

**МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
«УРАЛЬСКАЯ ГОРНАЯ ШКОЛА– РЕГИОНАМ»**

---

---

13–22 апреля 2015 года

ПОДГОТОВКА КАДРОВ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 514

**ПРОГРАММНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ  
РАБОТЫ «ПОСТРОЕНИЕ ЗУБЧАТОГО ВЕНЦА ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО  
ПРЯМОЗУБОГО КОЛЕСА В СРЕДЕ AUTOCAD»**

САВИНА Т.Е.

Уральский государственный горный университет

Статья посвящена процессу постановки и проведения лабораторной работы в среде AutoCAD2012, в ходе выполнения которой студенты по исходным данным рассчитывают и строят эвольвентный профиль зуба зубчатого колеса, затем полученный зуб размножают круговым массивом. Для наглядности выдавливанием замкнутого плоского контура получают трехмерную модель зубчатого цилиндрического колеса. По трехмерной модели оформляют рабочий чертеж зубчатого колеса. Работа преследует следующие цели:

1. Ознакомление с параметрами зубчатого зацепления и расчетами зубчатого венца. Изучение условных изображений зубчатых колес по ГОСТ 2.403-75.

2. Повышение технической эрудиции студентов в связи с возможностью передачи данных проектирования из AutoCAD (2D контур) на автоматизированные системы раскрытия материала для получения заготовки зубчатого колеса; в нашем случае подойдет гидроабразивная резка.

3. Понимание взаимосвязи 2D изображений с трехмерной моделью.

В качестве исходных данных для расчетов взяты модуль ( $m$ ) и количество зубьев колеса ( $z$ ).

Рассчитываем:

диаметр делительной окружности

$$D=mz;$$

диаметр окружности вершин зубьев

$$D_{\text{вер}}=D+2m;$$

диаметр окружности впадин зубьев

$$D_{\text{вп}}=D-2,5m;$$

диаметр основной окружности

$$d=D\cos 20^\circ;$$

толщину зуба

$$S=m((\pi/2)+(2x\text{tg}20^\circ)),$$

где  $x$  – коэффициент смещения исходного профиля, принимается равным нулю.

Переходим к построению эвольвентного профиля зуба (рис.1):

1. Строим четыре концентрические окружности:  $D$ ,  $D_{\text{вер}}$ ,  $D_{\text{вп}}$ ,  $d$ .

2. Намечаем произвольную точку  $A$  на делительной окружности и откладываем на этой окружности толщину зуба  $s=AB$ .

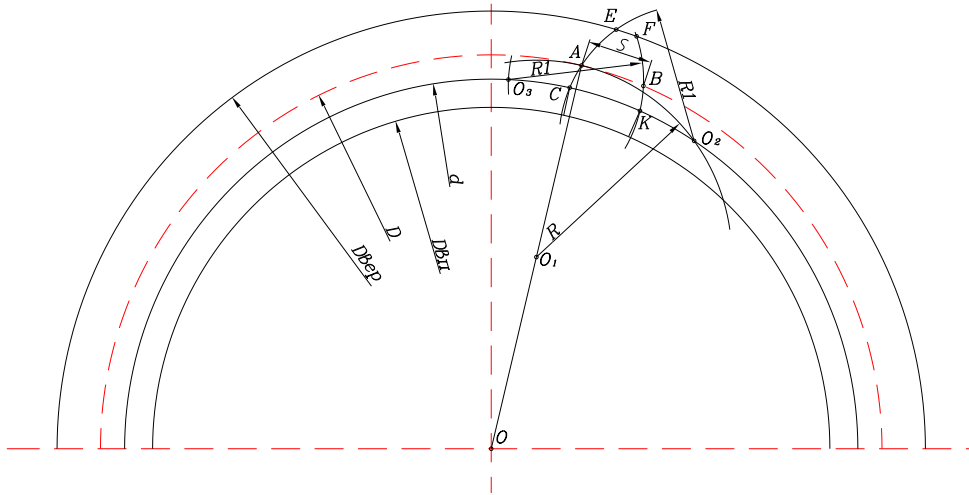


Рисунок 1 – Построение эвольвентного профиля зуба

3. Соединяем точку  $A$  с центром  $O$  и, разделив  $OA$  пополам, получаем центр  $O_1$ . Радиусом  $R$ , равным  $OA / 2$ , описываем дугу до пересечения с основной окружностью в точке  $O_2$ .

4. Из точки  $O$  радиусом  $R_1$  строим дугу  $CAE$ .

5. Сделав засечку из точки  $B$  на основной окружности радиусом  $R_1$  получим точку  $O_3$ , из которой опишем дугу  $KBF$ .

Точки  $CAEFBK$  принадлежат очертанию головки зуба. Ножка строится по прямым линиям, имеющим направление от точек  $C$  и  $K$  к центру  $O$ . Сопряжение линий профиля ножки с окружностью впадин выполняется радиусом, равным  $0,2m$ .

Остальные зубья размножаются круговым массивом с центром в точке  $O$  и числом элементов, соответствующим их количеству. Лишние участки окружностей удаляются (рис.2), контур зубчатого венца преобразуют в единый примитив. Выдавлив 2D контур на определенную высоту, получают 3D модель. По 3D модели формируют разрез, необходимый для оформления рабочего чертежа.

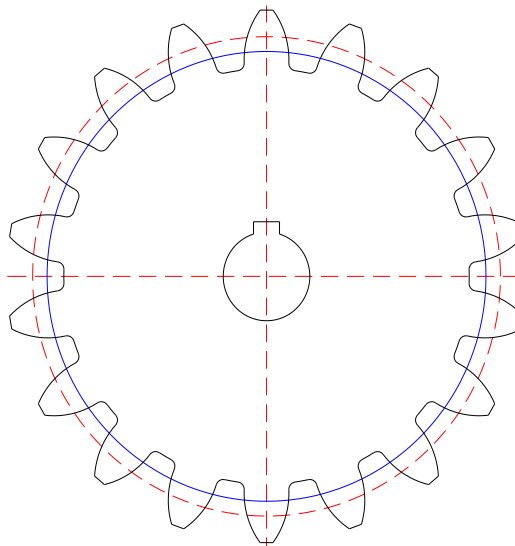


Рисунок 2 – Преобразование контура зубчатого венца

Представленная в статье работа рассчитана на 4 часа и может быть использована при преподавании дисциплин «Инженерная и компьютерная графика», «Геометрическое моделирование», «Основы САПР» студентам машиностроительных специальностей.

УДК 371.015.151.8

# АКТУАЛЬНОСТЬ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ-СПОРТСМЕНОВ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

ШАНГИН Г. А.

Уральский государственный горный университет

Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года предполагает, что уровень конкурентоспособности экономики в значительной степени определяется качеством профессиональных кадров. На заседании Совета по науке и образованию, состоявшемся 23 июня 2014 года, глава государства В.В. Путин подчеркнул, что «лидерами глобального развития становятся те страны, которые способны создавать прорывные технологии и формировать собственную мощную базу». В связи с этим именно качество инженерных кадров становится одним из ключевых факторов конкурентоспособности государства, основой для его технологической и экономической независимости. Одним из главных тезисов выступления Президента РФ стал следующий: «Инженер – это профессионал высокого уровня, который не только обеспечивает работу сложнейшего оборудования, но и, по сути, формирует окружающую действительность». Современная ситуация в нашей стране объективно усиливает потребность в самостоятельных и независимых людях, постоянно стремящихся к повышению своего уровня образованности и профессионализма. В федеральном законе «Об образовании в Российской Федерации» говорится о том, что педагогические работники обязаны «развивать у обучающихся познавательную активность, самостоятельность, инициативу, творческие способности», однако в системе высшего образования не уделяется достаточного внимания организации и содержанию самостоятельной работы студентов, что приводит к подготовке специалистов, не обладающих образовательной самостоятельностью, не готовых к самовоспитанию и самообучению. Этим обусловлена актуальность исследования на *социально-педагогическом уровне*.

Распространение современных компьютеров, применение развитых средств телекоммуникационной связи способствовало их привлечению в сферу образования. Одним из ожидаемых результатов реализации Федеральной целевой программы развития образования на 2013–2020 годы, а также государственной программы Российской Федерации «Информационное общество (2011–2020 годы)» является внедрение и эффективное использование новых информационных сервисов, систем и технологий обучения, электронных образовательных ресурсов нового поколения. Необходимость теоретического осмысления сущности, целей, содержания, средств и методов самостоятельной работы студентов в условиях информатизации образования подтверждает актуальность исследования на *научно-теоретическом уровне*.

При подготовке специалистов в вузах необходимо учитывать, что в учебном процессе нередко участвуют студенты, профессионально занимающиеся спортом, которые в силу своей высокой нагрузке всегда могут присутствовать на занятиях. При всех издержках этого явления оно носит положительный характер, поскольку отвечает принятой Правительством России программе «Развитие физической культуры и спорта в Российской Федерации на 2006–2020 годы». Этот документ призван служить «продвижению в обществе ценностей активного и здорового образа жизни, обеспечить развитие массового спорта и, конечно, спорта высоких достижений...». Развитие информационных технологий открыло новые перспективы для такой категории студентов. Раньше у спортсмена-профессионала не было возможности и условий поступить в вуз, учиться и успешно защитить диплом. А после завершения своей спортивной карьеры не все спортсмены могли найти достойную работу высококвалифицированного специалиста. Большинство из них становились асоциальными членами общества.

Считаем, что необходимо осуществить поиск, апробацию и внедрение некоторого альтернативного, неантагонистического существующим в системе образования формам нового подхода к получению образования, адекватного развивающемуся информационному российскому обществу. Он должен в полной мере обеспечивать право на получение образования, обозначенное в Конституции России (ст. 42) и в «Законе об образовании» (раздел

1, ст. 5) и удовлетворять принципу гуманистичности: необходимо обеспечить возможность любого гражданина учиться, несмотря на занятость производственными и личными делами. Это положение подтверждает актуальность на *методологическом уровне*.

Реализация новых федеральных образовательных стандартов высшего профессионального образования обуславливает усиление роли самостоятельной работы студентов. Исследования, проведенные среди преподавателей вузов, показали, что 72 % респондентов осознают перспективность применения информационных технологий в самостоятельной работе студентов-спортсменов, в том числе считают эффективным использование информационно-образовательных сред 54 %. При этом 43 % преподавателей отмечают недостаточность существующих электронных средств поддержки самостоятельной работы. Анализ состояния самостоятельной работы студентов-спортсменов показал, с одной стороны, необходимость ее эффективной организации, а с другой – недостаточность средств поддержки самостоятельной работы на основе информационно-коммуникационных технологий. На *научно-методическом уровне* актуальность подтверждена необходимостью выявления условий эффективной реализации потенциала информационных технологий в организации самостоятельной работы студентов-спортсменов.

Однако, при всей многочисленности направлений, глубине и широте исследований, данная проблема остается в недостаточной степени разработанной относительно сложившейся парадигмы образования и требует дальнейшего исследования. Это обуславливается тем, что учебный процесс в высшей школе должен быть подчинен не столько задаче информационного насыщения, сколько формированию продуктивного мышления, развитию интеллектуального потенциала личности, становлению способов логического анализа и всесторонней обработки потребляемой информации, творческому моделированию. В современных условиях проблема организации самостоятельной работы студентов становится весьма актуальной, поскольку доля аудиторных занятий в общем объеме времени, отводимом для изучения дисциплин, уменьшается.

В русле этих задач изучение геометро-графических дисциплин приобретает большую актуальность. В современных условиях геометро-графические дисциплины, базовой из которых является начертательная геометрия, рассматриваются как теория геометро-графического моделирования. Более того, глубокое овладение специалистом методами и приемами геометро-графического моделирования, проявляющееся в умении строить полную цепочку использования компьютера (реальная ситуация, алгоритм, визуализация геометро-графической модели, анализ результатов), отражает суть междисциплинарного содержания образования, обеспечивающего естественную интеграцию дисциплин. Подчеркнем, что модели, основанные на геометро-графических методах (с возможностью визуализации модели) нередко оказываются на практике более эффективными, нежели чисто аналитические модели. Поэтому освоение теории геометрического моделирования (с компьютерной визуализацией) нужно рассматривать не в узком смысле геометро-графической подготовки, а как самоценный компонент геометро-графического образования. Анализ учебной и методической литературы по высшему техническому образованию и геометро-графическим дисциплинам позволяет заметить существенные недостатки, мешающие полноценной самостоятельной работе студентов: множество однообразных типовых задач, отсутствие уровневой дифференциации учебного материала, недостаточное количество специально предусмотренных для самостоятельной работы методических пособий и рекомендаций.

Сегодня любой университет, если он хочет идти в ногу со временем, должен задуматься о встраивании в учебный процесс инструментов обучения онлайн. Речь идет не о замене преподавателя компьютером, но о разумном использовании новых информационных технологий в процессе обучения, т. е. возможного прохождения курса определенной дисциплины в режиме онлайн.

## ИНФОРМАЦИОННАЯ ГРАМОТНОСТЬ КАК КОМПОНЕНТ МОБИЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ В УНИВЕРСИТЕТЕ

ШАНГИН Г. А., ШАНГИНА Е. И.

Уральский государственный горный университет

Стремительный рост количества цифровых ресурсов и устройств за последнее десятилетие практически сформировал облик новой эпохи и способствовал развертыванию глобальной информационной медиасреды. Повышение влияния глобальной медиасреды на человечество как систему трансляции, передачи, накопления, создания и распространения знаний в информационном (постиндустриальном) обществе оказало воздействие и на сферу образования. Появляется новое направление в обучении – мобильное (Mobilelearning или M-Learning), предполагающее использование мобильных телефонов, смартфонов и карманных ПК. Это следующая стадия развития технологии электронного обучения E-Learning. M-Learning предполагает наличие системы обучения, которая должна включать в себя подсистему доступа к обучающим материалам и сервисам с различных мобильных устройств, а также наличие web-доступа. Мобильное обучение возникает благодаря беспроводным технологиям, поддерживающим гибкое, доступное, индивидуальное обучение.

Внедрение новации невозможно без информационной грамотности, как со стороны преподавателя, так и со стороны студента. Понятие «информационная грамотность» как инструмент информационной деятельности вышло за рамки умения пользоваться компьютером и стало рассматриваться в ряду понятий, связанных с компьютерной и информационно-коммуникативной технологической грамотностью. Информационная грамотность служит показателем развития человека, потому что содействует его самообразованию и приобретению навыков члена информационного общества, потребителя электронных услуг. Информационная грамотность – понятие, объединяющее следующие важные группы компетентностей.

*Компьютерная компетентность.* Широко используется в качестве одной из целей профессионального обучения в техническом вузе. Данное понятие мы понимаем как информационно-технологическую компетентность, которая сводится к синтезу знаний и умений работы с компьютером, проявлением опыта работы на компьютере. Она представляет собой интегральную характеристику будущего специалиста, предполагающую мотивацию к усвоению соответствующих знаний, способность к решению задач в учебной и профессиональной деятельности с помощью компьютерной техники и владение приемами компьютерного мышления. Компьютерная компетентность развивается как на этапе изучения возможностей компьютера, так и на этапе его применения в качестве средства дальнейшего обучения и профессиональной деятельности и рассматривается как одна из граней зрелости личности.

*Информационно-коммуникативная компетентность* – системное свойство личности студента (субъекта) ориентироваться в потоке информации как умение работать с различными источниками информации, находить и выбирать необходимый материал, классифицировать его, обобщать, критически к нему относиться, как умение на основе полученного знания конкретно и эффективно решать какую-либо информационную проблему. Информационно-коммуникативная компетентность рассматривается и как основополагающий компонент информационной культуры, которая, в свою очередь, является частью общей культуры личности. Характеризует глубокую осведомленность в предметной области знаний и личностный опыт субъекта, направленный на освоение суммы знаний, на развитие современного научного мировоззрения и личности студента, открытого динамичному обогащению и самосовершенствованию за счет получения, оценивания информации и умения создавать новую информацию, способного достигать значимых результатов и качества в профессиональной деятельности.

*Междисциплинарная компетентность*, которая кроме знаний, умений и навыков, включает следующие качества личности: понимание связей между различными дисциплинами

и готовность применять знания из одних дисциплин при изучении других; опыт комплексного применения знаний по соответствующим дисциплинам при изучении других; уровень осознанного применения знаний в профессиональной деятельности, опирающихся на знания различных дисциплин; уверенность студента в своей возможности решать задачи профессиональной деятельности, комплексно применяя знания по различным дисциплинам; готовность при изучении дисциплины получать новые знания из других дисциплин и видов деятельности; свободная ориентация в среде информационных технологий.

Информационная грамотность включает *коммуникационную составляющую* как набор пользовательских навыков для использования сервисов и культурных предложений, которые поддерживаются компьютером и распределяются через Интернет, и *информационную составляющую*, которая сосредоточена на ключевых аспектах общества, основанного на знаниях: способности оптимальным образом находить, получать, выбирать, обрабатывать, передавать, создавать, использовать и хранить цифровую информацию.

Информационная грамотность рассматривается как элемент жизненных навыков. Современные практические навыки – это сложная система знаний, умений, навыков и мотивационных факторов, которые необходимо развивать в соответствии с конкретными областями деятельности. Наиболее важна информационная грамотность для пользователей информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), в частности, инженеров, связанных с системами автоматизированного проектирования (САПР).

Навыки пользователя ИКТ должны быть освоены всеми будущими специалистами, они включают компетенции:

- эффективно выбирать и применять информационные системы и информационно-коммуникационные устройства;
- использовать общедоступное программное обеспечение в повседневной жизни;
- использовать специализированные информационно-коммуникационные средства, прикладные программы и инструменты в профессиональной деятельности;
- гибко адаптироваться к изменениям инфраструктуры и прикладных информационно-коммуникационных инструментов.

Информационную грамотность, которая способствует успешному обучению, следует развивать в связи с общими задачами образования: студенты легче получают доступ к информации по мере того, как растет объем баз данных цифровых хранилищ, а это упрощает доступ к ним по сравнению с работой с традиционными, бумажными ресурсами обучения. Такие ресурсы обучения предоставляются студентам с помощью мобильно-облачных технологий.

Компонентом информационной грамотности является и информация, предоставляемая студентам и используемая ими в частной жизни, когда они вступают в онлайн-сообщества и работают с различными сетями. С другой стороны, интегрированная и оценочная информация становится частью навыков, осваиваемых в компьютерном классе, когда преподаватель выступает как эксперт по оценке информации, показывая учащимся различия между надежными и бесполезными цифровыми ресурсами. Особенно важны для будущих специалистов информационные ресурсы, связанные с их будущей профессией, в частности к ним относятся прикладные программы по компьютерной графике. Кроме этого, особую роль играют компоненты информационной грамотности, общие как для пользователей компьютера, так и для будущих профессионалов в области ИКТ: доступ, управление, оценка, интеграция, создание и коммуникационный обмен информацией в индивидуальной или коллективной работе в сети, поддержка компьютерных технологий, веб-среда для обучения, работы и досуга. Эти знания, умения и опыт напрямую связаны с базовыми компетенциями. Следовательно, информационная грамотность так же необходима, как и традиционная грамотность – чтение и письмо, математические и геометро-графические способности.

Доступ к информации определяется как идентификация информационных источников, а также освоение способов сбора и получения информации, что является одним из базовых компонентов грамотности. Цифровая среда значительно увеличивает объем потенциальных источников знаний. Таким образом, информационная грамотность – важная жизненная компетентность человека, влияющая на все области современной жизни и профессиональной деятельности.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ПРИНЦИПА НАГЛЯДНОСТИ В ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ГЕОМЕТРО-ГРАФИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН**

ШАНГИН Г.А., ШАНГИНА Е.И.

Уральский государственный горный университет

Современная ситуация в нашей стране обуславливает потребность в самостоятельных и независимых людях, постоянно стремящихся к повышению своего уровня образованности и профессионализма.

В самостоятельной работе студентов по геометро-графическим дисциплинам (среди которых «Начертательная геометрия», «Инженерная графика», «Компьютерная графика») важное место занимает принцип наглядности, означающий, что эффективность обучения и самостоятельной работы студентов зависит от целесообразного привлечения органов чувств к восприятию и переработке учебного материала, осуществляя переход от конкретно-образного и наглядно действенного мышления к абстрактному, словесно-логическому. Этот принцип требует использования на определенных этапах разного вида наглядности – конкретной (натуральной, образной) и абстрактной (символической, графической – модели, карты, схемы, знаковые системы). В учебном процессе при изучении геометро-графических дисциплин используются инженерно-геометрические задачи, условие и требование которых определяют собой модель некоторой ситуации, возникающей в профессиональной деятельности инженера, а исследование этой ситуации осуществляется методами геометро-графического моделирования. Следует уточнить, что *геометро-графическое образование* – это процесс обучения и воспитания, осуществляемый в ходе изучения геометро-графических учебных дисциплин в системе непрерывного общего и специального образования, при котором происходит развитие визуально-образного мышления учащихся, их геометро-графической культуры, формирование профессиональных геометро-графических компетентностей.

Наглядность обеспечивает чувственную основу овладения абстрактными понятиями. Поэтому проблема разработки адекватных условиям обучения форм презентации учебной информации, подлежащей усвоению, органически связана с проблемой наглядности в обучении. Поскольку любое знание, вырабатываемое в ходе изучения различных дисциплин, обычно квалифицируется как сложное, то проблема наглядности чаще всего понимается как проблема упрощения, адаптации научного знания к познавательным возможностям. Упростить знание можно, представив его как инвариант меньшего многообразия предметных ситуаций, обеспечив при этом функционирование адекватного когнитивного образа. Поэтому проблема наглядности, понимаемая как проблема упрощения, в одном из ее аспектов требует сокращения числа изучаемых учебных элементов таким образом, чтобы характер упорядочивания оставшихся элементов воплощал в себе требуемое знание. При этом оперирование оставшимся множеством учебной информации действительно должно приводить к формированию соответствующих обобщений-инвариантов. В этом отношении очень важны зрительные ощущения. В целом геометрия развивает, с одной стороны, логическое мышление, с другой – воспитывает образность восприятия. Это в равной степени, а может быть и в большей, относится к геометрическому моделированию, где геометрические методы призваны описывать процесс получения изображений. Оперирование изображениями, геометро-графическими моделями в процессе обучения, обеспечение визуализации учебной информации любой вузовской дисциплины является междисциплинарным условием принципа наглядности.

Другой аспект наглядности органически связан с характером представления учебного материала, лежащего в основе учебно-познавательной деятельности. Этот материал должен быть представлен так, чтобы работа с ним обеспечивала появление в сознании обучаемых образных компонентов отражения. Поэтому дидактические средства должны предоставить учащимся сенсомоторные стимулы, воздействовать на их зрение, слух. Именно о них и пойдет речь.

Совершенствование различных видов дидактического материала приводит к осознанию факта, что такие средства наглядности, как таблицы и схемы, являются не столько видом наглядных пособий, сколько средством наглядной вербально-символической организации учебной информации. Причем средства эти могут быть представлены в любой материальной единице дидактического материала: и в учебнике, и в словаре, и в методическом пособии, и на карточке или плакате. *Таблица* представляет собой сведения и/или данные, расположенные по горизонтальным и вертикальным графам. Любая таблица предполагает не просто зрительное предъявление материала, но и определенную группировку. В зависимости от того, какой тип информационных элементов репрезентирован в табличной форме – объект или операция, – выделяются таблицы объектные или операционные. *Схемой* в широком смысле слова именуется изображение или описание чего-либо в общих чертах; в более узком смысле схема – это чертеж, граф, графическое изображение, разъясняющее принципы работы и/или структуру определенного объекта, явления или действия.

Таблицы и схемы незаменимы в процессе обобщенного изучения, повторения и классификации учебной информации, осознанного закрепления умений и навыков, а также индивидуализации учебного материала. Вот почему эти средства вербально-символической реализации зрительной наглядности получают в последние годы такое широкое распространение. Это естественно, поскольку какая-либо вербальная репрезентация учебной информации дополняется визуальной компонентой. Студенты такую информацию воспринимают значительно лучше, поскольку это связано с психофизиологическими особенностями процесса познания.

Дидактическая ценность табличного способа репрезентации учебной информации определяется следующими факторами:

- наглядное представление результатов систематизации и классификации объектов, явлений и процессов способствует формированию классификационных навыков, роль которых для научно-теоретического мышления трудно переоценить;
- алгоритмизированная структура таблиц помогает освоению и закреплению конкретных способов интеллектуальных действий, формированию сложных навыков;
- таблица обеспечивает интенсификацию обобщенного повторения и запоминания необходимой информации;
- таблица, как и другие вербально-символические средства наглядности, разрушает монотонность сугубо вербальной информационной структуры и активизирует восприятие;
- использование таблиц опосредованно способствует развитию мышления, воспитывает его логическую культуру.

При условии грамотно выполненной систематизации и классификации информационных элементов вполне возможна и целесообразна сплошная табличная репрезентация учебной информации, что особенно важно при самостоятельной работе студентов. Опыт показал, что разработанный в соавторстве материал по компьютерному моделированию способствует осознанному, обобщенному и интенсивному повторению учебной информации, а также формированию и закреплению единого интегративного навыка грамотного конструирования геометрических объектов на компьютере. Помимо всего прочего, спроектированный таким образом дидактический материал дисциплинирует и воспитывает логическое мышление, приучает к разным способам систематизации и классификации объектов и алгоритмизации действий с этими объектами.

Таким образом, принцип наглядности регулирует построение учебного материала дисциплин геометро-графического курса, в которых систематизирована знаниевая компонента, в целях ее оптимального использования, прежде всего, для решения конкретных операционно-деятельностных задач; обеспечивает отображение содержательных элементов с помощью схем, таблиц, графов связей всей учебной информации, т. е. в условно-обобщенном, символическом виде, способствуя развитию у студентов образного мышления, рациональных приемов анализа материала, его обобщения, систематизации и, в конечном итоге, прочности и пролонгированности знаний.



## СОВРЕМЕННАЯ ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА

ШАНГИН Г. А., ШАНГИНА Е. И.

Уральский государственный горный университет

Развитие сферы образования обусловлено появлением в педагогической науке новых определений, дополнением значения существующих и реконструированием невостребованных понятий. Этот процесс сопровождается разработкой инновационных технологий, обусловленной проникновением в сферу образования средств информатизации. В психолого-педагогической литературе последнего десятилетия, посвященной информатизации образования, встречается такой термин, как «информационно-образовательная среда», относящийся к различным аспектам педагогики и информатики. Согласно новым требованиям федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС) качество учебного процесса должно быть обеспечено системой информационно-образовательных ресурсов и инструментов, которые отвечают условиям реализации основной образовательной программы учебного заведения и формируют информационно-образовательную среду (ИОС), которая является важнейшим условием и одновременно средством разработки новой системы образования. Информатизация образования невозможна без создания в техническом вузе ИОС, которая в свою очередь предоставляет возможности для самореализации будущего инженера, обладающего необходимыми профессиональными компетентностями. Поэтому в современных условиях формирование и развитие собственной информационной образовательной среды как элемента единой системы информационного образовательного пространства является одной из важнейших стратегических задач каждого вуза в условиях адаптации к бурно развивающимся информационным технологиям. Такая среда должна служить фундаментом для организации современного образовательного процесса.

Термин «информационно-образовательная среда» обозначает новую сущность интеграции образовательной и информационной сред. Существуют различные подходы к определению информационно-образовательной среды вуза:

- единое информационно-образовательное пространство, объединяющее информацию, как на традиционных носителях, так и на электронных; компьютерно-телекоммуникационные учебно-методические комплексы и технологии взаимодействия; дидактические средства [1];
- открытая система, объединяющая интеллектуальные, культурные, программно-методические, организационные и технические ресурсы [2];
- системно организованная совокупность информационного, технического, учебно-методического обеспечения, неразрывно связанная с человеком как субъектом образовательного процесса [3];
- социально-психологическая реальность, в которой созданы психолого-педагогические условия, обеспечивающие познавательную деятельность и доступ к информационным образовательным ресурсам на основе современных информационных технологий [4];
- набор компьютерных средств и способов их применения, используемых в процессе обучения [5];
- совокупность условий, которые обеспечивают единые подходы в осуществлении образовательной деятельности, а также обеспечивают информационное взаимодействие между студентами и интерактивными средствами [6].

На основании анализа научных источников *информационно-образовательная среда* понимается авторами как педагогическая система, объединяющая в себе системно-организованную совокупность информационно-образовательных ресурсов, организационно-методического и аппаратно-программного обеспечения, средств передачи данных и управления образовательным процессом, включая педагогические приемы, методы и технологии, и направленная на удовлетворение потребностей пользователей в информационных услугах и ресурсах образовательного характера, обладающих информационной грамотностью.

Основным структурным элементом, обеспечивающим образовательные услуги, является кафедра, поэтому основным элементом ИОС является виртуальное представительство кафедры (информационные базы и программный комплекс, реализующий типовой набор сервисных образовательных услуг, которые обеспечивают поддержку учебного процесса по дисциплинам кафедры через корпоративную сеть вуза). Авторами определены цели, которые должна достигать ИОС: формирование профессиональных компетенций; формирование информационной грамотности будущих специалистов; реализация творческого потенциала и развитие личности; формирование современного научного и профессионального мировоззрения; возможность реализации профессионального самообразования. Разрабатываемая педагогическая модель ИОС технического вуза основана на междисциплинарном подходе в обучении и включает следующие структурные компоненты: учебно-методический комплекс дисциплины (информационное наполнение процесса обучения); электронная библиотека; учебные дисциплины (электронные учебники, пособия и др.), интернет-классы (условия индивидуальной траектории обучения); постоянно обновляющиеся информационные банки дисциплины (электронные учебники и пособия, демонстрации, тестовые и другие задания, образцы выполненных проектов); модульный принцип построения курсов дисциплин; творческие проекты, в том числе коллективные и их публичные защиты; автоматизированная система контроля знаний (облегчает труд преподавателя и способствует открытости, объективности и беспристрастности оценивания обучающихся); выбор информационного ресурса (оптимальное сочетание электронных и традиционных учебных ресурсов). Электронный учебно-методический комплекс дисциплины должен содержать следующие элементы: электронные учебники, включающие теоретический материал, глоссарий, а также темы лабораторных и практических работ; планы лекционных и практических занятий; виртуальные лабораторные комплексы; конспекты-презентации лекций; задания к лабораторным работам; учебные задания для самостоятельной работы и требования к ним; вопросы и задания к итоговой аттестации; описания информационных средств и технологий, необходимых для выполнения учебных заданий; методические указания к использованию данного комплекса; электронные банки тестов; ссылки на дополнительные информационные ресурсы по дисциплине в сети Интернет; дополнительные учебные материалы (учебники, пособия, журналы и т.п.). Данный учебно-методический комплекс предоставляется студентам с помощью мобильно-облачных технологий.

Таким образом, информационно-образовательная среда определяется с одной стороны как программно-технический комплекс, а с другой стороны как педагогическая система. Следовательно, при разработке ИОС должны решаться не только информационно-программно-технические, но и психолого-педагогические проблемы.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Основы открытого образования / А. А. Андреев [и др.] / отв. ред. В. И. Солдаткин. Т.
2. Рос. гос. ин-т открытого образования. М.: НИИЦ РАО, 2002. 680 с.
2. Захарова И. Г. Формирование информационной образовательной среды высшего учебного заведения: автореф. дис. ... д-ра пед. наук. Тюмень, 2003. 46 с.
3. Ильченко О. А. Организационно-педагогические условия разработки и применения сетевых курсов в учебном процессе (на примере подготовки специалистов с высшим образованием): автореф. дис. ... канд. пед. наук. Центркреат. пед. Моск. гос. технол. акад. М., 2002. 22 с.
4. Красильникова В. А. Информатизация образования: понятийный аппарат // Информатика и образование. 2003. № 4. С. 21–27.
5. Кечиев Л. Н., Путилов Г. П., Тумковский С. Р. Подготовка учебных материалов для включения в состав информационно-образовательной среды. М.: МГИЭМ, 1999. 34 с.
6. Роберт И. В., Лавина Т. А. Толковый словарь терминов понятийного аппарата информатизации образования. М.: Изд-во «ИИО РАО», 2009. 96 с.

## **РОЛЬ МОБИЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ В САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ ВУЗА**

ШАНГИН Г. А.

Уральский государственный горный университет

В современных социально-экономических условиях возрастания значимости роли информации, информатизации образовательных учреждений для будущих специалистов возрастает актуальность готовности к использованию многообразия информационных технологий. Тенденции развития общества таковы, что наряду с расширением возможностей доступа человека к знаниям синхронно происходит резкое увеличение объема необходимой для усвоения информации, не совместимое с ограниченными возможностями индивида. Происходит быстрое устаревание знаний в связи с ускоренными темпами развития научно-технического прогресса и связанная с этим необходимость непрерывного образования, самообразования и развития способности человека к быстрой переквалификации для поддержания социального статуса личности и т.п. В таких условиях будущему специалисту уже недостаточно быть просто компетентным в области информационных технологий, владеть разносторонними знаниями об информационных процессах и уметь применять их на высоком профессиональном уровне в рамках своей специальности. Ему объективно необходимы личностные качества, позволяющие относиться к информации как к абсолютной ценности; критически её оценивать, сохраняя контролируемую открытость при информационном обмене. Образовательные стандарты третьего поколения ВПО подразумевают обязательное внедрение и использование инновационных технологий обучения в учебном процессе. При этом большое внимание уделяется организации самостоятельной работы студентов.

Указанные факторы обусловили потребность в новых формах получения образования, более гибких и мобильных. В XXI веке зарождается мобильное обучение как новое направление. Его особенность заключается в использовании мобильных беспроводных устройств – смартфонов и планшетных компьютеров, в корне изменяющих способы приобретения знаний, позволяя получать доступ к неограниченной информации в любое время.

Современные исследования показывают, что внедрение мобильных устройств в образование ведет к важным качественным изменениям образовательной практики. Во-первых, мобильность – границы класса «растягиваются» до пределов досягаемости беспроводной сети. Во-вторых, социальное взаимодействие, т. е. к традиционному устному и письменному взаимодействию добавляется обмен данными, создание общих ресурсов, телекоммуникационных проектов и т. д. В-третьих, индивидуализация учебной траектории, темпа, интенсивности обучения. В-четвертых, восприимчивость к образовательному пространству. В-пятых, коннективность, создающая универсальную среду сетевого взаимодействия, связывания. В-шестых, создание интерфейсов между физическим и цифровым мирами с помощью сенсоров, датчиков, GIS и т. д.

Выделяют конкретные формы и методы внедрения мобильных технологий в учебный процесс: мобильные устройства обеспечивают доступ в Интернет на сайты с обучающей информацией (применяется как одна из форм дистанционного обучения); являются мультимедийным средством воспроизведения звуковых, текстовых, видео- и графических файлов, содержащих обучающую информацию; позволяют организовать обучение с использованием адаптированных электронных учебников, учебных курсов и файлов специализированных типов с обучающей информацией, при этом учебные пособия разрабатываются непосредственно для платформ мобильных телефонов.

До сих пор люди сопоставляли процесс получения образования с определенными этапами их жизни: от поступления в школу до окончания университета. Образование заканчивалось тогда, когда появлялась постоянная работа. Эта модель восприятия обучающего процесса относится к эпохе индустриализации и быстро теряет актуальность. В наше время, в эпоху постиндустриализации или информатизации, благодаря применению компьютеров и

получению знаний в Интернете, образование становится частью нашей повседневной деятельности независимо от возраста. Компьютеры, планшеты и смартфоны делают технологию получения знаний более мобильной, позволяя обходить стороной устаревшие обучающие системы. Это особенно актуально для студентов, профессионально занимающихся спортом, которым приходится оставлять свое образование незаконченным, так как большую часть своего времени им приходится отдавать спортивным нагрузкам.

Мобильное обучение является принципиально новым явлением: оно зародилось еще в 1901 году, когда компания Linguaphone выпустила уроки иностранного языка на восковых цилиндрах. В XXI веке зарождается мобильное обучение как новое направление, часть открытого дистанционного образования. Предпосылки для мобильного обучения в современном его понимании были заложены в 70-х годах XX в., когда Алан Кей предложил идею «компьютера размера книги» для образовательных целей. В 90-х годах с появлением карманных персональных компьютеров начинается развитие и оценка мобильного обучения для студентов, появляются первые обучающие проекты для мобильной среды. Появляются фундаментальные исследования в области мобильного обучения зарубежных ученых: Т. Андерсон анализирует теорию и практику электронного обучения; М. Шарплз изучает обучение в мобильную эру; М. Алли рассматривает электронные ресурсы в формате учебных объектов, из которых собирается репозиторий; Д. Аттевель подчеркивает необходимость вовлечения и поддержки мобильных обучаемых; М. Рагус анализирует австралийскую мобильную обучающую сеть, внедрение мобильных технологий для доставки учебных курсов на рабочие места; Д. Тракслер рассматривает мобильное обучение на основе SMS-системы поддержки преподавателей. С 2002 г. в европейских странах проводится международная конференция, участники которой обсуждают место и роль мобильных образовательных технологий, теорию и практику применения беспроводных устройств, мобильных образовательных ресурсов в обучении. 2012 год можно рассматривать как переломный в развитии мобильного обучения в высшей школе, что подтверждается результатами ежегодных научных конференций, посвященных проблеме мобильного обучения.

В России только начинается зарождение и становление системы мобильного обучения. Отдельные работы отечественных ученых исследуют перспективы и некоторые возможности мобильного обучения: А.А. Андреев анализирует перспективы применения портативных персональных компьютеров (МППК) в системе дистанционного обучения, вводит классификацию МППК, формулирует их дидактические свойства и функции; Е.Д. Патаракин исследует возможности сетевых сервисов Web 2.0; И.В. Савиных анализирует функционирование мобильного портала для доступа с сотовых телефонов для SMS-рассылок, SMS-опросов, SMS-тестирования; В.В. Жуков выделяет главный принцип мобильного обучения: обучение в любом удобном месте, в любое удобное время; А.А. Федосеев, А.В. Тимофеев отмечают, что возможностей мобильных устройств достаточно для полноценной работы в различных профессиональных областях; С.В. Кувшинов, В.А. Куклев рассматривают мобильное обучение как новую реальность в образовании.

Таким образом, мобильное обучение ни в коем случае не конкурирует с традиционным обучением, в некоторых моментах они дополняют друг друга. Одним из главных преимуществ мобильного образования является то, что студенты независимо от уровня их образования смогут самостоятельно работать и получать знания, которые помогут им реализоваться в жизни.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Куклев В. А. Электронное обучение с помощью мобильных устройств в любое время и в любом месте. Ульяновск: УлГТУ, 2009. 356 с.
2. Кувшинов С. В. M-learning – новая реальность образования // Высшее образование в России. 2007. № 8. С. 75–78.

## ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ СРЕДСТВАМИ МОБИЛЬНО-ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

ШАНГИН Г. А.

Уральский государственный горный университет

Ускоренно развивающиеся процессы информатизации и интеграции различных сфер деятельности, рост информационных потоков и инноваций в области производства и образования обуславливают необходимость постоянного обновления знаний студентов и повышения качества их подготовки и, в частности, их самостоятельной работы. Кроме этого, информационные технологии, которые еще вчера считались новыми и повсеместно использовались преподавателями в учебном процессе, сегодня являются устаревшими, и очевидно, что создание полноценной и эффективной информационной среды только этими средствами невозможно. Следовательно, встает вопрос о поиске и возможности применения новых информационных технологий, которые приходят на замену устаревшим. Решением этой проблемы может стать использование нового, быстро развивающегося класса сервисов – мобильно-облачных технологий.

Различают публичное, частное и гибридное облака.

*Публичное облако* (publiccloud) подразумевает развертывание инфраструктуры с необходимым программным обеспечением и предоставление механизмов доступа к ним за пределами инфраструктуры образовательного учреждения или компании непосредственно в сети Интернет для учащихся и других клиентов.

*Частное облако* (privatecloud) создается на основе собственной IT-инфраструктуры для оптимизации его использования в рамках образовательного учреждения или компании.

*Гибридное облако* (hybridcloud) – это комбинация из двух или более различных облачных инфраструктур (частных, публичных), которые остаются уникальными объектами, но связаны между собой стандартизованными или частными технологиями передачи данных и приложений (например, кратковременное использование ресурсов публичных облаков для балансировки нагрузки между облаками).

Наиболее эффективным и безопасным от потери данных для создания единой информационно-образовательной среды является гибридное облако, когда облачные сервисы применяются лишь для доступа к ресурсам, а все данные и материалы находятся в хранилище и доступны преподавателю как в онлайн, так и в офлайн режимах.

Одним из компонентов информационной среды является облачный сервис от компании Яндекс – «Яндекс. Диск», представляющий собой облачное хранилище данных, которое позволяет хранить файлы на серверах (в «облаке») и делиться ими с другими пользователями сети Интернет. Работа построена на синхронизации данных. Сервис предоставляет следующие возможности: базовый объем диска 10 ГБ, который можно при необходимости расширить; бессрочное хранение информации на диске; удобный поиск любых отправленных или полученных почтовых вложений, которые собираются в одной папке.

Еще одним важным компонентом является служба Live@edu компании Microsoft – это бесплатная электронная почта и система мгновенного обмена сообщениями, многопользовательские видеоконференции и голосовой чат, а также просмотр и редактирование документов в сети, бесплатное интернет-хранилище объемом от 7 ГБ. Преимущества Live@edu: наличие персонального рабочего пространства для хранения документов, созданных в системе Microsoft Office и совместной работы над ними в режиме онлайн; возможность хранения более 1000 документов, защищенных паролем; расширение возможностей Microsoft Office по совместной работе над документами; отсутствие необходимости использования флэш-карты или электронной почты, которая ограничивает размер отправляемых документов.

Студенты могут использовать возможности OneDrive от Microsoft для работы над проектами, выполнения домашнего задания в Excel, создания презентаций, докладов и так

далее. Все документы моментально становятся доступными для проверки преподавателем, который может сразу опубликовать все итоги работы в Интернете (с возможностью ограничения прав доступа и редактирования). Таким образом, применение облачных технологий от Microsoft позволяет расширить возможность информационной среды. Во-первых, за счет облачного хранилища объемом от 15 Гб, во-вторых, предоставлением бесплатного офиса с возможностью групповой работы над документами, что весьма полезно для организации контрольных работ по математике и предоставлению презентаций и иных материалов к занятиям в режиме онлайн. А для обучения математике данный облачный сервис предлагает один из мощнейших инструментов MS Excel с возможностью моментальной публикации в Интернете и сохранением в облачном хранилище.

Аналогом облачного сервиса от Microsoft являются сервисы от компании Google, которая предоставляет множество образовательных сервисов и доступ к ним с любого устройства, имеющего выход в Интернет.

Кроме этого, в настоящее время любая кафедра имеет свое виртуальное представительство (информационные базы и программный комплекс, реализующий типовой набор сервисных образовательных услуг, которые обеспечивают поддержку учебного процесса по дисциплинам кафедры через корпоративную сеть вуза). Эти информационные базы можно скачать на мобильное устройство и использовать в любое удобное время.

Обучение в условиях, когда студент имеет мобильный доступ к образовательным ресурсам, может взаимодействовать с преподавателем и другими обучающимися, называется *мобильным обучением*. Мобильное обучение подразумевает технологии, позволяющие организовать процесс обучения с помощью устройств мобильной связи, таких как смартфон, карманные портативные компьютеры, ноутбуки, гаджеты и др. Они могут быть использованы в любом месте, в любое время, в том числе дома, в поезде, в гостиницах и т. п. Преимущества мобильного обучения могут заключаться в том, что студенты могут взаимодействовать друг с другом и с преподавателем. Карманные или планшетные ПК (КПК) и электронные книги легче и занимают меньше места, чем файлы, бумаги и учебники, и даже ноутбуки. Существует возможность обмена заданиями и совместной работы; учащиеся и преподаватели могут посылать текст по электронной почте, вырезать, копировать и вставлять, передавать устройства внутри группы, работать друг с другом, используя функции КПК или беспроводной сети.

Мобильные устройства позволяют получать информацию где угодно, но в соответствии с реальной программой обучения. Поэтому студенты могут заниматься в любом месте и в любое удобное время. Хотя сегодня мобильным приложениям еще предстоит пройти длинный путь, прежде чем стать неотъемлемой частью работы в каждой аудитории, нельзя не отметить темпы их внедрения. Например, приложения, помогающие студентам изучать графические пакеты. И, несмотря на то, что большинство приложений пока способно объединять студентов лишь в небольшие группы, в данный момент разрабатывается технология, позволяющая преподавателям управлять студенческой аудиторией с мобильного устройства во время работы с приложением. Благодаря подобным разработкам, преподаватели все чаще используют электронные ресурсы в качестве учебного пособия, углубляющего знания.

В настоящее время многие сферы жизни пронизаны инновациями. В сфере образования, на наш взгляд, такой инновацией является технология самостоятельной работы с использованием мобильно-облачных технологий. Однако следует отметить, что серьезной проблемой, сдерживающей инновационное развитие, является, слабое вовлечение в инновационный процесс человеческого фактора. В условиях развития обучающих информационных средств овладение мобильно-облачными технологиями может рассматриваться как показатель инновационной культуры и профессиональной подготовки специалиста, что соответствует общей тенденции развития инноваций в сфере образования.

## МЕТОДЫ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

БАБИЧ В. Н.

Уральский государственный горный университет

Можно выделить две основные области применения геометрического моделирования: *проектирование* и *научные исследования*. Объектом проектирования является проект – модельный образ некоторого материального предмета. Геометрическое моделирование при проектировании выполняется в инструментальном производстве, машиностроении, архитектуре и строительстве, горном производстве, радиотехнике и микроэлектронике и др.

*Графический метод* получения абстрактной геометрической модели в рамках геометрического моделирования основан на использовании геометрических построений и, следовательно, предполагает прежде всего переход к описанию объекта исследования на геометрическом языке, через геометрические понятия, т. е. получение абстрактной геометрической модели [1].

Следует заметить, что геометрическим понятиям и теориям присуща высокая степень абстрактности. Можно отметить такие важнейшие виды как:

– абстракция идеализации – отождествление между собой предметов определенного класса и наделение их идеальными, воображаемыми свойствами, которыми реальные предметы не обладают или обладают лишь с определенной степенью приближения, например: понятия геометрической точки, линии, фигуры и др.;

– абстракция потенциальной бесконечности как понятие бесконечного множества, неограниченность продолжения прямой в обе стороны, число точек на отрезке, прямой, плоскости и др.;

– абстракция над абстракциями или многоступенчатая абстракция – образование новых обобщенных понятий при отождествлении объектов, уже являющихся некоторыми абстракциями, например: понятия вектора, группы, поля, многомерных пространств, в т. ч. бесконечномерных и др.

Поэтому формализация исходной реальной проблемы, в том числе в геометрической форме прежде всего направлена на возможность ее решения (хотя и через абстрактные представления).

Графический метод решения исходной задачи реализуется в результате выполнения необходимых геометрических построений, позволяющих получить геометрические характеристики, определяющие итоговый результат. В процессе геометрических построений появляются новые геометрические многообразия, связанные с исходной моделью. Использование информационных технологий (в виде средств машинной графики) особенно эффективно при выполнении геометрических построений (преобразований) в рамках созданной визуализированной модели (изображения). Развитые программные средства (специализированные пакеты прикладных программ), особенно такие, которые содержат геометрические ядра, например AutoCAD, позволяют оперативно и качественно выполнить необходимые построения и преобразования и получить итоговый результат.

Таким образом, графический метод в геометрическом моделировании направлен на получение геометрического результата на основе выполнения необходимых геометрических построений и преобразований. Количественные характеристики определяются непосредственно в результате измерения характеристик элементов геометрической модели или интерфейсного (сервисного) получения из компьютерной модели.

*Геометрическое моделирование на основе методов фрактальной геометрии.*

*Графоаналитический метод* в геометрическом моделировании осуществляется на основе указания конструктивного отображения, определяющего переход от объекта-оригинала  $M_1$  к геометрической модели  $M_3$  через вспомогательное (промежуточное) отображение  $M_2$ , т. е. отображение типа  $M_1 \rightarrow M_2 \rightarrow M_3$ . Причем в качестве такого отображения  $M_2$  может быть выбран аналитический способ преобразования (через табличные массивы описания или

символьные формализации), графический способ, использующий проецирующий аппарат, а также произведение нескольких промежуточных отображений (аналитического и графического типа).

*Графоаналитические методы* используются при моделировании сложноорганизованных геометрических форм, например, фракталообразных объектов (естественного и искусственного происхождения). Особенностью геометрического моделирования таких объектов (с точки зрения теории фракталов [2]) являются их структурная неоднородность, нечеткость контуров, пространственная сложность. Методология фрактального моделирования основана на геометро-графических и аналитических способах получения модельного описания фрактального объекта, позволяющих выполнить визуализацию модели. Эти способы, в основном, определяются алгоритмами рекурсивного (итерационного) смысла.

Математическое понимание фрактала определяет его как множество с дробной размерностью. Дробное значение фрактальной размерности характеризует степень заполнения пространства фрактальной структурой, тогда как значение лакунарности представляет собой меру неоднородности структуры фрактала. Количественная характеристика структур сложной пространственной организации через фрактальную размерность может служить показателем морфологической сложности этих структур. Так определяется природный морфогенез (сложная пространственная организация природных (естественных) форм) в сопоставлении с фрактальными структурами. Расчёт мультифрактальных характеристик позволяет учесть неравномерность распределения элементов в объекте, степень проявления самоподобия реальной структуры.

Геометрические фракталы (самые наглядные) получают с помощью некоторой итерационной процедуры (генератора) в соответствующем масштабе [3]. При этом свойство самоподобия выполняется при изменении масштаба в  $\lambda^n$  раз,  $n = 1, 2, \dots$ , где  $\lambda > 0$  – некоторая постоянная, т. е. геометрический фрактал обладает масштабно-инвариантной структурой. Размер генерирующих элементов структуры зависит от масштаба измерения, причем число элементов на каждой итерации изменяется в одно и то же число  $r$  раз. Если  $N_n$  – число элементов на  $n$ -й итерации,  $\varepsilon_n = \lambda^{-n}$  – степень уменьшения размера элемента,  $0 < \lambda < 1$ , то величина

$$d_H = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\ln N_n}{\ln(1/\varepsilon_n)} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\ln N_n}{\ln(\lambda^{-n})} = -\frac{1}{\ln \lambda} \lim_{n \rightarrow \infty} \ln(N_n)^{1/n}.$$

Пусть  $N_n = cr^n$ ,  $c = \text{const} > 0$ , тогда получим

$$d_H = -\frac{1}{\ln \lambda} \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\ln(cr^n)}{n} = -\frac{1}{\ln \lambda} \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\ln c + n \ln r}{n} = \frac{\ln r}{\ln(1/\lambda)},$$

т. е.  $r = \lambda^{-d_H}$ ,  $N_n = c\lambda^{-d_H n}$ . Таким образом, при изменении масштаба измерения в  $\lambda$  раз число элементов изменяется в  $\lambda^{-d_H}$  раз.

Фрактальный объект получается при  $n \rightarrow \infty$ . Величина  $d_H$  определяет размерность Хаусдорфа полученного объекта.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бабич В. Н., Кремлев А. Г. Фрактальный подход к архитектурному моделированию // Альманах современной науки и образования. Педагогика, психология, социология. Тамбов: Грамота, 2011. № 2 (45). С.66–68.
2. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы. М.: Ин-т комп. иссл., 2002. С. 18.
3. Системный анализ в геометрическом моделировании / под ред. А. Г. Кремлева. Екатеринбург: Изд-во УГГУ. 2014. 171 с.



## ГРАФИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ РЕШЕНИЙ СЛОЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

ВЕРШИНИН С.В.

Уральский государственный горный университет

В данной работе представлены решения сложных инженерных задач, в которых методы системного анализа применялись как на стадии формализации задачи, так и на стадии выбора и реализации геометрических моделей и их удачного сочетания.

**Постановка задач и решений.** Для исследования технологических задач часто приходится использовать комбинацию аналитических, численных и графических методов. Их удачное сочетание приводит к конструктивному результату, т.е. к экстремуму соответствующего критерия качества.

Дисциплина «Компьютерная графика», введенная в образовательные стандарты, нацелена на формирование у студентов разных курсов навыков работы с геометрическими объектами, как двумерными, так и трехмерными. По целевому назначению компьютерную графику можно разделить на научно-исследовательскую, конструкторскую и учебную. Все три вида связаны между собой и в разном объеме используются для студентов разных специальностей. На текущий момент аппаратное и программное сопровождение для компьютерной графики довольно сильно продвинуто.

**Научная графика.** Возможности научной графики в исследовательских задачах продемонстрированы в работах [1, 2], где в нелинейных задачах двух- и трехмерная графика использована для верификации аналитических и численных результатов. В инженерных расчетах важную роль играют надежные оценки прочности конструкций и времени начала разрушения. Так, модель логистического уравнения

$$d\omega / dt = f(P, \omega) \quad \omega(0) = 0 \quad \omega(t_*) = 1,$$

где  $P$  – нагрузка,  $\omega$  – поврежденность,

для нелинейного кинетического процесса разрушения позволяет построить согласованную асимптотику и подтвердить результат графически.

Аналогично, нелинейная модель уравнения Абеля 2-го рода

$$\frac{y''(x^2 + y^2)}{1 + y'^2} - 2xy' + 2y = 0$$

описывает поле микротрещин в окрестности пробойного отверстия в пластине.

Таким образом, научная графика является важным элементом в моделировании нелинейных процессов и явлений.

**Конструкторская графика.** Конструирование сложных узлов механизмов и машин требует инженерного подхода к задачам, поэтому математическая строгость снижается, зато увеличивается геометрическая вариативность за счет постоянного использования операций композиции и декомпозиции. Конструкторские задачи геометрического моделирования выделены в отдельный класс задач САПР с обязательным использованием компьютеров и пакетов различных типов. В САПР-пакетах важно удачное сочетание геометрических и прочностных приложений, что позволяет решать задачи оптимизации конструкций целиком. Ограничения на кривизну отдельных поверхностей и связность геометрических тел можно вводить, рассматривая эти тела в математических пакетах, а также используя справочники и государственные стандарты.

Сочетание математических и САПР-пакетов (MathCad, AutoCad) также позволяет рассматривать сложную геометрию конструируемых узлов.

Графические редакторы и конструкторы, используемые в САПР-пакетах, развиваются быстрее, чем алгоритмы прочностных расчетов (обычно с помощью вариантов метода конечных элементов), поэтому при удачном распараллеливании геометрической и прочностной частей исходной задачи возможно уменьшение времени расчета отдельных вариантов за счет использования компьютеров с параллельной архитектурой.

**Учебная графика.** В инженерных образовательных программах чаще всего используются упрощенные версии САПР-пакетов, т.е. программная оболочка без ядра, где сосредоточена алгоритмическая часть. Студентам важно освоить не только геометрическую и механическую части используемых пакетов, но и сделать выбор по предоставляемому интерфейсу.

Кроме того, встроенная в САПР-пакеты графика должна носить интерактивный характер, с элементами пошаговой проверки и выявлением ошибок, что придает процессу конструирования творческий характер даже в образовательных приложениях.

Визуализация пошагового процесса конструирования в учебных САПР-пакетах значительно улучшает интерфейс взаимодействия студента с компьютером, что повышает интенсивность образовательного процесса.

Таким образом, использование различных типов компьютеров и пакетов позволяет исследователю, конструктору и студенту работать в сетевом формате, что значительно ускоряет как процесс конструирования, так и образовательный процесс.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вершинин С. В. Аналитические оценки в задачах моделирования и управления сложными технологическими процессами в гидрометаллургии: сб. докл.Международ. науч.-практ. конф. «Уральская горная школа – регионам». Екатеринбург: УГГУ, 2013. С. 468–469.

2. Вершинин С. В. Некоторые модели хрупкой среды с особенностями в виде трещин и методы их исследования: сб. докл.Международ. науч.-практ. конф. «Уральская горная школа – регионам». Екатеринбург: УГГУ, 2014. С. 10–12.

## ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ ПРОСТРАНСТВО. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ

САМОХВАЛОВ Ю. И.

Уральский государственный горный университет

Роль точки, прямой и плоскости в геометрии трудно переоценить: любая модель геометрического пространства или объекта отображается в виде композиции точек, прямых (кривых) или их отрезков и плоскостей (поверхностей) или их отсеков.

В качестве примера можно рассмотреть трехмерное пространство. Число моделей трехмерного пространства на плоскости велико, наиболее часто употребляется модель метрического пространства (рисунок 1, *а*) – закрепленная система трех взаимно перпендикулярных плоскостей проекций  $H$  – горизонтальной,  $V$  – фронтальной и  $W$  – профильной. Три взаимно перпендикулярные плоскости пересекаются по трем взаимно перпендикулярным прямым – осям проекций  $X$ ,  $Y$  и  $Z$ . Оси проекций пересекаются в точке  $1$  – начале координат (если  $X$ ,  $Y$  и  $Z$  – координатные оси, а  $H$ ,  $V$  и  $W$  – координатные плоскости). Модель на рисунке 1, *а* отображает трехмерное метрическое пространство, теория и практика которого изучается метрической геометрией (планиметрия, стереометрия, начертательная геометрия и др.). Более общим случаем трехмерного пространства является проективное пространство, модель которого представлена на рисунке 1, *б*. Модель метрического пространства получается преобразованием проективной модели в инволюционной геммологии, которая определяет взаимную перпендикулярность осей и плоскостей проекций и удаление в бесконечность (абсолют) грани 234 тетраэдра (рисунок 1, *б*).

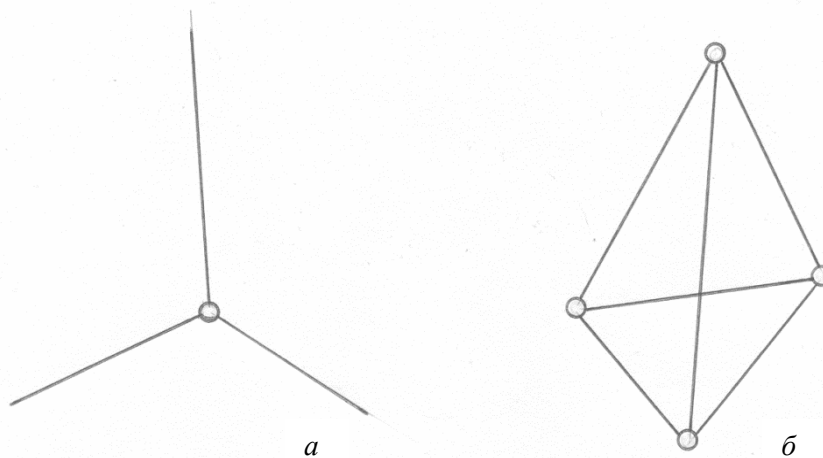


Рисунок 1 – Модели трехмерного пространства:  
*а* – модель трехмерного метрического пространства;  
*б* – модель трехмерного проективного пространства

Обе приведенные модели тождественны (или гомеоморфны) с точки зрения топологии. Конструкция четырехгранника (тетраэдра) 1234 – замкнутый трехмерный объект, являющийся частью трехмерного пространства и обладающий всеми свойствами пространства, который может рассматриваться как его полномочный представитель. Тетраэдр 1234 является простейшим представителем пространства или симплексом.

Симплекс трехмерного пространства (рис. 1, *б*) представлен четверкой некопланарных точек 1, 2, 3, 4, шестью ребрами 12, 13, 14, 23, 24, 34 и четверкой граней 123, 124, 134 и 234 – эти геометрические элементы в композиции описываются классической формулой Л. Эйлера:

$$B - P + \Gamma = 2, \quad (1)$$

где  $V$  – число вершин (4);  $P$  – число ребер (6);  $\Gamma$  – число граней (4).

Но эта формула описывает поверхность тетраэдра и не включает еще один геометрический элемент – трехмерный – внутреннюю часть тетраэдра. С точки зрения теории графов тетраэдр как композиция содержит четыре вершины, шесть ребер, четыре плоские фигуры (грани) или циклы и один трехмерный цикл – внутренняя часть тетраэдра. Тогда формула Л. Эйлера для трехмерного объекта должна иметь вид:

$$V - P + \Gamma - \Phi_3 = 1. \quad (2)$$

Классическая формула Л. Эйлера для поверхности или для любого графа на плоскости или поверхности, имеющих один или более циклов, должна иметь вид:

$$V - P + \Gamma = 1. \quad (3)$$

**Пример.** Фигура (граф) (рисунок 2, а) состоит из семи вершин, восьми ребер и двух граней (циклов). По формуле (2) получаем:  $7 - 8 + 2 = 1$ .

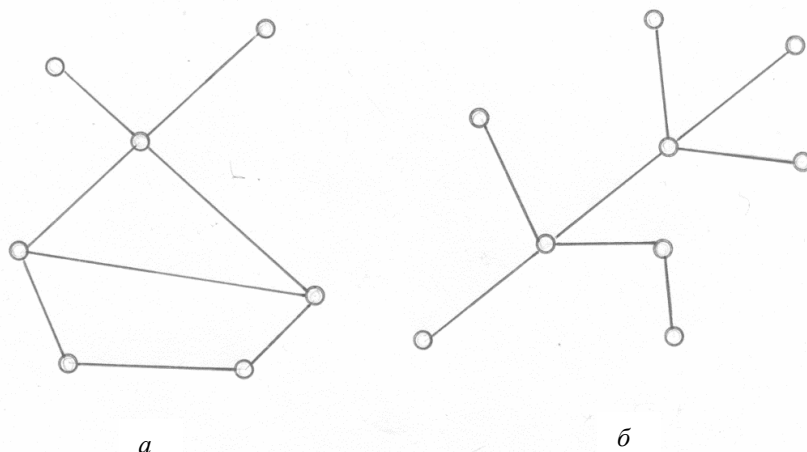


Рисунок 2 – Модели:  
 а – геометрическая фигура – граф в двумерном пространстве,  
 б – в одномерном – линейный граф (дерево)

Формула (2) для трехмерных графов и формула (3) для двумерных графов создают последовательность (индукцию), по которой можно записать формулу Л. Эйлера для линейного графа (рисунок 2, б):

$$V - P = 1. \quad (4)$$

Для графа (рисунок 2, б)  $V = 9$ ,  $P = 8$ , по формуле (4) получаем:  $9 - 8 = 1$ .

Эту последовательность можно продолжить и распространить на пространство четырех измерений:

$$V - P + \Gamma - \Phi_3 + \Phi_4 = 1, \quad (5)$$

где  $\Phi_3$  – сумма трехмерных циклов;  $\Phi_4$  – сумма четырехмерных циклов.

В компактном виде формулу Л. Эйлера можно записать:

$$\sum \text{НЧ} - \sum \text{Ч} = 1, \quad (6)$$

где НЧ – нечетные члены последовательности геометрических элементов; Ч – четные члены последовательности.

Таким образом, формула Л. Эйлера описывает индукцию взаимной совокупности геометрических элементов ряда геометрических пространств всех измерений.