги лет, пособия и т.д.)

В среднем дополнительная заработная плата при проектировании сдельной формы оплаты труда составляет 15% от суммы основной заработной платы с учетом районного коэффициента: гр.13 = гр.12 × 0,15

12.Общий фонд заработной платы: гр.14 = гр.12 + гр.13

2.3. Расчет потребности в сырье и вспомогательных материалах

Таблица 2.5

Наименование материалов	Расход, т		Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.	Транспортные расходы, руб.	Заготовительно-складские расходы, руб.	Общая стоимость, руб.
	на единицу по норме на ед. прод.	общий					
1	2	3	4	5	6	7	8

Пояснения к таблице 2.5:

1. Нормы расхода на единицу продукции берутся по данным предприятия.
2. Цены берутся на основании договора-поставки сырья, материалов.

3. Транспортные расходы укрупненно принимаются в размере 3–5% от графы 5.
4. Заготовительно-складские расходы укрупненно принимаются в размере 1,2-1,5% от графы 5.

2.4. Расчет потребности в электроэнергии производится на основе мощности электроустановок и действующих тарифов

Стоимость электроэнергии для предприятия подсчитывается по двухставочному тарифу, за заявленный максимум нагрузки и за потребленную электроэнергию по формуле:

$$С_Э = a \times Р_М + в \times W ,$$

где a – тариф платы за заявленный максимум нагрузки, участвующий в максимуме нагрузки энергосистемы, руб./кВт в год;

$Р_М$ – заявленный максимум нагрузки, участвующий в максимуме нагрузки энергосистемы, кВт;

$в$ – стоимость 1 кВт.ч фактически израсходованной электроэнергии, руб./кВт.ч;

W – годовой расход электроэнергии, кВт.ч;

2.5. Амортизация основных фондов

Расчет амортизации основных фондов производится по форме, приведенной в таблице 2.6.

Таблица 2.6

Наименование основных фондов	Сметная стоимость, руб.	Норма амортизации, %	Амортизационные отчисления, руб.
Итого:			

Пояснение к заполнению таблицы 2.6:

1. Сметная стоимость определяется из таблиц 1.1 и 1.2.
2. Нормы амортизации принимаются согласно Постановления Правительства РФ № 1 от 01.01.02 г. «О классификации основных средств, включаемых в амортизационные группы".
3. Амортизационные отчисления рассчитываются на основании норм амортизации и сметной стоимости основных фондов.

гр.4 = гр.2 × гр.3/100, руб.

2.6. Формирование издержек производства, услуг

В зависимости от целей направления инвестиций (производство новой продукции или организация производственного подразделения для выполнения определенного вида работ или оказания услуг) расчет издержек производства осуществляется в разрезе калькуляционных статей затрат по форме, приведенной в таблице 2.7 или по смете, приведенной в таблице 2.8.

Калькуляция себестоимости производства продукции

Таблица 2.7

Наименование статей затрат	Затраты, руб.	
	всего	на единицу продукции
1. Сырье		
2. Основные материалы		
3. Вспомогательные материалы		
4. Энергия и топливо на технологические нужды		
5. Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих		
6. Амортизационные отчисления		
7. Износ нематериальных активов		
8. Отчисления в ремонтный фонд		
9. Цеховые расходы		
Цеховая себестоимость		
10. Общезаводские расходы		
11. Прочие производственные расходы		
Производственная себестоимость		
12. Внепроизводственные расходы		
Полная себестоимость		
в т.ч. условно-постоянные расходы		
переменные расходы		

Пояснение к заполнению таблицы 2.7:

1. Статьи затрат с 1 – 6 заполняются на основе расчетов выполненных ранее.

2. Износ нематериальных активов (права пользования земельными участками, патенты, лицензии, «ноу-хау», организационные расходы и т.п.) относится на себестоимость продукции (работ, услуг) по нормам, рассчитанным предприятием, исходя из первоначальной стоимости и срока их полезного использования.
3. Затраты на все виды ремонтов охватывают капитальный, средний, текущий ремонты и межремонтные осмотры. Эти затраты укрупненно берутся в размере 6% - 10%от сметной стоимости основных фондов.
4. Расчет цеховых расходов сводится в таблицу 2.7.1
5. Цеховая себестоимость определяется как сумма затрат статей 1-10.
6. Общезаводские расходы определяются в размере 15-25% от цеховой себестоимости.
7. Прочие производственные расходы включают в себя все виды налогов, включаемые в себестоимость продукции (таблица 2.7.2).
8. Производственная себестоимость – сумма статей затрат: цеховая себестоимость + статья 11 + статья 12.
9. Внепроизводственные расходы включают в себя затраты, связанные со сбытом продукции и берутся в среднем 1,5% от производственной себестоимости.
10. Полная себестоимость – производственная себестоимость + внепроизводственные расходы.

Таблица 2.7.1

Наименование расходов	Сумма затрат, тыс. руб.
1. Основная и дополнительная заработная плата цехового персонала	
2. Амортизация зданий и сооружений цехового назначения	
3. Содержание зданий и сооружений	
4. Ремонт зданий и сооружений	
5. Охрана труда	
6. Прочие расходы цеха	
ИТОГО цеховых расходов	

Пояснения к таблице 2.7.1

Статья 1 определяется по расчёту, приведённому в таблице 2.7.1.1.

Статья 2 определяется на базе стоимости объектов цехового назначения (зданий, сооружений) и норм амортизации на эти объекты.

Статья 3 принимается в размере 2,0-3,0 % от сметной стоимости зданий и сооружений цехового назначения.

Статья 4 «Ремонт зданий и сооружений» принимается в размере 2-2,5% от сметной стоимости зданий и сооружений цехового назначения.

Статья 5 принимается в размере 13,0-15,0% от фонда заработной платы цехового персонала или по нормам расхода в денежном выражении на одного трудящегося в год, взятых по данным практики работы действующего предприятия.

Статья 6 «Прочие цеховые расходы» принимаются в размере 5,0% от сумм цеховых расходов по статьям с 1 по 6.

Таблица 2.7.1.1

Занимаемая должность	Количество персонала	Оклад в месяц, тыс. руб.	Фонд основной заработной платы, тыс. руб.						Фонд зарплаты с учетом район. коэф.	Фонд дополнительной заработной платы	Всего годовой фонд заработной платы
			Сумма окладов работников за год, тыс. руб.	Доплаты							
				За работу в вечерние и ночные смены	За работу в праздничные дни	Премии	За вредность	Итого			
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
Всего											

Пояснение к таблице 2.7.1.1:

1. Сумма годовой заработной платы по окладам (гр. 4) определяется из расчета 11 рабочих месяцев для руководителей и специалистов, для служащих – 11,3 месяца.
2. Доплаты за работу в вечерние и ночные смены, в праздничные дни берутся по данным предприятия.
3. Премии берутся по данным предприятия.

4. За вредность доплата определяется в размере 10-20% к окладу.
5. Фонд дополнительной заработной платы определятся как 10% от фонда основной заработной платы с учетом районного коэффициента.

Таблица 2.7.2

Виды налогов	Ставка налога, % к объекту налогообложения	Объект налогообложения	Сумма налога, тыс. руб.
1. Налог на добычу полезного ископаемого	в соответствии с действующим законодательством РФ	Стоимость добытого минерального сырья (сметная стоимость работ)	
2. Налог на землю, руб./ га		Площадь земельного участка	
3. Плата за загрязнение: - выбросы, сбросы, руб./ усл. т - размещение отходов, руб./т		Объем загрязнения	
3. Отчисления во внебюджетные фонды: - единый социальный налог; - обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и проф. заболеваний		Фонд заработной платы	
Всего налогов и платежей, тыс. руб.			

Таблица 2.8

№	Элементы затрат	Сумма, руб.
1.	Материальные затраты, в т.ч.: - технологические материалы; - вспомогательные материалы; - энергия и топливо на технологические нужды	
2.	Расходы на оплату труда	
3.	Амортизация	
4.	Прочие затраты	
	Общая сумма затрат	

Пояснения к таблице 2.8.

В "прочие затраты" включаются: затраты на содержание и эксплуатацию оборудования; услуги сторонних организаций; налоги включаемые в себестоимость (табл. 2.7.2.) и т.д.

Таблица 2.9. – Смета затрат на содержание и эксплуатацию оборудования

№	Статьи затрат	Сумма, руб.
1	Материалы для содержания оборудования	
2	Заработная плата рабочих, занятых обслуживанием оборудования	
3	Энергия, вода, воздух для производственных целей	
4	Износ и ремонт быстроизнашивающих инструментов и приспособлений	
5	Текущий ремонт оборудования и транспортных средств	
6	Амортизация оборудования и транспортных средств	
7	Прочие затраты	
	ИТОГО затрат	

Пояснения к таблице 2.9.

1. К вспомогательным материалам на содержание оборудования относятся смазочные и обтирочные материалы (машинное масло, солидол, бензин и т.д.), эмульсия для охлаждения, приводные ремни и т.п. Оформляется по форме, приведенной в таблице 2.5.
2. Основная и дополнительная заработная плата с учетом районного коэффициента рассматривается по форме, приведенной в таблице 2.3.
3. Годовой расход силовой электроэнергии в кВт/ч (для привода станков, машин, транспортного и прочего оборудования цеха) определяется по следующей формуле:

$$W = \frac{\sum PTK_{ЗО}K_{О}}{K_{С}\eta},$$

где W- годовой расход силовой электроэнергии по цеху, кВт/ч;

ΣР – сумма установленных мощностей оборудования, кВт;

Т – годовой фонд времени работы единицы оборудования, станко/ч;

$К_{ЗО}$ – коэффициент загрузки оборудования по цеху (0,7-0,8);

$К_{О}$ – коэффициент одновременной предельной нагрузки (0,7-0,75);

Кс – коэффициент, учитывающий потери в сети, равный 0,96;

η- коэффициент полезного действия двигателей (0,85-0,9).

Общий расход определяется по формуле:

$$Э = W \text{ x } C \text{ кВт/ ч},$$

где С кВт/ ч – стоимость 1 кВт/ ч, руб.

4. Расходы по инструменту и приспособлениям принимаются в размере 10% от стоимости производственного оборудования.
5. Затраты на материалы и запасные части, необходимые для ремонта оборудования принимаются в размере 4% от стоимости оборудования и 8% от стоимости транспортных средств.
6. Расходы по амортизации оборудования и транспортна определяются исходя из их стоимости и норм амортизации.

III. Расчет финансовых результатов

Финансовый план включает в себя расчет (или прогноз) объектов продаж, выполняемых работ (услуг), формирование и распределение прибыли, план денежных потоков, график точки (нормы) безубыточности.

3.1. Расчет объемов продаж (объемов реализации продукции, услуг)

Стоимость реализуемой продукции, формирующей объем продаж определяется по формуле:

$$ВР = Ц_i \times Q \text{ , руб.}$$

где ВР – выручка от реализации или объем продаж, руб.;

$Ц_i$ – цена единицы продукции, руб.;

Q – объем продукции, выполненных работ в натуральном измерении.

Цена рассчитывается, исходя из уровня нормативной рентабельности (плановых накоплений):

$$Ц_i = З_i \times К \text{ , руб.}$$

где $З_i$ – затраты на единицу продукции, работ, руб.;

К – коэффициент рентабельности (плановых накоплений).

3.2. Формирование и распределение прибыли

Формирование и распределение прибыли оформляется по форме, приведенной в таблице 3.1.

Таблица 3.1

Наименование показателя, тыс. руб.	Интервал планирования		
	1	2	3
1. Выручка от реализации (объём продаж, услуг)			
2. Прямые (переменные) затраты			
3. Маржинальная прибыль			
4. Накладные расходы (условно-постоянные)			
5. Прибыль от операций			
6. Выплаты по кредиту			
7. Амортизационные отчисления (включая износ нематериальных активов)			
8. Доходы от прочей реализации и внереализационные доходы			
9. Балансовая прибыль			
10. Налог на имущество			
11. Местные налоги			
12. Налогооблагаемая прибыль			
13. Налог на прибыль			
14. Чистая прибыль			
15. То же, нарастающим итогом			

Пояснения к заполнению таблицы 3.1

1. Выручка от реализации (объем продаж) – на основе ранее выполненных расчетов.
2. Переменные затраты зависят от изменения объемов производства продукции (к ним относятся издержки на сырье, материалы, топливно - энергетические ресурсы, заработная плата сдельщиков и т.д.).
3. Маржинальная прибыль представляет собой разность между выручкой от реализации и переменными затратами на ее производство.
4. Накладные расходы (цеховые расходы, общезаводские и прочие производственные расходы).
5. Проценты за кредит, амортизационные отчисления, износ нематериальных активов берутся на основе ранее выполненных расчетов.

6. Доходы от прочей реализации и внереализационные доходы (расходы) – поступления или затраты, не связанные напрямую с основной производственной деятельностью предприятия.
7. Балансовая (валовая) прибыль – представляет собой массу прибыли до ее налогообложения.

$$Прб = Про – А(Нак) ± Вн , \quad руб.$$

где Про – прибыль от операции;

А(Нак) – амортизационные отчисления, включая нематериальные активы;

Вн – внереализационные доходы (расходы).

8. Налог на имущество определяется в размере 2% от суммы среднегодовой стоимости основного и оборотного капитала;
9. Местные налоги: налог на благоустройство – 1% - от минимального фонда оплаты труда; налог на содержание милиции – 1% - от минимального фонда оплаты труда.
10. Налогооблагаемая прибыль - балансовая прибыль за вычетом налога на имущество и местных налогов.
11. Налог на прибыль исчисляется по ставке, действующей на момент формирования прибыли в процентах к налогооблагаемой части прибыли.
12. Чистая прибыль за вычетом начисленных дивидендов представляет собой нераспределенную прибыль, которая может формировать дополнительный капитал проекта.

3.3. План денежных потоков

В основе плана лежит метод анализа денежных потоков, лежащей в основе «классических» методов анализа денежных потоков инвестиционных проектов.

Для определения текущего остатка денежных средств на расчетном счете предприятия используется сальдо. Сальдо формируется за счет притока (доходов от реализации продукции и услуг, амортизационных отчислений и т.д.) и оттока (затрат на производство продукции и услуг, общих издержек предприятия, затрат на инвестиции, налоговые выплаты и т.д.) денежных средств.

План денежных потоков (табл. 3.2.) демонстрирует движение средств и отражает деятельность предприятия в динамике от периода к периоду.

Таблица 3.2

№	Наименование статьи	Значение показателей по годам			
		Первона-чальное значение	1 год	2 год	…
1.	Объем продаж				
2.	Переменные издержки				
3.	Операционные (постоянные) издержки без амортизации				
4.	Налоги и прочие выплаты				
5 =1-2-3-4	Сальдо от производственной деятельности				
6.	Выплаты на приобретение активов				
7.	Поступления от продажи активов				
8=7-6	Сальдо от инвестиционной деятельности				
9.	Акционерный капитал				
10.	Заемный капитал				
11.	Выплаты на погашение займов				
12.	Выплаты дивидендов				
13 =9+10+11-12	Сальдо от финансовой деятельности				
14=5+8+13	Сальдо от трех видов деятельности				

Основными факторами, участвующими в анализе эффективности инвестиционного проекта, являются суммарная величина Сальдо от производственной деятельности и величины расходов на инвестиции.

Практической датой окупаемости проекта будет считаться день, когда аккумулированная сумма Сальдо от производственной деятельности станет равной сумме затрат на инвестиции

3.4. Точка безубыточности производства

Точка (норма) безубыточности – это минимальный (критический) объем производства продукции или услуг, при котором обеспечивается нулевая прибыль, то есть доход от операции равен издержкам производства.

Она определяется аналитическим и графическим (рис. 3.1) методами.

$$Тб = СФИ / (Ці – Пиі) , \text{ ед.прод./год}$$

где СФИ – совокупные фиксированные (постоянные) издержки, руб./год;

Ці – цена за единицу продукции, работ, руб./ед. прод.;

ПИі – переменные издержки на единицу продукции, работ, руб./ед. прод.

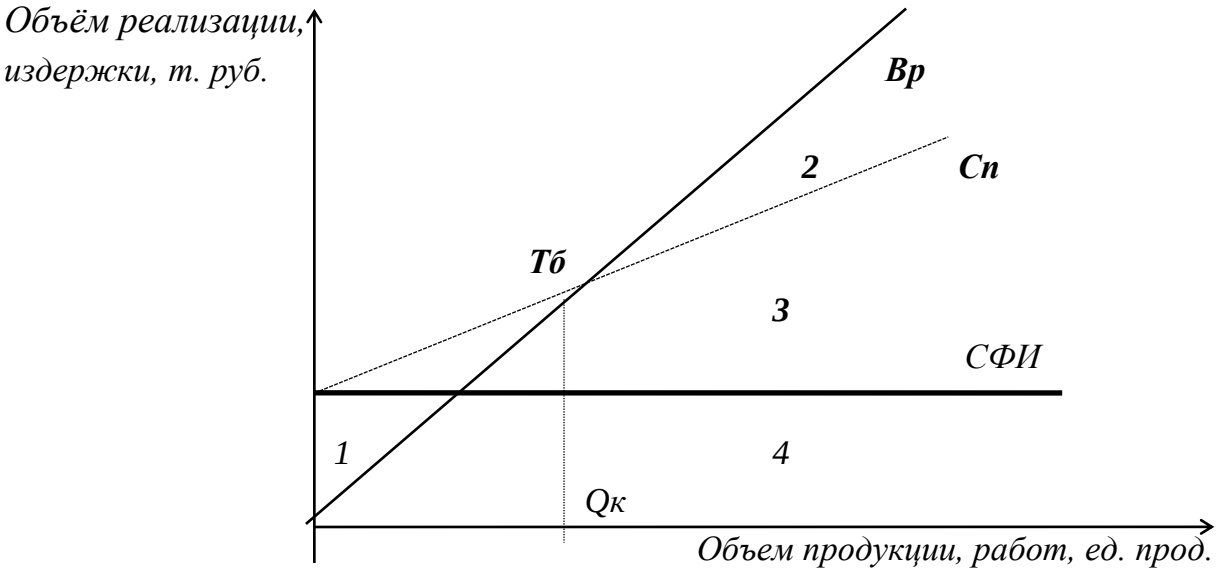


Рис. 3.1. График построения точки безубыточности

Условные обозначения к рисунку 3.1:

1 – область убытков;

2 – область прибыли;

3 – область переменных затрат;

4 – область фиксированных (постоянных) затрат.

$$Qкр = \frac{СФИ}{1 - \frac{С_{ПЕР}}{Вр}}$$

Qкр – объем продаж (критический объем), при котором достигается безубыточность, руб./год;

Вр – выручка от реализации, руб./год;

Сп – себестоимость продукции, работ, руб./год;

СФИ – совокупные фиксированные (постоянные) издержки, руб./год;

Спер – суммарные переменные издержки, руб./год.

IV. Оценка экономической эффективности инвестиций

Оценка экономической эффективности инвестиций может проводится двумя методами: простым (без учета фактора времени) и методом дисконтирования (с учетом фактора времени).

4.1. Простой метод

Простой метод оценки включает в себя следующие показатели:

- простую норму прибыли;
- простой срок окупаемости.

Простая норма прибыли (ПНП) рассчитывается как отношение чистой прибыли (ЧП) за год к общему объему инвестиций (ИЗ):

$$ПНП = ЧП / ИЗ$$

Простая норма прибыли заключается в оценке того, какая часть инвестиционных затрат возмещается в виде прибыли в течение одного интервала планирования.

Простой срок окупаемости – продолжительность периода в течение которого инвестиции будут возмещены.

$$Ток = t \text{ , при котором } \sum_{i=1}^{t} (ЧП_i + АО_i) = ИЗ$$

где АО – амортизационные отчисления;

i – номер интервала планирования.

4.2. Метод дисконтирования

Метод дисконтирования – метод приведения чистых доходов к настоящему моменту времени базируется на определении следующих показателей:

- реальная ставка дисконтирования (Ер);
- чистый дисконтированный доход (ЧДД);
- внутренняя норма доходности (ВНД);
- дисконтированный период окупаемости ($Т_{ок}^{Д}$);
- индекс доходности инвестиций (ИД).

Реальная ставка дисконтирования – ставка сравнения, с ее помощью осуществляется сравнительная оценка эффективности инвестиций, которая равна минимальной норме доходности проекта:

$$Ер = Ен - И , \quad \%$$

где Ер – реальная ставка дисконтирования;

Ен – номинальная ставка;

И – темпы инфляции.

Чистый доход (ЧД)

Под чистым доходом понимается чистый поток денежных средств:

$$ЧД = ПО + АО – ИЗ,$$

где ПО – прибыль от операционной деятельности;

АО – амортизационные отчисления;

ИЗ – инвестиционные затраты.

Расчет чистых доходов производится по форме, приведенной в табл. 4.1.

Чистый дисконтированный доход (ЧДД)

Для учета фактора времени инвестиций, сумма чистых доходов денежных средств приводится к постоянному моменту времени с помощью коэффициента дисконтирования.

Показатель чистого дисконтированного дохода инвестиционного проекта рассчитывается по формуле:

$$ЧДД = ЧД_1 \times \alpha_1 + ЧД_2 \times \alpha_2 + \ldots + ЧД_n \times \alpha_n ,$$

где α_i – коэффициент дисконтирования, доли ед.

$$\alpha_i = \frac{1}{(1 + E_Р)^i} .$$

Таблица 4.1

Наименование показателей	Интервал планирования		
	1	2	3
А. ПРИТОК			
1. Выручка от реализации (объем продаж)			
Итого приток			
Б. ОТТОК			
2. Инвестиционные затраты			
3. Операционные (общие) затраты без амортизационных отчислений			
4. Налоги			
Итого отток			
В. Чистый доход			

Расчет ЧДД проекта сводится в таблицу 4.2.

Таблица 4.2

Наименование показателей	Интервалы планирования		
	1	2	3
1. Чистый доход(ЧД), тыс. руб.			
2.Коэффициенты дисконтирования α_i, при реальной ставке дисконтирования = ... %			
3. Текущая стоимость чистых дисконтированных доходов ($ЧД_i \times \alpha_i$)			
4. То же нарастающим итогом (последнее итоговое значение будет соответствовать значению ЧДД)			

Пояснения к таблице 4.2:

1. Положительное значение ЧДД (ЧДД > 0) будет являться подтверждением целесообразности инвестирования.
2. Если ЧДД = 0, то это будет соответствовать тому, что вложенные средства (инвестиции) равны доходу, полученному от их использования.
3. Если ЧДД < 0, то это будет соответствовать тому, что инвестиции нецелесообразны, так как общая сумма инвестиционных издержек будет превышать доход от вложенных средств.

Внутренняя норма доходности (ВНД) - эта ставка дисконтирования, при которой эффект от инвестиций т.е. ЧДД = 0, или ставка дисконтирования, при которой приведенная стоимость будущих денежных доходов = приведенной сумме инвестиций.

Дисконтированный период окупаемости:

$$Т^{Д}_{ОК} = t^{Д}, \text{ при условии } \sum_{i=1}^{t^{Д}} (ЧП_i + АО_i)\alpha_i = ДИ$$

Индекс доходности инвестиций ИД с учетом фактора времени определяется по формуле:

$$ИД = \frac{ЧДД + ДИ}{ДИ},$$

где ДИ – дисконтированная стоимость инвестиций.

Если инвестиционная деятельность направлена на реконструкцию техническое перевооружение вспомогательных структурных служб предприятия, то расчет чистых доходов может производится по форме, приведенной в табл. 4.3.

Таблица 4.3

Наименование показателей	Интервал планирования		
	1	2	3
Инвестиционная деятельность			
А: Приток			
- ликвидационная стоимость активов			
Б: Оттоки			
- инвестиционные затраты			
Сальдо от инвестиционной деятельности (А-Б)			
Операционная деятельность			
В: Приток			
- изменения себестоимости или плановых накоплений			
- амортизация вновь вводимых активов			
Итого приток			
Г: Отток			
- изменение налоговых платежей			
Итого отток			
Сальдо от операционной деятельности (В-Г)			
Прирост денежных средств			
- чистый доход денежных средств (ЧД) (сальдо от инвестиционной деятельности + сальдо от операционной деятельности)			

Пояснения к таблице 4.3:

Дальнейший расчет ведется аналогично данным табл. 4.2.

В конце данного раздела строится финансовый профиль проекта, представляющий собой графическое изображение динамики показателя текущей стоимости чистого дисконтированного дохода, рассчитанного нарастающим итогом. Примерная форма финансового профиля проекта представлена на рис. 4.1.

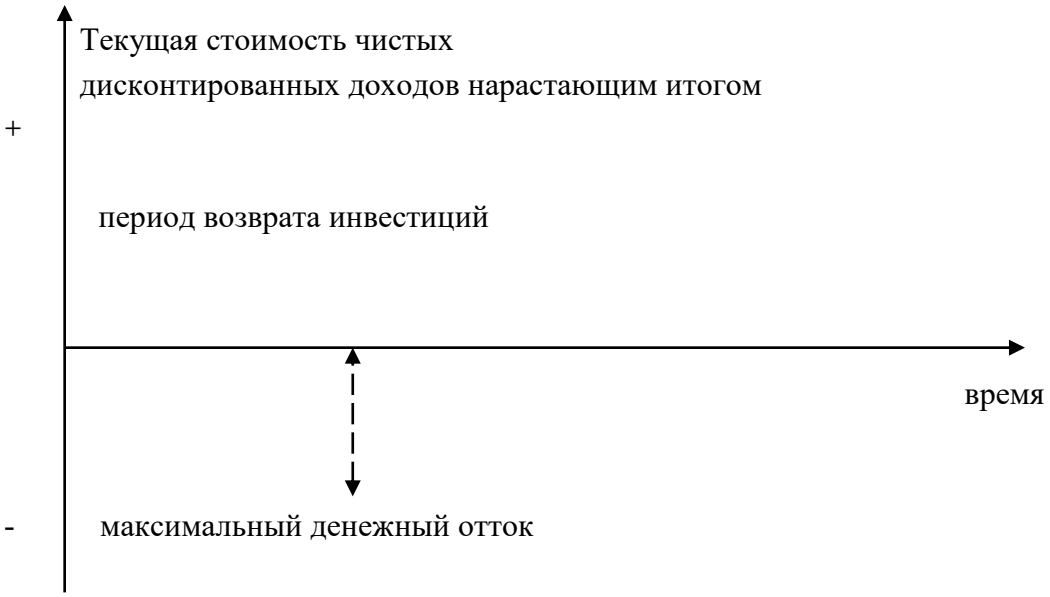


Рис.4.1. Финансовый профиль проекта

Результаты расчетов сводятся в таблицу 4.4.

Таблица 4.4

Наименование показателей	Значение
1. Объем производства продукции, услуг	
- в натуральном выражении, ед. изм.	
- в стоимостном выражении, руб.	
2. Себестоимость (издержки), руб./ед.	
3. Численность работающих, чел.	
4. Фонд оплаты труда, руб./чел.	
5. Рентабельность продукции, %	
6. Простая норма прибыли, %	
7. Срок окупаемости, лет	
8. Чистый дисконтированный доход, руб.	
9. Индекс доходности	
Справочно:	
10. Точка (норма) безубыточности	
11. Значение ставки дисконтирования, %	

В конце работы делается вывод о практической возможности и экономической целесообразности реализации инвестиционного проекта.

Литература:

1. Четыркин Е. Методы финансовых и коммерческих расчетов. –М.: «Дело», 1999.
2. Четыркин Е. Финансовый анализ производственных инвестиций. –М.: «Дело», 1998.
3. Липсиц И.В., Коссов В.В. Инвестиционный проект. – М., Бек, 1996.
4. Беренс В., Хавранек П. Руководство по оценке эффективности инвестиций. ЮНИДО, Вена, 1991. – М. 1995.
5. Егоров М.Е. основы проектирования машиностроительных заводов. – М., Высшая школа, 1999.

Оценка экономической эффективности инвестиций: Методическое руководство по выполнению курсовой работы дисциплины «Экономика предприятия» и экономической части дипломного проекта (работы) для студентов горно-механического факультета.

Авторы: Е.И. Юркова, ст. преподаватель
К.Г. Мусина, доцент, к.э.н.
Г.А. Ляпцев, доцент

Корректура кафедры экономики и менеджмента
Подписано к печати
Формат бумаги 60х84 1/16
Печ.л. Тираж экз. Заказ №
Цена С

Лаб. множительной техники УГГГА
620144, Екатеринбург, Куйбышева, 30