

# МАТЕРИАЛЫ УРАЛЬСКОЙ ГОРНОПРОМЫШЛЕННОЙ ДЕКАДЫ

5-15 апреля 2004 г.

ЭКОЛОГИЯ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

## ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ КИРОВГРАДСКОГО ПРОМУЗЛА НА ПРИМЕРЕ *DROSOPHILA MELANOGASTER*

*ПОЧЕЧУН В. А.,*

Уральская государственная горно-геологическая академия

Взаимосвязь микроэлементного состава компонентов живой и неживой природы достаточно долгое время является объектом пристального внимания ученых.

Химическая мозаичность биосферы и единство геохимической среды и жизни в процессе эволюции привели к формированию районов с различными биогеохимическими пищевыми цепями и с определенной устойчивостью или неустойчивостью живых организмов, включая человека, к возникновению различных физиологических нарушений и заболеваемости.

В современных условиях формирования техногенных геохимических провинций серьезную озабоченность вызывают негативные последствия воздействия загрязненной окружающей среды на живые организмы от широкого спектра химических компонентов органического и неорганического происхождения, в том числе и тяжелых металлов. В условиях возрастающего антропогенного давления увеличиваются потоки загрязняющих веществ, усиливается их воздействие на компоненты биосферы, изменяются биогеохимические циклы элементов. Часто такое воздействие связано с работой определенного типа предприятий и характеризует ситуацию локального характера. Накопление сведений о региональных особенностях элементного состава различных, в том числе и живых организмов позволяет выявлять специфику экологических нормативов для данной территории.

В настоящее время является актуальным вопрос перехода от постоянных величин нормативных показателей для различных видов загрязнителей к их региональным значениям с учетом специфики биогеохимической структуры и уровня антропогенной нагрузки (Степанов, 1998; Башкин и др., 1993; Воробейчик и др., 1994). Тесная взаимосвязь между биогеохимической структурой территории и состоянием популяционного здоровья населения позволяет говорить о возможности и необходимости разработки параметров экологического нормирования только на основе познания этой структуры как в природных ландшафтах, так и в их антропогенно-модифицированных аналогах.

Ведущими отраслями экономики Кировград-Невьянского промузла являются горнодобывающая и металлургическая, объединенные Кировградским медеплавильным комбинатом. Кроме того, в Кировграде функционирует Завод твердых сплавов республиканского значения; в пос. Нейво-Рудянка действует самый крупный в Свердловской области лесохимический завод; в Верхнем Тагиле имеется комбинат строительных конструкций и Верхнетагильская ГРЭС; в Невьянске, кроме заводов ВПК, развита сеть предприятий по производству строительных материалов, среди них кирпичный и цементный заводы. Рудную базу медеплавильной промышленности представляют медноколчеданные месторождения, на базе которых работают три горнорудных предприятия – Левихинский, Ломовский и Ново-Ежовский рудники.

Наличие на территории Кировград-Невьянского промузла этого комплекса предприятий приводит к интенсивной трансформации природной среды и формированию вокруг территории их расположения специфической геохимической обстановки. Это послужило толчком для выполнения комплекса геохимических исследований различных природных сред.

*Drosophila melanogaster* (плодовая мушка) была выбрана в качестве биологического тест-объекта. Содержание элементов в организме *Drosophila melanogaster* определялось в основном их влиянием на течение патологических процессов, а также региональные особенности элементного состава биосубстратов *Drosophila melanogaster*.

Основные задачи работы:

- 1) установить содержание меди, свинца, цинка в теле имаго *Drosophila melanogaster*;
- 2) на основании данных по химическому составу имаго *Drosophila melanogaster* выделить зоны с максимальной техногенной трансформацией природной среды.

### Методика проведения работ

Для осуществления поставленных задач были проведены полевые наблюдения и съемка территории. Площадные исследования территории работ проводились на основании проведения маршрутов по профилям, которые закладывались с учетом господствующего простирания геологических комплексов, основных элементов рельефа, а также с учетом миграционной особенности изучаемой тест-системы. Для привлечения и отлова насекомых использовались ловушки, в которых заливалась среда Альтерстона:

Глюкоза – 25 г

Дрожжи – 25 г

Агар-агар – 2 г

Вода – 0,25 л

За время опробования было получено 46 проб.

Расстояние между точками опробования при съемке масштаба 1:50000 составляет 3 км. На участках сопряжения элементарных ландшафтов, природных и техногенных образований, геохимических барьеров, на сельхозугодьях, линиях электропередач (ЛЭП), у автомобильных дорог и т. д. расстояние между пробами составляет 1 км.

Вес одной усредненной пробы составил 40 – 60 г.

Подготовка проб к анализу. В связи с тем, что влажные пробы не подлежат длительному хранению, они подвергались сушке в помещении. Навеску воздушно-сухого материала массой около 10 г помещали в сушильный шкаф, где при  $t = 80$  в течение 2 часов доводили до постоянного веса. Навески помещались в беззольные фильтровые пакеты. Все пробы подвергались, после дальнейшей подготовки, приближенно-количественному спектральному анализу на 3 элемента: свинец, медь, цинк. По данным спектрального анализа, с использованием компьютерной программы Surfer, были построены карты распределения свинца (мг/г), меди (мг/г), цинка (мг/г) в теле имаго *Drosophila melanogaster* Кировградского промузла.

### Результаты работы

Свинец – элемент, заслуживающий в районе работ самого пристального внимания, так как почти повсеместно является основным загрязнителем окружающей среды.

Весьма четко выделяется район г. Кировграда и его окрестностей как огромный ореол техногенного загрязнения (рис. 1, а, б). Около 2/3 изучаемой площади занимает контур, в пределах которого, по данным спектрального анализа, содержание свинца составляет 0,9-45 мг/кг. Он не замкнутый и в некоторых местах выходит за рамки района работ. На этом фоне наблюдаются участки максимального загрязнения. Такие участки расположены на востоке, северо-востоке и юго-востоке от Кировградского медеплавильного комбината и Завода твердых сплавов. В пределах участка с максимальным загрязнением содержание свинца колеблется от 20 до 45 мг/кг. Названные участки приурочены к понижениям рельефа и расположены в непосредственной близости от главных загрязнителей (Кировградского медеплавильного комбината, Завода твердых сплавов, В. Тагильской ГРЭС).

Опробование проводилось в июне и в августе. Анализ карт показал, что площадь участка с максимальным загрязнением на рис. 1, а несколько меньше, чем на рис. 1, б. Видимо, это связано с накоплением токсичных элементов в теле насекомых в течение сезона.

В отличие от меди и цинка, соединения свинца более летучие в медеплавильном процессе. Кроме того, значительную лепту в общую загрязненность свинцом вносит автомобильный транспорт (он выделяется в ощутимых количествах выхлопными газами).

Распределение меди и цинка в насекомых показано на рис. 2, а, б. Центром основного техногенного загрязнителя является Кировградский медеплавильный комбинат. Ореол техногенного загрязнения составляет примерно 2/3 изучаемой площади. По данным спектрального анализа, содержание меди и цинка на этих участках колеблется от 5 до 200 мг/кг. Участки с максимальным техногенным загрязнением расположены на востоке и юго-востоке от основных источников загрязнения. Содержание меди на этих участках колеблется от 90 до 200 мг/кг, а содержание цинка – от 90 до 400 мг/кг. Повышенные концентрации меди и цинка в этом природном срезе также приурочены к понижениям в рельефе.

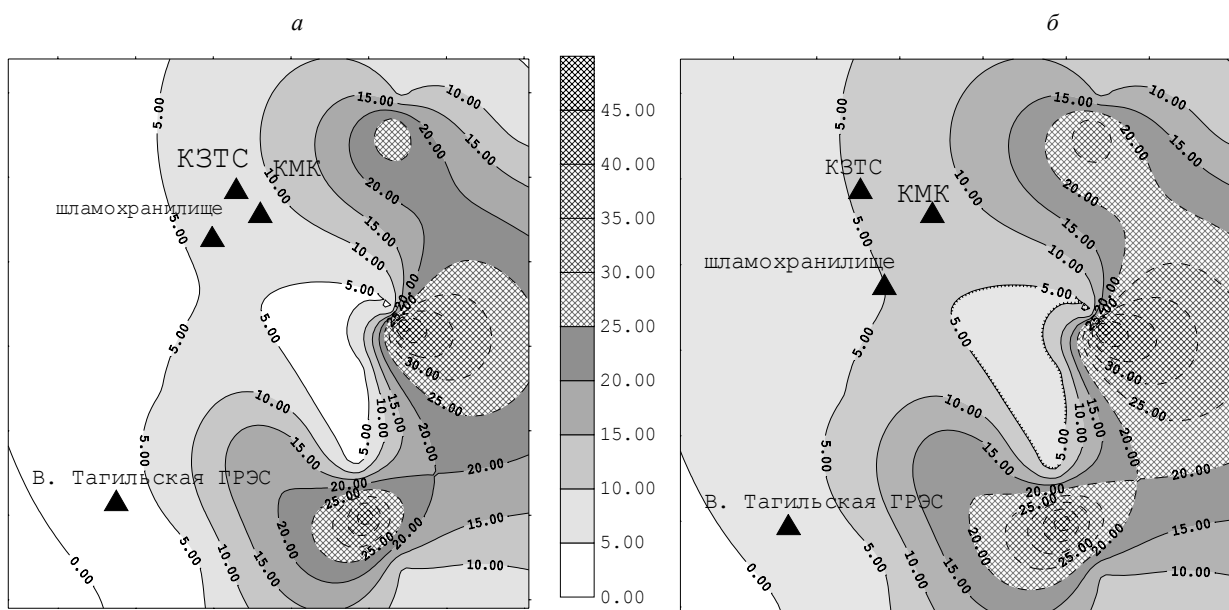


Рис. 1. Карта распределения свинца в насекомых Кировградского промузла (мг/кг):  
а – июнь; б – август

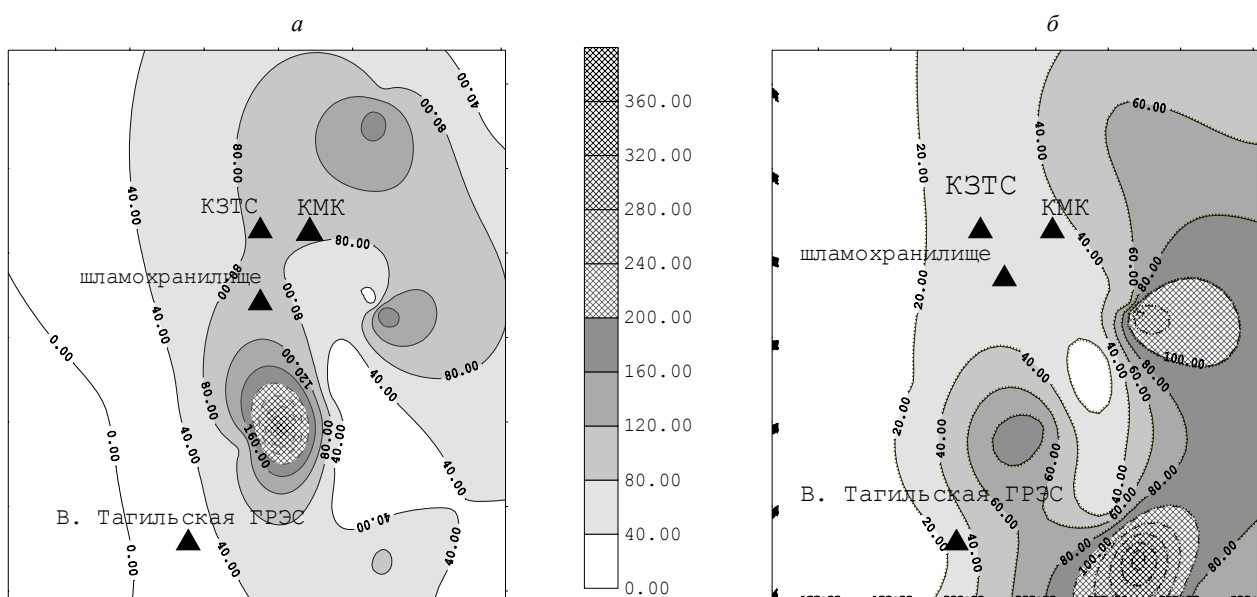


Рис. 2. Карты распределения цинка (а) и меди (б) в насекомых Кировградского промузла (мг/кг):

### Выводы

1. Уровень накопления изученных элементов в насекомых Кировградского промузла зависит от степени антропогенной нагрузки и изменяется преимущественно в сторону увеличения, по мере приближения к основным источникам техногенного воздействия.
2. Концентрация элементов в теле насекомых территории может служить показателем техногенной трансформации природных сред.
3. Количественные данные по элементному составу насекомых позволяют выделить зоны с максимальной техногенной трансформацией биологической среды Кировградского промузла, что способствует их применению для целей экологического нормирования территории.

## РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ВОД ИСЕТСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА-ОХЛАДИТЕЛЯ СРЕДНЕУРАЛЬСКОЙ ГРЭС С ПОМОЩЬЮ ПЛАВАЮЩЕГО БИОМОДУЛЯ

*БУТОВСКАЯ А. С., науч. руководитель проф. РУСАНОВ В. В.,  
Уральская государственная горно-геологическая академия*

Сбросные воды ГРЭС обладают температурой, на 10 – 15 °С превышающей естественный фон водоема в течение всего года. Повышенные температуры приводят к возбуждению фитопланктонных и перифитоновых сообществ, повышенной их продуктивности, что, в свою очередь, вызывает загрязнение водоема и ухудшение работы по охлаждению воды теплообменного блока.

Все это вызывает необходимость проведения работ по очистке вод от фитопланктона. В этих целях возможно применение биомодуля.

Первоначально предполагалось использовать биомодуль в качестве биофильтра, где корни растений будут не только задерживать фитопланктон, но и использовать его при разложении в качестве удобрения. Кроме того, биомодуль предназначался для извлечения из воды ионов тяжелых металлов. Дополнительное удаление фитопланктона планировалось за счет использования растительноядных рыб во 2-м ряду биомодуля.

Однако, как показали проведенные опыты, в течение предыдущих лет удаление фитопланктона происходит и за счет сгона вдоль линии биомодуля. В связи с этим была поставлена задача изучить возможность удаления фитопланктона механическим способом.

На 1-м этапе ставились задачи:

- 1) определить угол атаки механического направляющего устройства;
- 2) определить видовой состав, численность и биомассу фитопланктона в течение вегетационного периода перед биомодулем, после него и непосредственно в самом водоеме;
- 3) изучить распределение фитопланктона по вертикали;
- 4) определить по литературным данным размерные и весовые показатели установленных групп фитопланктона.

Биомодуль был установлен весной 1999 г. в сбросном канале СУГРЭС, но начал «работать» с 2000 г. Он представляет из себя понтон, разделенный средней пешеходной дорожкой на два ряда – I и II (по ходу течения воды), в каждом из которых имеется по 20 окон, всего – 40: в I ряду №№ 1-20, во II – №№ 21-40. В окнах было установлено по 5-6 корзин, с погружением в воду на 20 см.

Сгон фитопланктона убирался вручную, сачками. Уборка очень трудоемкая, требующая много людей. Целесообразнее установить насос для удаления водорослей из канала. Уборка производилась один раз в две недели, по мере концентрации фитопланктона.

В 2000-2001 гг. было показано, что биомодуль работает в основном за счет сгона фитопланктона. Было установлено, что с апреля по сентябрь фитопланктон (по биомассе в среднем за сезон) выше биомодуля и ниже на 50 м распределяется по вертикали более-менее равномерно: выше – у поверхности – 39,1 %, на глубине 0,7 м – 37,9 %, у дна – 22,9 % (при глубине 2,0 м). Ниже биомодуля – соответственно 30,5; 28,3; 41,2 %. В то время как непосредственно перед биомодулем водоросли концентрируются у левого берега, причем в поверхностном слое – в «углу» сгона – до 95,8 % (в среднем за сезон; с колебанием по месяцам от 90,8 до 97,5 %). Сразу после биомодуля, у понтона, фитопланктон вновь как бы распределяется равномерно по глубине – 40,9 – 32,1 – 27,0 % (у поверхности на глубине 0,7 м и у дна, при глубине канала в этом месте 1,8-2,0 м). Этот сгон объясняется резким изменением скоростей течения воды в канале перед биомодулем (при столкновении воды с понтоном, который перегораживает канал с берега до берега под углом в 60° и с заглублением в воду двух труб понтона) и созданием тем самым турбулентного движения воды. Завихрение ее и заставляет подниматься водоросли кверху, к поверхности, и концентрироваться вдоль трубы от правого берега к левому, сначала небольшими участками, затем у левого берега, - в большое поле сгона.

В 2003 г. детальную съемку распределения фитопланктона по вертикали и горизонтали в канале в зоне биомодуля не делали. В основном работа свелась к его удалению вручную из воды. Сгон в этом году был очень растянут — с апреля до конца октября (почти 190 дней). Причем площади сгона были иногда небольшие, а биомасса фитопланктона и его численность в 1 л воды очень велики. Так, в апреле площадь сгона составила 30 м<sup>2</sup> с сырой массой 3 кг/м<sup>2</sup>, а в 1 л она достигала 384 мг (то есть максимум за весь сезон). В конце мая его практически не было (площадь составляла не более 15 м<sup>2</sup>), в основном это был мусор, в июне шло тоже слабое его наращивание – по 8-14 кг/сут., но с высоким содержанием биомассы клеток в 1 л – 247 мг. В середине июля концентрация водорослей увеличивалась до 144 кг/сут., и в конце июля составила 450 кг/сут., в начале августа – 875 кг/сут., с последующим уменьшением до 375-460 кг/сут. В сентябре концентрация была все еще высокой – 257-480-180 кг/сут., в начале октября она несколько снизилась, но пло-

щадь сгона составляла 100 м<sup>2</sup>, с наращиванием 40 кг/сут., с общей биомассой 0,6 т. 10 октября сгон был убран полностью, но неожиданно в конце октября температура воздуха поднялась, установилась теплая погода, температура воды в канале тоже соответственно поднялась (до 11-15°) и наблюдался вновь сгон водорослей перед биомодулем с концентрацией до 116-200 кг/сут. (см. таблицу). Весь фитопланктон был убран, наступило похолодание, и сгон прекратился в первых числах ноября (был только мусор в углу сгона).

**Сырая биомасса фитопланктона в углу сгона биомодуля СУГРЭС, 2003 г.**

Дата	Площадь сгона, м <sup>2</sup>	Биомасса		Наращивание биомассы, кг/сут.
		кг/м	общая, т	
21.04	30	3	0,09	
22.05	15	3	0,04	1,3
04.06	40	5	0,20	14
10.06	100	5	0,50	8
19.07	100	13	1,30	144
29.07	350	13	4,50	450
01.08	350	10	3,50	875
09.08	300	10	3,00	375
22.08	600	10	6,00	460
05.09	450	8	3,60	257
10.09	300	8	2,40	480
30.09	450	8	3,60	180
10.10	100	4	0,40	40
22.10	350	4	1,40	116
29.10	350	4	1,40	200
Всего за 190 дней			32,00	Среднее 168,0

Всего за сезон было убрано 32 т сырой массы фитопланктона. Это значительно больше, чем в два предыдущих года: в 2000 г. – 13 т, 2001 г. – 18 т. Максимальная площадь сгона отмечалась в конце августа – 600 м, с сырой массой 6,0 т, с наращиванием до 460 кг/сут. (в 2001 г. – соответственно в конце июня, 800 м<sup>2</sup>, 9,5 т и 2,4 т/сут.; в 2002 г. – в конце июня – начале июля – 240-270 м<sup>2</sup>, 3,2 т с наращиванием 800 кг/сут.). Площадь сгона и его биомасса, конечно, зависели от частоты уборки фитопланктона (в 2001 г. убирали через 10 дней, в 2002 г. – через 5-7 дней, в 2002 г. – по мере наращивания сгона – раз в 10-15 дней); а общая убранная биомасса – от количества дней развития фитопланктона и от наращивания биомассы в сутки: в 2001 г. за 120 дней, при наращивании в среднем 108 кг/сут. было 13 т; в 2002 г. – соответственно за 137 дней, 131 кг/сут. – 18 т; в 2002 г. – за 190 дней, 168 кг/сут. – 32 т). Это такое количество фитопланктона не поступило в Исетское водохранилище за три года.

Все это не могло не сказаться на развитии фитопланктона в сбросном канале СУГРЭС, а также в самом водохранилище. Рассмотрим более подробно результаты ежемесячных наблюдений за количеством и видовым составом фитопланктона в районе биомодуля в сбросном канале СУГРЭС в зависимости от его работы в течение вегетационного периода 2003 г.

Таким образом, снижение биомассы фитопланктона после биомодуля за счет его сгона перед ним в среднем за сезон составило 85,3 % (в том числе в апреле – 98,7 %, мае – 16,2 %, июне – 93,2 %, июле – 15,8 %, августе – 14,9 %, сентябре – 16,2 %), численность – 93,4 % (соответственно по месяцам: 99,5; 9,5; 97,8; 3,4; 82,8; 71,5) (по средневзвешенной).

Всего за сезон в углу сгона в 2003 г. было убрано 32 т сырой массы фитопланктона (в 2001 г. – 13 т, 2002-м – 18 т). Это не могло не сказаться на его биомассе как в канале, так и в водохранилище. Так, в канале перед биомодулем в углу сгона биомасса водорослей в июле – августе была в 17-16 раз меньше, чем в 2002 г. (11,1 и 3,4 мг/л в 2002 г. и 191,5 и 54,3 мг/л – в 2001-м), в среднем за сезон в 2,3 раза (32,7 и 76,3 мг/л соответственно); в Исетском водохранилище в августе – в 3 раза (3,15 и 9,5 мг/л соответственно), у плотины – в районе наибольшего скопления водорослей – в 6,3 раза (3,8 и 23,9 мг/л соответственно).

Снижение биомассы фитопланктона благоприятно сказалось и на гидрохимическом режиме воды Исетского водохранилища: все показатели были в пределах ПДК рыбохозяйственных водоемов.

## ПЛОДОРОДИЕ КАК РЕЗУЛЬТАТ ВЗАИМОСВЯЗИ СВОЙСТВ И РЕЖИМОВ ПОЧВ

КИЛАНОВ Р. С., науч. руководитель доц. ТЯБОТОВ И. А.,  
Уральская государственная горно-геологическая академия

**Почвы** – важнейший компонент экологической среды. Образование почв исходило на протяжении многих сотен тысяч лет. Человечество своей агрономической и индустриальной деятельностью все больше и больше расходует жизненный запас почв, нарушает и снижает ее плодородие и производительность.

Плодородие почв зависит от показателей теплового, водно-воздушного, питательного, физико-химического, биохимического, солевого и окислительно-восстановительного режимов. Параметры режимов, в свою очередь, определяются климатическими условиями, агрофизическими свойствами почв, их гранулометрическим, минералогическим и химическим составами, потенциальными запасами элементов питания растений, содержанием их подвижных форм, содержанием, составом и запасами гумуса, интенсивностью микробиологических процессов, реакцией и другими физико-химическими свойствами.

Формирование режимов и отдельных свойств почвы есть результат их тесного взаимовлияния и взаимозависимости. Например, питательный режим почвы формируется как результат сложного превращения ее минеральных соединений. Происходят процессы минерализации и гумификации органического вещества, активность различных групп микроорганизмов, влияния щелочно-кислотных почвенных условий, влияние водно-воздушного и температурного режимов, динамики окислительно-восстановительных процессов, которые, в свою очередь, зависят от содержания и форм органического вещества, физических свойств почв и т. д. Взаимосвязь между свойствами и режимами почв раскрывает сложный процесс формирования и развития почвенного плодородия.

Основные потери продуктивности земель и их плодородия связаны с эрозией, засолением орошаемых почв, затоплением и подтоплением при создании водохранилищ, нарушениями растительности и почв в связи с разработкой ископаемых, отчуждением земель под строительство населенных пунктов, промышленных предприятий, дорог и других объектов. Снижение плодородия связано также с переуплотнением почв тяжелыми машинами и орудиями, потерей гумуса и утратой почвами структуры.

Все выше перечисленные факторы распространены по всему Среднему Уралу. На территории находится огромное количество заводов, обогатительных фабрик, ведутся разработки карьеров, также большое количество уже закрытых мест добычи полезного ископаемого – все это негативно влияет на плодородие и производительность почв. Почвы индустриальных зон содержат огромное количество вредных веществ. В основном такие почвы имеют и так уже повышенную кислотность (рН) (табл. 1), а при воздействии выбросов показатели существенно изменяются. Для примера возьмем распространенный тип почв на Среднем Урале – «подзолистые» почвы и рассмотрим количественно основные показатели данной почвы.

Таблица 1

**Основные показатели подзолистой почвы**

Глубина гумусового слоя, см	Содержание гумуса, %	рН	Степень насыщенности основаниями, %	Содержание активных веществ, мг/кг		
				N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
15	1,5	3.8	40	40	20	20

На территории Российской Федерации данный тип почв самый распространенный.

Водный режим таких почв промывной, в весенние и осенние периоды почва переувлажняется, также при этом имеет значение географическое положение территории, отмечаются невысокие температуры, что приводит к низкой биологической активности таких почв. Повысить биологическую активность можно путем распашки, что улучшит тепловой режим. Вследствие низкого содержания в почвах гумуса и элементов питания для растительности и повышенной кислотности они должны подвергаться комплексу активных окультуривающих приемов, таких, как внесение удобрений в больших дозах. Так как содержание активных веществ в таких почвах очень мало, необходимо проводить химическую мелиорацию и т. д.

Для повышения плодородия почв в качестве биологических добавок можно использовать торф. Торф – это природный материал, образовавшийся в результате частичного разложения болотных растений в условиях избыточного увлажнения и недостатка кислорода.

Торф и его производные обладают уникальными свойствами:

- богаты гумусом (основной показатель, который рассматривается при повышении плодородия почвы)
- содержание органики от 75 до 95 %;
- высокая пористость и воздухоемкость;
- содержат все необходимые для соответствующих культур элементы питания и микроэлементы в оптимальных пропорциях;

- обладают большой влагоемкостью (способны удерживать воду и отдавать ее растению по мере необходимости).

Для снижения кислотности почв можно использовать пески, мраморную стружку, которая является известняком и способствует уменьшению кислотности.

Плодородие проявляется как результат сложного взаимодействия и взаимовлияния свойств и режимов почвы, показатели свойств и режимов могут быть оценены количественно. Экономическая количественная оценка плодородия основывается на относительной его оценке в баллах по количественным показателям свойств почв. Такая оценка получила название «бонитировка почв». Бонитировка почв представляет собой сравнительную оценку качества почв и их производительной способности. Бонитировка выражается в баллах – относительных величинах, которые показывают, насколько одна почва лучше или хуже другой по продуктивности. Бонитировку проводят для всех сельскохозяйственных угодий, она имеет большое научно-производственное значение: дает основу для установления ценности и доходности земель разных угодий, позволяет определить цену на землю, ставки налогообложения и аренду.

Рассмотрим характеристики двух почв – подзолистой почвы и чернозема оподзоленного. При расчете бонитировки наивысший балл почвы принимают за 100 баллов, в данном случае 100 баллов будет иметь чернозем оподзоленный. Во-первых, вычисляется балл каждого оценочного признака по формуле

$$B_{пр} = P_{ф}/P_{э} \cdot 100,$$

где  $P_{ф}$  – фактическое значение оценочного признака почвы;  $P_{э}$  – значение того же признака почвы, принятой за эталон (почвы с оптимальным значением бонитируемого признака).

Таблица 2

**Сводная таблица полученных при бонитировке данных по каждому оцениваемому параметру рассматриваемых почв**

Название почвы		Гумусовый слой, см	Содержание гумуса, %	рН	Насыщенность основаниями, %	Содержание питательных веществ		
						N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Подзолистая	Значение	15	1,5	3,8	40	40	20	20
	B <sub>пр</sub> , баллы	53	21,4	63,3	50	20	11,1	11,1
Чернозем оподзоленный	Значение	28	7	6,0	80	200	180	180
	B <sub>пр</sub> , баллы	100	100	100	100	100	100	100

Балл бонитета почвы определяют путем деления суммы  $B_{пр}$  на число оценочных признаков:

$$B = (B_{пр1} + B_{пр2} + \dots + B_{прn}) / n,$$

$$B = (53 + 21,4 + 63,3 + 50 + 20 + 11,1 + 11,1) / 7 = 32,8,$$

где  $n$  – число оценочных признаков;  $B_{пр1}, \dots, B_{прn}$  – балл каждого оценочного признака рассматриваемой почвы.

Бонитет подзолистой почвы составил 32,8 балла. По этому значению видно, что характеристики подзолистой почвы примерно в 2,6 раза ниже, чем у чернозема. Поэтому, чтобы добиться хороших результатов в агрономической деятельности с такой почвой, в ней необходимо повышать плодородие.

Поэтому, зная закономерности развития почвы и ее плодородия, можно, во-первых, повысить продуктивность почвы за счет увеличения содержания элементов питания, влаги и направленного восполнения их расхода. Во-вторых, можно вернуть почве больше, чем изъято у нее с урожаем или какими-то негативными воздействиями. В-третьих, можно регулировать свойства и режимы почвы в целях создания более высокого уровня плодородия.

Все эти задачи решаются в земледелии на основе практического осуществления установленных наукой и практикой приемов улучшения свойств и режимов почв. Воспроизводство плодородия почвы в земледелии осуществляется за счет применения следующего комплекса основных приемов регулирования плодородия: севооборот, обработка почвы, внесение удобрений, химическая мелиорация, защита растений, орошение, осушительная мелиорация, использование микробиологических препаратов и биостимуляторов, использование почвозащитных мероприятий, использование растений разных сортов и их гибридов.

Основные приемы повышения плодородия почвы: рациональное применение органических и минеральных удобрений, внесение извести и гипсование почв. При необходимости следует вести осушение или орошение, сеять траву, создавать ползащитные лесные полосы, проводить мероприятия по борьбе с эрозией, а также выращивать наиболее урожайные сорта растений.

**ПРОИЗВОДСТВО ПИТАТЕЛЬНЫХ ГРУНТОВ  
ДЛЯ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ХВОСТОХРАНИЛИЩА  
ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ ОАО «УРАЛЭЛЕКТРОМЕДЬ»**

*ГРЕВЦЕВ Н. В., ЖУРОВ А.,*

Уральская государственная горно-геологическая академия

Хвостохранилище обогатительной фабрики ОАО «Уралэлектромедь» расположено на территории г. Верхняя Пышма в 2 км к северу от г. Екатеринбурга, в долине р. Пышмы, а точнее на ее бывшем русле. Территория вокруг заболочена.

В 1 км от хвостохранилища находится жилая зона г. Верхняя Пышма.

Хвостохранилище обогатительной фабрики ОАО «Уралэлектромедь» как организованный объект складирования отходов обогащения было введено в работу с 1966 г. и использовалось до 1990 г.

Хвостохранилище как техногенное образование сложено отходами обогащения (хвостами) медьсодержащих руд, которых за время эксплуатации перерабатывалось не менее 6 видов. Отходы обогащения (хвосты) сложены полностью из эрозионного материала.

Отходы предприятий цветной отрасли имеют весьма сложный химический состав, вследствие чего представляют серьезную опасность как источник геохимического загрязнения. Миграция подвижных токсичных соединений, относящихся к 4-му классу экологической опасности, приводит к засорению и загрязнению водных объектов и почв и, в результате, к нарушению их биоты.

Превышение содержания меди, цинка и других тяжелых металлов в почве на участках, граничащих с хвостохранилищем, составляет до 5-10 ПДК по сравнению с фоновыми.

Таким образом, нахождение такого техногенного объекта, как хвостохранилище, в непосредственной близости от населенного пункта неизбежно приводит к ухудшению санитарно-гигиенических условий на всей территории его воздействия. Такое воздействие недопустимо и должно быть ликвидировано.

Природа, обладая мощной восстановительной способностью, пытается самостоятельно ликвидировать техногенные объекты. Таких примеров множество. Это, прежде всего, отвалы вскрышных пород, которые со временем самозарастают, покрываясь сначала травяной, а затем и древесной растительностью. Формы рельефа при этом сглаживаются за счет размыва грунтов и выветривания. Карьерные выемки заполняются водой, образуя искусственные водоемы. К сожалению, с поверхностью хвостохранилища этого не происходит. Самозарастают только его дамбы, сложенные из глинистых грунтов. Сама поверхность лишь деформируется, образуя промоины и просадки, оставаясь при этом «мертвой». Эта характерная в целом ситуация сложилась и на Верхнепышминском хвостохранилище, не используемом уже 14 лет.

Материал, складированный в хвостохранилище, по физико-механическим свойствам близок к пескам и характеризуется сравнительно высокой водопроницаемостью и малой влагоемкостью, а самое главное, с точки зрения воздействия на окружающую среду, – повышенным пылеобразованием.

Исследования сотрудников кафедры природообустройства в восточной секции хвостохранилища на площади 20,5 га подтвердили результаты исследований, проводимых ОАО «Уралэлектромедь» с 1990 года, что хвосты обогащения медных руд, складированные в хвостохранилище, относятся к 4-му классу экологической опасности и малопригодны для рекультивации (ГОСТ 17.5.03-86).

Использование хвостов обогащения в качестве строительных материалов также не целесообразно по санитарно-гигиеническим соображениям.

Содержание меди и цинка составляет 7400 и 4100 мг/кг соответственно. Реакция среды – щелочная (рН=8,1-8,7).

В макрокомпонентном составе отходов содержатся свинец, кобальт и никель.

После окончания эксплуатации хвостохранилищ с целью устранения негативного воздействия на окружающую среду неотъемлемой частью природоохранных мероприятий в районах действия горно-обогательных предприятий становится рекультивация.

В работах отечественных и зарубежных исследователей выделяют два направления рекультивации хвостохранилищ:

- закрепление поверхности от пыления с помощью физических и химических методов стабилизации;
- разработка биологических методов рекультивации с использованием органических материалов и травянистых видов растений, способных прекратить пыление.

Проведение биологической рекультивации хвостохранилища осложняется такими факторами, как:

- отсутствие или недостаток элементов минерального питания;
- неудовлетворительные водно-физические свойства, обусловленные преобладанием песчаных фракций, не удерживающих влагу из-за высоких фильтрационных свойств;
- легкая дефляционная способность частиц, затрудняющая закрепление семян и всходов растений.



Биологическая непригодность отходов переработки руд, складированных в хвостохранилище, вызывает необходимость поиска нетрадиционных для рекультивации методов создания плодородного слоя, или, другими словами, «искусственной почвы».

При этом технология рекультивационных работ должна быть направлена на достижение максимального экологического эффекта при минимальных затратах, что важно для ее практической реализации. Экологический эффект будет формироваться за счет прекращения водной и ветровой эрозии поверхности, оздоровления условий окружающей среды за счет средообразующей функции растений.

Решением этой задачи является создание такого рекультивационного слоя, который мог бы выполнять противозерозионные функции и был бы достаточно устойчивым и долговечным, а самое главное – плодородным.

Мониторинговые наблюдения, выполняемые в течение трех лет экологической лабораторией ОАО «Уралэлектромедь», показали, что практическое значение для локализации экологического воздействия имеет пылеподавление в сухое время. Воздействие фильтрационных потоков на подземные воды локализуется благодаря его расположению в границах депрессионной воронки действующего водоотлива шахты «Ново-Ключевская».

***Предусматривается проведение биологической рекультивации хвостохранилища санитарно-гигиенического озеленительного типа с целью закрепления его пылящей поверхности посевом многолетних трав.***

При выборе направления рекультивационных работ в целях временной стабилизации поверхности хвостохранилища необходимо исходить из принципа «минимального землевания», понимая под этим агротехнические приемы улучшения свойств субстрата, предусматривающие минимальные объемы использования грунтов и трудозатраты.

Приготовление новых почвогрунтов для создания рекультивационного слоя на основе местных органических материалов: торфа и сапропеля – имеет в данном случае перспективы. Тем более, что по соседству располагается торфопредприятие «Кедровое» и озеро Шитовское, с большими промышленными запасами соответственно торфа и сапропеля. Возможность эффективного использования торфа в качестве основы сложных почвенных грунтов для рекультивации обусловлено его специфическими свойствами. К ним, в первую очередь, относятся механические, водно-физические, ионообменные, электрокинетические и др. Эти свойства определяют способность торфа взаимодействовать с различными минеральными и органическими дисперсными материалами.

*Торфяные грунты* имеют пористую структуру, создают хорошие условия для развития корневых систем, не содержат возбудителей болезней растений, имеют высокую сорбционную способность и влагоемкость. Однако азот торфа может быть использован растениями лишь после его активации путем компостирования, аммонизации, термообработки. Запасы питательных веществ в сапропелях выше, чем в торфе, поэтому они могут служить источником пополнения основных питательных веществ, в том числе и микроэлементов.

С целью выявления оптимальных свойств почвенной смеси для рекультивации поверхности хвостохранилища УГГГА БНИЦ «Торфтехнология» предлагаются следующие компоненты:

- торф как основной компонент-структурообразователь;
- сапропель как основной источник питательных элементов;
- отходы очистки бытовых сточных вод как наполнитель для повышения питательной ценности смеси;
- хвосты обогащения как наполнитель для обеспечения водопроницаемости грунтовой смеси.

Грунтовая смесь «чистый» торф (без сапропели и отходов) и грунтовая смесь «чистая» сапропель были взяты для контроля и сравнения агрофизических и агротехнических свойств рассматриваемых грунтов.

При изучении агрофизических свойств грунтосмесей с различным соотношением в них компонентов торфа, сапропели и хвостов выявлено, что наилучшие показатели в грунтосмеси с соотношением компонентов торф: сапропель: хвосты по 1/3 состава.

Реакция почвы регулируется внесением извести по фактическим данным.

Показатели, характеризующие агрофизические свойства грунтосмеси этого состава: плотность – 0,71 %, пористость – 80,92 %, влагоемкость – 88,0 %, зольность – 74,3 %, влажность – 44,03 %, коэффициент фильтрации – 1,95 м/сут.

Для активизации подвижных форм элементов рекомендовано перед нанесением рекультивационного слоя выполнить компостирование в течение 2-3 месяцев. Штабели могут быть сформированы непосредственно на пляжных зонах хвостохранилища. Оно может быть организовано в зимнее время, так как компоненты смеси саморазогреваются и штабель не промерзает.

Приготовленная питательная смесь, обладая большей в сотни раз, чем у песков, влагоемкостью, способна удерживать влагу в корнеобитаемом слое.

Оптимальный состав почвогрунтов из смеси обеспечивает приемлемые условия роста растений при минимальных затратах денежных средств. Наилучшие результаты по росту и развитию растений

дает нанесение рекультивационного слоя толщиной 20-30 см. Наилучшие растения для озеленения – пырей бескорневищный, овсяница луговая, тимофеевка (многолетние травы сдерживают иссушение и распыление созданного рекультивационного слоя почвенного грунта, восстанавливают его структуру, сдерживают процессы разложения органической части грунта).

Проведение биологической рекультивации (после проведения технического этапа) на поверхности хвостохранилища площадью 23,85 га из 100 га позволило прекратить эрозионные процессы и воздушную миграцию хвостов, являющиеся причиной загрязнения окружающей среды.

## ЗАТОПЛЯЕМЫЕ ГОРНЫЕ ВЫРАБОТКИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

ГАРАНИНА И. А.<sup>1</sup>, РУСАНОВ В. В.<sup>2</sup>,

<sup>1</sup> Институт горного дела УрО РАН, <sup>2</sup> фирма «Гидробиология»

Формирование новых гидробиологических сообществ отработанных карьеров в каждом отдельном водоеме имеет свои специфические черты. Общий уровень микробиологических процессов в искусственных водоемах значительно выше, чем в реках, на что указывает повышенная численность микропланктона. Сообщества отработанных карьеров загрязненных водотоков сохраняют структуру, присущую данному участку реки.

В процессе гидромеханизированных работ на чистых реках происходит углубление дна и локальное расширение берега реки. В отработанных карьерах фито- и зоопланктонные ценозы достаточно быстро восстанавливаются за счет сноса планктеров с вышерасположенных участков реки. Первоначальное заселение выработанных участков дна донными животными происходит в течение первого месяца, главным образом за счет хирономид и олигохет, которые в карьерах первого и второго года образуют высокие плотности поселений. В зонах выработки, подверженных дополнительному антропогенному воздействию, в частности загрязнению, восстановление донных биоценозов замедляется (рис. 1).

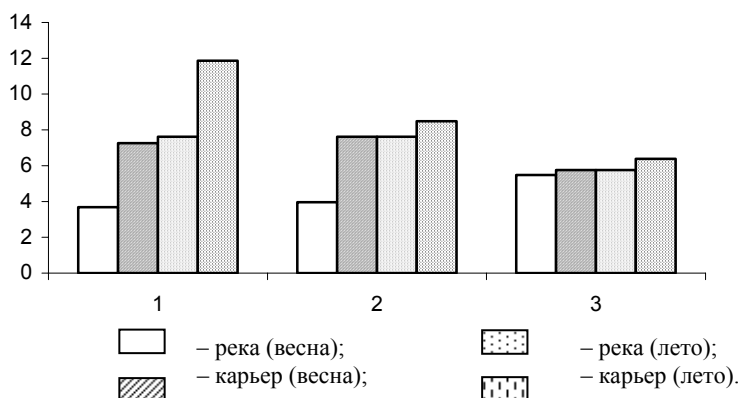


Рис. 1. Общая численность бактериопланктона в карьерах и на контрольных участках:  
1 – р. Ирень, д. У-Турка; 2 – р. Ирень, д. Сухая речка; 3 – р. В.Мулянка

В водоемах 15-20-летнего возраста улучшается качество воды (снижается кислотность, увеличивается количество биогенов). При этом фитопланктон по-прежнему беден, развитие его, очевидно, лимитируется количеством биогенных веществ. Зоопланктонные сообщества отличаются достаточно высокими показателями видового разнообразия и биомассы. К этому времени в донной фауне формируются разнообразные по видовой и трофической структуре сообщества, которые по уровню продуктивности можно отнести к мезотрофному типу.

Общая тенденция хода гидробиологических процессов в карьерах подтверждается исследованиями, выполненными в различное время на ряде других объектов [4]. Как показывает сравнительный анализ формирования гидробиоценозов в карьерных водоемах различных географических зон, сроки восстановления исходных биомасс в южной зоне происходят в течение 1 года, Центральной – 3-4 и Северной – 7-10 лет (см. таблицу).

В карьерах с глубинами более 7-10 метров важное значение в формировании нового сообщества и продуктивности играет стратификационная ситуация водоема, которая определяется глубиной, температурой и скоростью перемешивания слоев. Установлена прямая корреляция между вертикальной температурной кривой, глубиной и распределением фито- и зоопланктона (рис. 2, 3). Максимальные биомассы планктонных организмов обнаружены в зоне термоклина. Ниже границы температурного скачка резко снижается количество фитопланктона и практически полностью исчезает зоопланктон.

**Зависимость летних биомасс зоопланктона (1) и бентоса (2) от сроков выработки и расположения карьеров**

Объект	Контроль	Возраст карьера							
		1	2	3	4	5	6	7	10
р. Обь (Балык, Алешкинская протока)	1 9,0 2	3,0	3,6	5,2					5,9
р. Сытва, Ирень	1 6,9 2 5,9	6,0	5,5	-	4,1	3,9			23,6
р. Мулянка	1 4 2 8,64	0,87	10,10	10,50		6,76		7,20	
Куйбышевское водохранилище	1 4,0 2	0,52	3,10	8,60	11,0				
р. Сыр-Дарья (Чирчик)	1 2,81 2	7,24	18,12	45	80				

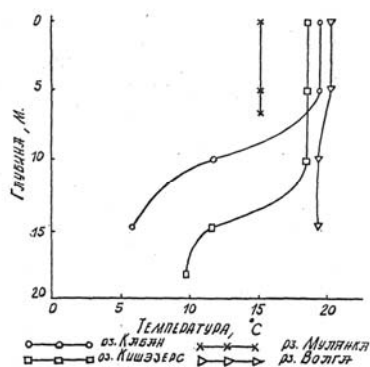


Рис. 2. Зависимость температуры воды от глубины исследованных водоемов

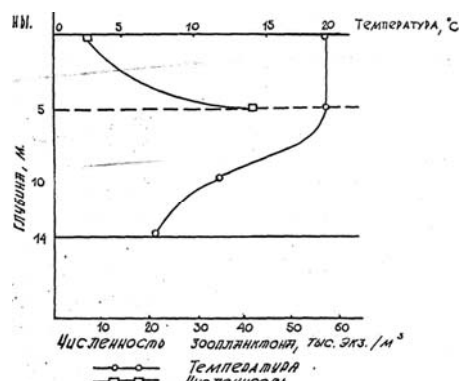


Рис. 3. Зависимость температуры и численности зоопланктона оз. Кабан от глубины

Ихтиоценоз изолированных карьеров формируется, как правило, из доминирующих видов прилегающих водоемов. Береговые карьеры с глубинами до 3 м повсеместно служат местами нагула молоди. Русловые карьеры загрязненных водоемов после удаления токсичных слоев грунта служат искусственными зимовальными ямами для таких видов, как лещ, язь, окунь и др. В зоне северных заморных рек отдельные карьеры с хорошей подпиткой грунтовыми водами превращаются в своеобразные «живуны», где рыбы переживают зимний заморный период [2].

Последние исследования были проведены в 2003 г. на пруду поселка Горный, который является затопляемой горной выработкой, образованной в результате добычи россыпного золота 360-литровой драгой в середине XX века, что обуславливает определенные закономерности формирования гидрохимического режима и гидробиоценоза в целом.

Как показали исследования пруда п. Горный, процесс становления гидрохимического режима и непосредственно гидробиоценоза продолжается до настоящего периода, на что указывает наличие в воде гидрокарбонатных ионов, не типичных для водоемов Урала, низкие показатели БПК и др., что, по-видимому, связано с извлечением при добыче золота глубинных пород. Фитопланктон пруда насчитывает свыше 100 видов, зоопланктон – 7, бентос – 79.

Продукционные процессы не устойчивы и не типичны для естественных водоемов. Это выражается в образовании нескольких пиков в динамике биомассы фитопланктона, высокой (семидневной) оборачиваемостью продукции зоопланктона и наличии речных и озерных форм организмов в группе бентоса, утере ранее существующих в ихтиофауне аборигенных видов (хариус и др.), которая в настоящее время представлена главным образом тугорослым лещом (40 %) и плотвой (30 %). По гидробиологическим показателям водоем относится к мезотрофному типу малокормного характера, качество воды соответствует 2-му классу: «чистая» или «вполне чистая» [3].

При такой ситуации карьерные водоемы вполне могут быть использованы для рыбоводных целей. При проведении соответствующих рекультивационных мероприятий [1] после окончания работ (выравнивания ложа, отсыпки дамб, строительства гидросооружений) по следующей схеме:

1. Питомные и нагульные водоемы с полной регуляцией водообмена (дражные карьеры, где в качестве спускной и водоподающей используются обводная и нагорная каналы (рис. 4) .

2. Нагульные и нерестовые водоемы с частичной регуляцией водообмена (береговые карьеры, образованные при добыче ПГС) (рис. 5).

3. Нагульные нерегулируемые водоемы (замкнутые береговые карьеры, образовавшиеся при добыче ПГС или разработке россыпных и угольных месторождений) (Русанов, 1990).

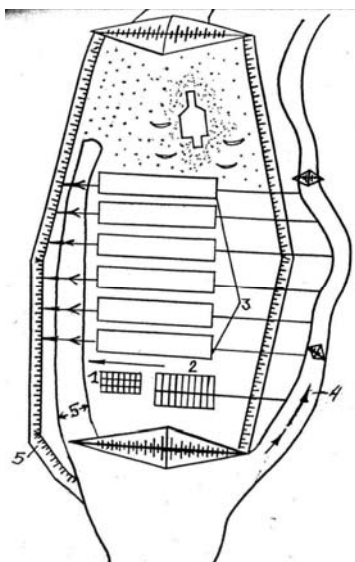


Рис. 4. Вариант отработки месторождения со строительством рыбного хозяйства:

- 1 – инкубационный цех; 2 – мальковый участок;  
3 – участок для товарного выращивания;  
5 – водосбросный канал; 6 – лесопосадки

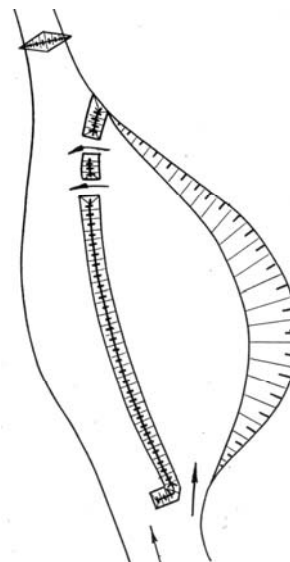


Рис. 5. Схема использования берегового карьера для нагула молоди

Анализ полученных результатов по оценке современного гидробиоценоза пруда п. Горный позволяет выдвинуть следующие направления рыбохозяйственного использования водоема.

I. Товарное выращивание рыбы, которое может развиваться по двум направлениям:

– Выращивание форели в садках. Схема включает: покупку годовиков и доращивание их за один сезон до товарной навески 300-400 г.

– Выращивание пеляди (сиговых) в естественных условиях. Схема включает: закуп личинки и выращивание ее до товарного веса в естественных условиях с последующим выловом активными орудиями лова.

II. Выращивание рыбы с целью любительского рыболовства. В данной схеме форель и сиги в течение одного сезона подращиваются от личинки до сеголетка в садках или береговых искусственных водоемах до стадии сеголетка, а в дальнейшем выпускаются в естественные условия, где осуществляется спортивный лов.

Имеются данные, свидетельствующие о том, что форель ранее для ряда притоков Западного Урала являлась аборигенным видом. Возможно, что ее малочисленные популяции сохранились до настоящего времени.

Предлагаемый способ использования двузеркальной системы водоема для выращивания форели позволяет совместить в себе оба цикла выращивания, которые производятся в одном водоеме с использованием одного и того же оборудования. Блок для выращивания представляет из себя пруд с бетонным или другим покрытием ложа и откосов, глубиной 2 м и продольным водосборным каналом глубиной 1,5 м, шириной 3 м. В зимнее время для выращивания используется «малое зеркало» – водосборный канал, где размещаются садки. Интенсивный водообмен, контакт канавы с тальми грунтами и оборудование пленочного или рубероидного покрытия над блоком позволят свести потерю температур ( $\pm$  вток  $\pm$  вытоке) к  $0,5-0,7^\circ$  (при длине канавы – 50 м). Весной с началом прогрева воды пруд наполняется, начинает работать «большое зеркало». Садки на поплавках, подвижно укрепленных на сваях, всплывают, к ним прикрепляются в зависимости от ширины пруда 1-2 дополнительные линии. Удаление отходов корма и экскрементов производится донными попусками.

*Пелядь* (*Coregonus peled*) также является перспективным объектом для разведения в любых водоемах. Второе ее название – *сырок*. Это озерно-речная рыба, родиной которой являются водоемы Крайнего Севера

и Сибири, где она добывается в качестве промысловой. В море пелядь практически не встречается. Пелядь хорошо себя чувствует как в пресной, так и в минерализованной воде, не требует комбикормов, то есть не нуждается в искусственных кормах. Эта рыба достаточно быстро адаптируется к неблагоприятным условиям и весьма неприхотлива. Данный вид подходит для разведения и выращивания в условиях поликультуры во всех регионах России.

*Омуль* (*Coregonus autumnalis Pallas*) – обитатель арктических рек, ценная промысловая рыба. Известны два ее подвида: ледовито-морской и байкальский. Последний наиболее известен и изучен. В настоящее время выделяется четыре его расы: северобайкальская, селенгинская, посольская и чевыркульская.

*Байкальский омуль* достигает массы 0,5-2 кг (до 7 кг) и длины 27-45 см и может служить отличным объектом спортивного рыболовства. Размножаться начинает на 6-8-й год, причем нерест начинается в конце сентября – начале октября, когда температура воды понижается до плюс 9-6 °С. Для нереста омуль заходит в реки, где мечет от 16 до 90 тыс. икринок, которые приклеивается к гальке. Самцы нерестуют ежегодно, а самки – через год. По характеру питания омуль – планктофаг. Его основной пищей являются ракообразные и рыба молодь. Он любит относительно холодную воду и уже при температуре выше 20 °С может погибнуть.

Кроме омуля для целей спортивного рыболовства может служить распространенный в области гибридный сига и рипуса.

Исходя из полученных результатов исследований, рекомендуется рыбохозяйственное использование водоема п. Горный по двум направлениям: «товарное» и «спортивное» рыболовство, базирующиеся исключительно на использовании рыб холодноводного комплекса.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Багазеев В. К., Валиев Н. Г., Русанов В. В. Гидротехника при разработке россыпей: Учебное пособие. Екатеринбург: Изд. УГГГА, 1999. 86 с.
2. Гарицина И. А., Русанов В. В. О возможности использования карьерных водоемов после рекультивации // Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр: Мат-лы 2-й междунар. конф., Москва, 15-18 сентября, 2003 г. М.: Изд-во РУДН, 2003. С. 135-137.
3. Гарицина И. А., Русанов В. В. Исследование современного состояния техногенного гидробиоценоза водоема п. Горный // Экологические проблемы промышленных регионов: Мат-лы всеросс. конф. Екатеринбург, 2004. С. 192-193.
4. Русанов В. В. Экологическое обоснование природоохранной концепции при разработке грунтов гидромеханическим способом.: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М., 1990. 44 с.

### ВЛИЯНИЕ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ НА ДЕГРАДАЦИЮ ПОЧВ И ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

ЯКУПОВ Д. Р.,

Уральская государственная горно-геологическая академия

Добыча нефти, транспорт и переработка ее часто связаны с утечкой углеводородов, что приводит к ухудшению экологической ситуации.

Нефть считается одним из самых распространенных и опасных загрязнителей природной среды. Попадание ее в окружающую среду приводит к загрязнению поверхностных и подземных вод, накоплению в почве токсичных веществ, снижению продуктивности биоресурсов и деградации природных ландшафтов.

Современные технические средства позволяют собирать до 70 %, а при благоприятных природных условиях до 90 % разлитой нефти.

Загрязнение нефтью и нефтепродуктами отличается от многих других антропогенных воздействий тем, что оно дает не постоянную, а, как правило, «залповую» нагрузку на среду, вызывая мгновенную ответную реакцию, распространяющуюся ореолами по ландшафту местности.

Суть концепции восстановления загрязненных экосистем заключается в максимальной мобилизации внутренних ресурсов экосистемы на восстановление своего первоначального состояния. Самовосстановление экосистемы представляет собой неразрывный биохимический процесс.

Рекультивация загрязненной экосистемы направлена на создание благоприятных условий для ускорения процесса самовосстановления, при котором экосистема самоочищается под воздействием климатических, ландшафтно-геохимических, микробиологических и других естественных факторов.

Естественное восстановление плодородия почвы при загрязнении нефтью происходит значительно дольше, чем при других техногенных загрязнениях. Резко изменяется водопроницаемость вследствие гидро-

фобизации, структурные отдельности не смачиваются, вода как бы «проваливается» в нижние горизонты профиля почвы – уменьшается влажность. Как вследствие этого – выпадение одного из главных звеньев цепи – растительности.

Нефть и нефтепродукты вызывают практически полную депрессию функциональной активности флоры и фауны. Управление процессами биодegradации нефти должно быть направлено, прежде всего, на активизацию микробных сообществ, создание оптимальных условий их существования. Отмечается большая неоднородность распределения нефтяных компонентов в почвах разных участков нефтепромыслов, что зависит от физических химических свойств конкретных почвенных разностей, качества и состава поступившей нефти. В результате этого условия самоочищения окружающей среды от токсичных органических веществ техногенного происхождения в ландшафтных зонах и областях России различны.

Попадая в почву, нефть увеличивает общее количество углеводорода. В составе гумуса возрастает нерастворимый остаток, что является одной из причин ухудшения плодородия. Это, в свою очередь, наносит ощутимый экономический ущерб земледелию. Возрастает отношение C:N, ухудшается азотный режим, что в случае рекультивации требует внесения повышенных доз азотных удобрений. Рекомендуется вносить массивные дозы минеральных и органических удобрений, что повышает биохимическую и микробиологическую активность почв.

Выделяют три этапа процесса самоочищения почвы: 1-й этап (продолжительность 1-1,5 года) характеризуется физико-химическими процессами, включающими вымывание, выветривание, распределение нефтяных углеводородов по почвенному профилю. На 2-м этапе (продолжительность 3-4 года) происходит биологическое превращение метанонафтеновых и ароматических углеводородов. 3-й этап включает деградацию полициклических ароматических углеводородов. На всех этапах, а особенно на 3-м, рекомендуется активное рыхление, внесение разрыхлителей, например торфа, а также N:P:K:Mg.

Внесение удобрений в загрязненную почву увеличивает биологическую активность: возрастают интенсивность дыхания, коэффициент минерализации, активность ряда ферментов.

Выявлена доля участия отдельных элементов системы реабилитации нефтезагрязненных почв в деструкции углеводородов: погодные условия – 11,9 %; активное рыхление – 15,1 %; минерал. удобрения N:P:K – 14,4 %; биопрепарат – 53 %; посев сидератов – 8,1 %.

Как показано выше, существенная роль в биодegradации нефти принадлежит микроорганизмам. В отношении к микробиологическому сообществу аварийный разлив нефти можно рассматривать как внезапное обогащение среды их обитания источником углерода и энергии. В норме в окружающей среде всегда присутствуют факультативные биодеструкторы нефти. Вместе с тем, имеются виды, паразитирующие на деструкторах нефти, что существенно снижает скорость биодegradации нефти.

Для выбора способа биодegradации нефтезагрязнения необходимо решить следующие вопросы:

1. Способ должен быть экологически чистым и экономически обоснованным.
2. Для обеспечения физиологического баланса кроме имеющегося источника углерода и энергии необходима добавка источников азота, фосфора, калия, магния.
3. Необходимо обеспечить аэрацию, так как разложение нефти наиболее эффективно в аэробных условиях.
4. Необходимо обеспечить численное преимущество биодеструкторов и защитить их от паразитирующих видов.
5. Необходимо создать оптимальную концентрацию нефти.
6. Обеспечить необходимый уровень pH и влажности.

Поставленные вопросы мы предлагаем решать следующим путем:

Для получения экологически чистой технологии нами предлагается применение микробиологического метода (применение биопрепарата) в комплексе с сорбционным методом (торфяной сорбент) исходя из следующего:

- Торф вследствие развитой поверхности и наличия углеводородоокисляющих микроорганизмов может служить как сорбентом нефтяных компонентов, так и их деструктором. Сорбционная способность продукции на основе торфа может достигать 8...12 кг/кг.

- Численность углеводородоокисляющих микроорганизмов в торфах в 4-5 раз превышает аналогичный показатель для почв, что значительно снижает дозу внесения биопрепарата. После физико-химической активации торфа количество исследуемых микроорганизмов возрастает в 20-100 раз и составляет в среднем 5-10 клеток/1г абсолютно сухого вещества. Углеводородоокисляющее сообщество торфа весьма разнообразно в видовом отношении, основу его составляют мезофильные бациллы, актиномицеты и проактиномицеты.

- Помимо выполнения сорбционных функций производится обогащение рекультивируемых почв органическим удобрением. При производстве сорбента вносимого количества минеральных удобрений хватает для первого периода биодegradации нефти.

- Придавая сорбенту окатанную форму, мы значительно снизим способность вымывания минеральных удобрений при сильном вымывном режиме и создадим естественную преграду для роста паразитирующих микроорганизмов.

- Вследствие окатанности и пористости торфяного сорбента мы достигаем без значительных трудоемких затрат достаточную аэрацию поверхности почвы.

- Численное преимущество нефтеокисляющих микроорганизмов достигается посредством нанесения на торфяной сорбент (как носитель) биологического активного препарата.

- С экономической точки зрения данный способ биоремедиации нефтезагрязненных почв обоснован наличием и разработкой торфяных месторождений с постоянно возобновляемым запасом торфа, а технология производства торфяного сорбента относительно недорога.

Таким образом, применение при рекультивации нефтезагрязненных почв биологически активных торфяных сорбентов экономически и экологически обосновано и, обеспечивая эффективную сорбцию нефтепродуктов, создает благоприятные условия развития углеводородокисляющих микроорганизмов.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Алехин В. Г., Емцев В. Т., Rogozina E. A., Фахрутдинов А. И.* Биологическая активность и микробиологическая рекультивация почв, загрязненных нефтепродуктами: Науч. докл. 2001.

2. *Живонос Н. В.* Изменение численности физиологических групп почвенных микроорганизмов и биологической активности почв под влиянием различных вариантов рекультивации почв // Сборник тезисов. 2001.

3. *Калачников И. Г.* Влияние нефтяного загрязнения на экологию почв и почвенных микроорганизмов // Экология и популяционная генетика микроорганизмов. Свердловск, 1987.

4. *Калюжин В. А.* Биодegradация нефти: Науч. докл. 2001.

5. *Минебаев В. Г.* К вопросу озраны почвенного покрова в нефтедобывающих районах. Казань, 1986.

6. *Славнина Т. П.* Влияние загрязнения нефтью и нефтепродуктами на свойства почв // Мелиорация земель Сибири. Красноярск, 1984.

## ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТАМИ ГРУНТОВЫХ ВОД БАТАЙСКОЙ НЕФТЕБАЗЫ

*ПУХЛЯКОВА С. С., науч. руководитель НОЗАРЕНКО В. С.,  
Ростовский государственный университет*

Загрязнение подземных вод нефтепродуктами является одной из наиболее острых проблем, которая стоит перед гидрогеологией. Классическим примером утечки нефтепродуктов, попадания их в водоносный горизонт и организация мероприятий по очистке грунтовых вод является Батайская нефтебаза. За длительный период эксплуатации Батайской нефтебазы (с 1962 г.) в результате утечек из резервуаров и аварийных разливов произошло серьёзное загрязнение подземных вод нефтепродуктами (НП). Нами проведено сравнение результатов загрязнения НП в подземных водах нефтебазы и прилегающей к ней территории жилого массива г. Батайска до сооружения защитного экомплекса (до 1998 г.) и с началом его работы.

В геоморфологическом отношении нефтебаза размещена на второй надпойменной террасе р. Дон. Верхняя часть геологического разреза исследуемой территории сложена современными четвертичными отложениями ( $Q_{IV}$ ), представленными суглинками, а также верхнечетвертичными отложениями ( $Q_{III}$ ) аллювиального генезиса. Под ними вскрыты образования известняков мезотического яруса ( $N_1^3m$ ). Грунтовые воды формируют единый горизонт, приуроченный к аллювиальным современным и верхнечетвертичным отложениям. Общий уклон грунтового потока на северо-запад в сторону балки Комиссарской и на север к Азовскому магистральному каналу, который частично дренирует грунтовые воды. Такой наклон грунтового потока неблагоприятно сказывается на экологии одной из частей г. Батайска, расположенной севернее нефтебазы. Там наблюдались возгорания нефтепродуктов в подвалах зданий, а также загрязнение вод дизельным топливом в колодцах жилого массива на ул. Свободы.

Грунтовые воды территории питаются за счёт атмосферных осадков и утечки подземных водонесущих коммуникаций. Учитывая это, в зависимости от времени года выделяются две особенности поведения:

– подъём грунтовых вод в весенне-летний период, при повышенном количестве атмосферных осадков, когда происходит выделение нефтепродуктов, распространение их по латерали, увеличение площади воздействия и загрязнения на грунтовые воды;

– понижение уровня грунтовых вод в осенне-зимний период, в связи с уменьшением атмосферных осадков, приводит к сокращению ширины слоя НП, но увеличению его мощности и снижению масштабов загрязнения грунтовых вод и пород зоны аэрации.

Было установлено что нефтепродукты залегают отдельным слоем (линзой) на поверхности грунтовых вод. Разница в плотностях воды и НП являются основной причиной образования линзы нефтепродуктов. НП представлены главным образом дизельным топливом (85 % объёма линзы).

Для решения возникшей экологической проблемы был разработан рабочий проект «Защита грунтовых вод и жилого массива г. Батайска от попадания нефтепродуктов». Строительство экологического комплекса было начато в 1995 г. и практически закончилось в начале 1998 г. Инженерное сооружение имеет следующую конструкцию: поперёк основного направления движения подземных вод установлена линейная дрена, куда поступает смесь воды и НП и насосами перекачивается в камеру для их разделения; далее НП откачивается бензовозами и сбрасывается в отдельный резервуар, а очищенная вода перекачивается насосами в пруд-накопитель и снова идёт в систему рециркуляции.

После начала функционирования защитного комплекса были проведены полевые исследования, включавшие замеры уровня грунтовых вод, определения положения слоя НП, его мощности и качественного состава.

Сравнивая результаты 2003 г. с результатами 1992-1999 гг., отметим:

- снижение мощности НП в скважинах на 25-95 %, уменьшение на 20 % площади загрязнения грунтовых вод. Системой дрен в 1995-1998 гг. было извлечено более 1000 тонн НП;
- рекультивационные мероприятия не изменили влияния гидрогеологических условий на поведение залежи;
- нефтепродукты за пределы дренажных сооружений не поступали, несмотря на непостоянную работу насосных станций (часто не работают зимой).

## ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ КАК ОПРЕДЕЛЯЮЩИЙ ФАКТОР КАЧЕСТВА ВОДЫ РОДНИКОВ

*ПАСЕЧНИК Е. Ю.,*

Томский политехнический университет

Население города Томска с давних времен использует воду родников для питья, предпочитая ее водопроводной, поэтому необходим постоянный контроль ее качества. Это особенно важно потому, что для города Томска характерна гнездовая застройка территории, когда промышленные предприятия находятся внутри жилых кварталов. Поэтому родники, расположенные в черте города, могут быть подвержены антропогенной нагрузке различного характера.

Целью данной работы было выявление степени и характера влияния антропогенной нагрузки на качество воды родников. Для исследований были отобраны пробы воды из 15 наиболее известных родников и выполнены химический и микробиологический анализы (табл. 1).

Таблица 1

**Перечень изученных родников**

Номер родника или его название	Местонахождение родника и условия его разгрузки
1. Тихий	Находится на пресечении улицы Большая Подгорная и переулка Тихий, под обрывом в южной части Каштанной горы. Каптирован металлической трубой большого диаметра
2. Чехова	Находится на переулке Чехова в южной части Каштанной горы. Каптирован металлической трубой малого диаметра
3. Ботанический основной.	Расположен на территории Ботанического сада. Разгрузка происходит у основания склона, обращенного на запад к руслу реки Томи. Выход родника каптирован деревянными стенками в виде водопада высотой около 1 м и двумя водосборными коробами, уходящими под землю горизонтально влево и вправо от водопада. Источник образует извилистый ручей длиной 10 м, который впадает в небольшое озеро
4. Ботанический дополнительный.	Расположен на территории Ботанического сада. Разгрузка происходит у основания склона, обращенного на запад к руслу реки Томи. Выход родника рассеянный
5. Аркадия Иванова – большой	Расположен на улице Аркадия Иванова. Области питания, транзита и разгрузки характеризуются высокой степенью антропогенной нагрузки: гаражи, ТЭМЗ. Каптирован металлической трубой большого диаметра
6. Аркадия Иванова – маленький	Расположен на улице Аркадия Иванова. Области питания, транзита и разгрузки характеризуются высокой степенью антропогенной нагрузки: гаражи, ТЭМЗ. Родник каптирован металлической трубой малого диаметра



Номер родника или его название	Местонахождение родника и условия его разгрузки
7. «Буревестник»	Расположен в южной части города в нижней части склона долины реки Томи, к юго-востоку от стадиона «Буревестник». Каптирован металлической трубой малого диаметра
8. 19-й Гв. дивизии	Расположен в южной части города в верхней части склона долины реки Томи
9. Насосная станция ГРЭС-2	Расположен в стенке правого берега долины реки Томи в южной части города к востоку от Лагерного сада. Каптирован асбоцементной трубой, оборудован неглубоким колодезем
10. Михайловская роща 1.1 11. Михайловская роща 1.2 12. Михайловская роща 1.3.	Расположены в основании склона недалеко от автомагистрали. В области их питания и транзита находится несколько автозаправочных станций и цеха промышленного предприятия черной металлургии РОЛТОМ. Родники различаются между собой величиной дебита и характером каптажа. Родник 1.1 каптирован в месте разгрузки узкой металлической трубой, которая незначительно выдается из основания склона, родники 1.2 и 1.3 не имеют каптажного устройства
13. Ивановского	Расположен в северо-восточной части города в конце улицы Ивановского. Разгружается родник в основании крутого лесистого склона. Каптирован металлической трубой. В области питания и транзита расположены жилые многоэтажные массивы, промышленные предприятия, автоколонны, автозаправочная станция. Поблизости от места разгрузки находятся дачные участки
14. Академический	Расположен на правом берегу реки Ушайки в неосвоенной части района Академгородок. Он является одним из наиболее популярных родников не только среди жителей микрорайона, но и населения Томска, и используется для питьевых целей. Родник разгружается в основании высокого склона, в настоящее время каптирован металлической трубой малого диаметра, из которой свободно вытекает струя воды
15. Сычева, 40	Родник разгружается в основании склона, сложенного полускальными породами палеозойского возраста. Области питания, транзита и разгрузки характеризуются высокой степенью антропогенной нагрузки: жилые дома частного сектора, завод ДСК, железная дорога

### Методы исследования

Для каждого родника были измерены температура воды и расход.

При проведении химического анализа часть компонентов определялись на месте отбора проб: pH, Fe<sup>общ</sup>, Fe<sup>2+</sup>, Fe<sup>3+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>. Остальные компоненты определялись в камеральных условиях в течение суток с момента отбора.

Ведущие ионы (макрокомпоненты) анализировались по методике Резникова. Колориметрическим методом определяли pH, Fe<sup>общ</sup>, Fe<sup>2+</sup>, Fe<sup>3+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>. Также были определены CO<sub>2</sub>, Cl, CO<sub>3</sub>, HCO<sub>3</sub>, общая жесткость.

При исследовании микрофлоры родников использовались классические методики, принятые в микробиологии (Родина, 1956; Кузнецов, Романенко, 1979; Герхардт, 1983). Микробиологический анализ производили непосредственно после отбора водной пробы, минуя стадию хранения. В воде родников выявляли различные физиологические группы микроорганизмов геохимических циклов углерода, азота, серы, железа, используя жидкие и твердые селективные, питательные среды.

### Изучение химического состава

Химический состав родников приведен в табл. 2.

Таблица 2

Химический состав родников города Томска

Родник	pH	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг/л	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , мг/л	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/л	Cl, мг/л
1. «Дальний ключ»	7,2 7,6-7,8	0 0,4-1,5	0,01 0,24-0,5	60 12-40	226,1 532,1-663,9
2. Чехова	6,8 7,4-7,5	0 0,1-0,8	0,01 0,05-0,1	60 0-8	56 56,8-71
3. Ботанический основной	6,8 7,6-8	0 0,3-1,5	0,01 0,03-0,5	46 8-88	19,25 23-44
4. Ботанический дополнительный	7	0	0,01	60	20,3
5. Арк. Иванова большой	7,4	0,7	0,1	80	21,35
6. Арк. Иванова маленький	7,2	1	0,1	60	19,6
7. «Буревестник»	7,6	0	0	0	4,55
8. 19-й Гв. дивизии	7,8 7,6-8	0 0-0,2	0 0,01-0,03	12 35-88	21 38,3-39,1

Родник	pH	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг/л	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , мг/л	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/л	Cl, мг/л
9. ГРЭС-2	7,6	0	0	8	22,75
	7,6-7,8	0,2	0,03	8-53,3	35,1-56,3
10. Михайловская роща 1.1	7	0	0	20	28,7
	7-7,8	0,2-0,8	0,03-0,1	60-88	35,3-49,7
11. Михайловская роща 1.2	5,4	0,4	0	16	46,2
	7,2-7,6	0,2-0,8	0,05-0,1	8-40	69,5-74,8
12. Михайловская Роща 1.3	6,8	0,4	0,01	60	37,8
13. Ивановского	7,4	0	0	60	7
	7,2-7,6	0,1-0,2	0,01-0,05	0,2-0,8	138-142
14. Академический	6,6	0	0	4	3,85
	6-7,8	0,1-0,7	0-0,07	0-40	4,2-16,3
15. Сычева, 40	7	0,2	0	0	19,95
	7-7,8	0,1-1,2	0,01-0,063	4-88	28,7-42,6

*Примечание.* В верхней строчке – значения компонентов в 2003 г., в нижней – максимальное и минимальное значения за многолетний период.

По химическому составу они преимущественно гидрокарбонатные, кальциевые магниевые, за исключением родника «Дальний Ключ», расположенного в переулке Тихом. Его вода является хлоридно-гидрокарбонатной. Здесь выявлено наиболее высокое содержание хлора по сравнению с другими родниками.

По значениям величины pH вода большинства изученных родников нейтральная или слабощелочная, за исключением родника № 1, 2 в Михайловской роще.

В составе азотистых соединений чаще всех присутствуют нитриты и аммиак, но в незначительных количествах.

Наиболее высоким содержанием NH<sub>4</sub> отличается родник по улице Аркадия Иванова маленький. Контрастностью значений в родниках отличается нитрит-ион. Максимальное его значение отмечено в родниках на ул. Аркадия Иванова. Почти во всех родниках обнаружены сульфаты. Железо в родниках отсутствует.

Сравнивая средние данные химического состава изученных родников в 2003 году со средними данными за многолетний период, можно сделать вывод, что существенных изменений в этом отношении не наблюдается. Выявленные изменения относятся к конкретным родникам.

В роднике «Дальний ключ» почти в 2 раза снизилось содержание Cl, резко снизилось содержание NH<sub>4</sub> и NO<sub>2</sub>, но зато увеличилось количество SO<sub>4</sub>. Снизилось содержание азотистых соединений, но многократно увеличилось содержание SO<sub>4</sub> в роднике Чехова. Количество Cl не изменилось. В роднике «Ботанический сад» pH изменилось в щелочную сторону, резко снизилось количество азотистых соединений. Содержание сульфатов осталось на прежнем уровне для данного родника, и незначительно уменьшилось количество хлора. Незначительно снизилось содержание хлора и азотистых соединений в роднике 19-й Гв. дивизии. Остальные компоненты остались в количествах, характерных для данного родника. Такая же тенденция наблюдается в химическом составе родника ГРЭС-2. Уменьшилось содержание азотистых соединений и хлора в роднике Ивановского, но резко увеличилось количество сульфатов. В роднике «Академический» содержание сульфатов и хлора осталось в пределах средних значений для данного родника, а азотистые соединения вовсе не были обнаружены. В роднике Сычева, 40 снизилось содержание азотистых соединений, хлора и не были обнаружены сульфаты.

В родниках Михайловской рощи произошли существенные изменения: снизилось содержание всех компонентов. В роднике Михайловской рощи 1.2. величина pH со слабощелочной сдвинулась в кислую сторону.

В целом, анализируя полученные результаты, можно сказать, что изменение химического состава родников связано с уменьшением количества в них азотистых соединений и хлора. В отношении сульфатов наблюдалась тенденция к увеличению. Изменения величины pH были незначительными. Для некоторых родников наблюдалось изменение температурного режима.

### Микробиологический анализ

В табл. 3 представлены микроорганизмы, осуществляющие деструкцию различного рода органических веществ и участвующих в круговороте углерода, азота, серы.

Практически во всех изученных родниках присутствуют мезофильные сапрофиты, которые являются показателями фекального загрязнения. Максимальное количество обнаружено в роднике Ивановского. В родниках на улице Сычева, 40 и на проходной ГРЭС –2 обнаружен протей – микроорганизм, показывающий загрязнение органическим веществом животного происхождения.

Максимально высоким количеством психрофильных сапрофитов выделяется родник Ивановского.

Микробиологический состав родников города Томска

Номер п/п	Название родника или его местонахождение	Физиологические группы бактерий, кл/мл						
		мезофильные сапроф.	психрофильные сапрофиты	гетеротрофы	нефтеокисляющие	сульфатредуцирующие	денитрифицир.	нитрифицир.
1	«Дальний ключ»	110	870	1040	0	100/8	10	1000
		120	230	720	0	0	0	1000000
2	Пер. Чехова	30	160	340	0	100/12	10	1000
		130	370	1200	140	0	1000	1000
3	«Ботанический сад», основной источник	90	260	4060	0	100/9	10	100
		80	260	720	560	0	1000	10000
4	«Ботанический сад», дополнительный источник	280	830	1430	0	100/9	100	100
5	Михайловская роща, источник № 1,1	30	510	270	120	0	10	100
		0	1020	20	0	100	100	100
6	Михайловская роща, источник № 1,2	0	80	510	180000	0	10	10
		240	1000000	1680	0	100	1000	0
7	Михайловская роща, источник № 1,3	20	70	620	160000	0	10	10
8	Академический, № 1	250	270	940	50	0	10	0
		0	0	330	90	0	0	10
9	Академический, № 2	30	150	520	150000	0	0	0
10	Ул. М. Сычова	Протей 140	Протей 21000	1640 800	210 240	0 10	10 0	0 10000
11	«Буревестник»	100	410	290	140	10/9	0	10
12	19-й Гв. дивизии	80	950	340	420	10/6	0	0
		10	350	590	50	1000	10	0
13	Проходная ГРЭС-2	Протей	270	180	40	0	0	0
		0	200	280	340	10	100	1000
14	А. Иванова, большой	240	330	1200	280000	0	0	100
15	А. Иванова, малый	180	290	320	80	0	0	100
16	Ул. Ивановского	12500	23100	60	100	0	0	1000
		20	100	980	100	100	1000	10000

*Примечание.* В верхней строчке – значения компонентов в 2003 г., в нижней – максимальное и минимальное значение за многолетний период.

По общему количеству гетеротрофной микрофлоры родники отличаются менее резко, чем по количеству мезофильных и психрофильных сапрофитов.

Необычайно высоким содержанием нефтеокисляющих бактерий выделяются несколько родников: родники Михайловской рощи, Академический 2 и Аркадия Иванова большой. В то же время, при большом количестве нефтеокисляющей микрофлоры в этих родниках они представлены карликовыми формами. Карликовые формы присутствуют там, где органическое вещество находится в рассеянном состоянии. Это можно объяснить давнишним источником нефтепродуктов. В остальных родниках нефтеокисляющие микроорганизмы присутствуют в незначительном количестве.

В 1/3 родников выявлены сульфатредуцирующие и денитрифицирующие микроорганизмы в количестве от 10 до 1000 кл/мм и максимальной интенсивностью развития до 12 баллов.

В 50 % родников присутствуют нитрифицирующие бактерии. Высоким содержанием этих бактерий отличаются родники на улице Ивановского, в пер. Чехова и Тихом.

В роднике «Дальний ключ» в целом увеличилось содержание гетеротрофной микрофлоры различных трофических уровней. В роднике появились ранее отсутствующие сульфатредуцирующие бактерии, в то же время количество нитрифицирующих бактерий снизилось в 1000 раз.

В роднике по пер. Чехова снизилось содержание гетеротрофной микрофлоры, но появились сульфат-редуцирующие бактерии. Количество денитрифицирующих бактерий снизилось в 100 раз, а нитрифицирующих осталось на прежнем уровне.

Родник «Ботанический сад» на момент исследования характеризуется высоким содержанием гетеротрофных бактерий, многократно превышающих их среднееголетние значения. Нефтеокисляющих бактерий обнаружено не было, но выявлены сульфатредуцирующие бактерии.

Бактериальный состав родников Михайловской рощи почти не изменился, за исключением родника 1.2, в котором в огромном количестве присутствовали карликовые нефтеокисляющие бактерии.

В роднике Академическом значительно увеличилось содержание гетеротрофной микрофлоры.

В роднике Сычева, 40 по сравнению с предыдущими годами был выявлен протей и большое количество гетеротрофных микробов.

Изменение бактериального состава родника 19-й Гв. дивизии связано с многократным увеличением нефтеокисляющих бактерий по сравнению с предыдущими годами.

В роднике ГРЭС в целом количество микробов снизилось, но в составе мезофильной микрофлоры выявлен протей – условно-патогенный микроорганизм.

Для родника Ивановского характерно резкое увеличение количества мезофильных и психрофильных сапрофитов по сравнению с предыдущими годами.

Таким образом, анализ микрофлоры изученных родников показал тенденцию увеличения в них количества мезофильных и психрофильных сапрофитов и уменьшение в составе микрофлоры доли нефтеокисляющих микробов. Для всех родников характерно снижение количества нитрифицирующих и денитрифицирующих бактерий.

### **Оценка экологического состояния родников по данным 2003 года**

Оценку экологического состояния родников по данным химического состава осуществляли на основе СанПиН 2.1.4.1074-01. На основании этого можно сказать, что вода всех родников соответствует нормам, предъявляемым питьевой воде.

Для оценки экологического состояния родников по микробиологическим данным использовались нормы для чистой воды. Сравнительный анализ показал, что вода таких родников, как «Дальний ключ», «Ботанический сад» дополнительный источник, Академический 1, Сычева, 40, ГРЭС-2, родники на улице Аркадия Иванова, Ивановского, не соответствует санитарным нормам, по которым она считается безопасной для питья (если микробное число, мезофильные сапрофиты не превышает 100 кл/мл воды). В некоторых родниках (Сычева, 40, ГРЭС-2) в воде присутствует условнопатогенный микроорганизм *Proteus vulgaris*, который при попадании в организм может вызывать воспаление по типу кишечной инфекции. Его наличие свидетельствует о том, что каптажное устройство было загрязнено почвой, содержащей животное органическое вещество.

Некоторые родники содержат более высокое, чем для чистой воды, количество психрофильных сапрофитов: «Дальний ключ», «Ботанический сад» дополнительный, Сычева, 40, 19-й Гв. дивизии, Ивановского. В этих же родниках содержится большое количество гетеротрофных микроорганизмов. Для некоторых родников характерно загрязнение нефтеокисляющими бактериями: Михайловская роща 1.2, 1.3, Аркадия Иванова большой.

Вода ряда родников не является чистой по содержанию сульфатредуцирующих и нитрифицирующих бактерий.

Сравнивая полученные результаты с результатами прошлых лет, об экологическом состоянии родников можно сказать, что оно не улучшилось, а для некоторых родников даже ухудшилось. Например, к таким родникам можно отнести Академический 1, который раньше считался очень чистым. Причина ухудшения экологического состояния этого родника – смена каптажного устройства. Неподалеку от него был обнаружен другой родник – с более совершенным каптажным устройством, и поэтому его вода была более чистой по содержанию микробов, за исключением того, что в нем присутствовало большое количество карликовых форм нефтеокисляющих бактерий.

### **Вывод**

Качество родниковой воды формируется под влиянием условий состояния областей питания, транзита и разгрузки (Наливайко, Кузеванов, 1998). Поэтому экологическое состояние окружающей среды является определяющим фактором качества воды родников. Полученные в ходе данной работы результаты свидетельствуют о том, что гаражи, свалки мусора, жилые дома, не оборудованные канализацией, отрицательно сказываются на качестве воды родников.

Экологическое состояние родников в большой степени зависит от состояния каптажного устройства и характера техногенной ситуации. Каптажные устройства большинства источников представляют собой ме-

таллическую трубу, выходящую из склона. Они не защищают родники от вредного воздействия окружающей среды.

Чтобы улучшить состояние родников, нужно, прежде всего, обустроить окружающую территорию.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кузеванов К. И. Районирование территории города для целей изучения загрязнения подземных вод (на примере г. Томска). Иркутск: ИЗК СО АН СССР, 1984.
2. Наливайко Н. Г., Кузеванов К. И., Дутова Е. М. Экогеохимические особенности родников на территории города Томска // Обской вестник. 2001. № 1. С. 89-98.
3. Наливайко Н. Г., Кузеванов К. И., Копылова Ю. Г. Атлас бактериальных пейзажей родников города Томска. Томск: СТТ, 2002. 52 с.

### МЕЖДУНАРОДНЫЕ СТАНДАРТЫ ИСО 14000 В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ МЕНЕДЖМЕНТЕ

*ГЛУШКОВА Т. А., ЖУК Ю. И.,*

Уральская государственная горно-геологическая академия

История взаимодействия людей и природы свидетельствует о том, что человечество развивало свою экономику, не учитывая ограничения возможностей природной среды и исчерпаемости невозобновимых природных ресурсов. Без должного внимания оставались также экологические последствия и обратные связи, которые обусловлены воздействием измененной окружающей среды на экономическое развитие и качество жизни населения. Такой тип экономического развития получил название техногенного. С развитием биологии, физики и химии последовало более точное изучение процессов в окружающей среде, наблюдение за отдельными элементами биосферы, что поставило проблемы утилизации отходов, которые привели к появлению «второй геологии», поскольку часть отходов считаются ресурсосодержащими. Возникло само понятие «охраны окружающей среды». Это все способствовало к переходу на новую модель экономического развития, которая нацелена на экономический рост, максимальное наращивание производства, широкое использование достижений научно-технического прогресса с целью удовлетворения возрастающих потребностей населения. Реакцией на рост экологической угрозы в этот период явилось возникновение во всех странах государственных органов по охране окружающей среде собственного развития законодательства в области экологии. Также в этот период шло активное расширение международного сотрудничества в сфере охраны окружающей среды: создание ряда постановлений Генеральной Ассамблеи по защите природы, утверждение в 1982 году сессии ООН Всемирной Хартии природы, которая поставила все государства перед фактом ответственности за сохранение своей планеты и ее природных богатств, формирование и выполнение целого ряда международных программ, создание стандартов и норм в области охраны окружающей среды, банков данных и систем обмена информацией.

Все развитые государства мира выразили стремление следовать принципам устойчивого развития. Одной из первых к реализации плана действия, обеспечивающего устойчивое развитие на общенациональной работе, приступила Канада, где еще во время работы «Комиссии Брунтланада» по инициативе правительства этой страны была создана рабочая группа по окружающей среде и экономическому развитию для разработки общенациональной программы в области устойчивого развития «Зеленый план», выработанной в результате работы этой группы, был принят впоследствии правительством Канады в качестве общенациональной программы действия. В Японии необходимость оздоровления экономической структуры, достижение «гармонии» экономики с окружающей средой провозглашались еще в 70-е годы при разработке экономических прогнозов, среднесрочных правительственных программ, планов комплексного развития территории страны. В США с 1993 года действует Президентский Совет по устойчивому развитию, в рамках которого осуществляется координация решения проблем социального, экономического и экологического характера. В последние годы в Российской Федерации затрагиваются вопросы экологии, в частности, принята Федеральная программа «Экология и природные ресурсы России» до 2010 года.

#### Международная стандартизация в экоменеджменте

В 1993 году ИСО, учитывая необходимость перехода к концепции устойчивого развития, а также руководствуясь рекомендациями Консультативной группы Президента ИСО, приняли решение о создании

Технического комитета ИСО «Экологическое управление» ИСО/ТК 207. Деятельность подкомитета ИСО/ТК 207 охватывает ключевые направления стандартизации в области экологического менеджмента, такие, как:

1. Разработка рекомендаций по созданию и обеспечению функционирования системы экологического управления для предприятий различного профиля – от промышленных до работающих в сфере услуг и различного масштаба – от малых до крупных концернов.

2. Разработка требований к системе экологического управления, которые могли быть использованы для целей сертификации регистрации системы экологического управления. Рассматриваются вопросы разработки НД по системе экологического менеджмента, учитывающие специфику малого бизнеса.

3. Создание ряда стандартов по маркировке экологически чистой продукции.

4. Разработка стандартов по экологическому аудиту или по контролю за работами по охране окружающей среды, проводимой в масштабах предприятий.

5. Создание стандартов – руководств по выбору и определению показателей экологичности функциональных (производственных) систем, систем экологического управления, её компонентов, в т. ч. экосистем, применительно к различному целевому назначению проводимых оценок и различному характеру деятельности предприятий.

6. Разработка стандартов по оценке воздействия на окружающую среду на стадиях жизненного цикла продукции от проектирования и производства до утилизации.

7. Разработка рекомендаций по учету требований по охране окружающей среды в стандартах на продукцию.

8. Разработка стандартов с терминами и их определениями в области экологического управления.

Лидерство экологического менеджмента принадлежит Великобритании, где была подготовлена первая серия стандарта BS 7750, которая полностью была перенесена в требования стандартов по управлению качеством продукции BS 5757 и стандартов ISO 9000 и ISO 29000. Принятый в 1992 году, этот стандарт является первым стандартом, охватывающим основные аспекты экоманеджмента. Экологический менеджмент в этих документах рассматривается как внутренне мотивированная деятельность экономических субъектов, направленная на достижение их собственных экологических целей и программ, ориентированных на сокращение воздействия на окружающую среду. В 1993 году в Европейском сообществе были опубликованы требования к созданию на предприятиях схемы экологического менеджмента и аудирования (Ecomanagement and Audit Scheme – EMAS), а с 1995 года европейские предприятия получили возможность сертификации в соответствии с EMAS. Моделью для разработки европейского рекомендательного документа EMAS послужили стандарты BS 7750, а также система TQM, которую ученые промышленно развитых стран воспринимают как ядро философии менеджмента. Одновременно с разработкой схемы экоманеджмента и экодирования с 1993 года Комитетом ИСО/ТК207 начинается разработка серии стандартов Системы экологического менеджмента – ISO 14000. Аналогами послужили британские стандарты BS 7750, основные принципы которых были реализованы в работе 500 компаний.

### Стандарты ИСО 14000

Международные стандарты серии ИСО 14000, устанавливающие требования к системе экологического менеджмента, называют одной из наиболее значимых инициатив. Фактически они наделяют предприятие инструментом для разработки экологической политики и определения задач сокращения воздействия на окружающую среду.

Документы, входящие в систему, можно разделить на две группы по направлениям стандартизации:

1. Для предприятий:

- система экологического управления;
- мониторинг и прогнозирование;
- экологический аудит.

2. Для продукции:

- оценка жизненного цикла;
- экологическая маркировка;
- экологические аспекты в стандартах на продукцию.

Наименование стандарта

Номер стандарта

#### Инструменты экологического регулирования

Экологический аудит. Основные принципы.

14010

Экологический аудит. Процедуры аудита. Аудит системы экологического менеджмента.

14011

Экологический аудит. Квалифицированные требования к экологам – аудиторам	14012
Экологический аудит. Управление программой экологического аудита	14013
Экологическое управление. Руководство по оценке экологичности объекта	14015
Экологическое управление. Руководство по оценке характеристик экологичности	14031

### **Стандарты, ориентированные на продукцию**

Экологическая маркировка. Основные принципы	14020
Экологическая маркировка. Самодекларация. Термины и определения	14021
Экологическая маркировка. Самодекларация этикетки	14022
Экологическая маркировка. Самодекларация. Методы испытания и верификации	14023
Оценка жизненного цикла. Принципы и структура	14040
Оценка жизненного цикла. Параметрический анализ жизненного цикла	14041
Оценка жизненного цикла. Оценка воздействия на окружающую среду	14042
Оценка жизненного цикла. Интерпретация результатов	14043
Руководство по включению экологических аспектов в стандарты на продукцию.	14064
Экологическое управление. Глоссарии. Термины и определения	14050

### **Системы экологического управления**

Экологический менеджмент (управление) – составная часть общей системы управления организации. Структура, ответственность, практические методы, процедуры, процессы и ресурсы для внедрения экологической политики, целей и задач охраны окружающей среды могут координироваться с работами в других областях, например финансы, охрана здоровья и обеспечение безопасности населения.

Основные принципы внедрения системы экологического менеджмента, определяемые ИСО14004:

- установление того, что управление качеством окружающей среды находится среди приоритетов организации;
- установление и поддержание связей с внутренними и внешними заинтересованными сторонами;
- идентификация требований со стороны действующих нормативно-правовых актов к экологическим аспектам деятельности организации;
- использования продукции или оказания услуг;
- реализация согласия между управляющим персоналом и работниками организации по проблемам охраны окружающей среды;
- включение процедур планирования и учета экологических аспектов в весь жизненный цикл продукции или услуг;
- оценка параметров производственных процессов;
- выявление соответствующих и достаточных ресурсов;
- оценка характеристики экологичности;
- оценка процессов экологического управления.

От внедрения системы экологического управления может быть получена и экономическая выгода. Следует отметить, что применительно к организациям, непосредственно занимающимся добычей и переработкой природных ресурсов, целесообразно говорить о системе управления недропользования.

Особенности экологического управления на предприятиях, занятых недропользованием.

Особенности экологического управления на предприятиях, занятых недропользованием, связаны с основными принципами:

- 1) рациональность – достижение хозяйственных целей при минимальном воздействии на окружающую среду;
- 2) ответственность – поиск и идентификация источников экологического ущерба;
- 3) превентивность – постоянный мониторинг, проведение мероприятий по предотвращению вредного воздействия на среду;
- 4) административная и экономическая эффективность недропользования;
- 5) компенсация нанесенного ущерба окружающей природной среде и ущерб в социальной сфере вследствие недропользования.

В целом экологическое управление деятельностью недропользования связано с необходимостью выполнения требований большого числа нормативно-правовых документов.

### Оценка характеристик жизненного цикла продукции

Для экологического менеджмента большую роль играет оценка характеристик жизненного цикла продукции, которая связана с экологическими аспектами. Продукция может иметь различные экологические аспекты (выбросы, потребляемые ресурсы, оказывающие экологическое воздействие, например, загрязнение почвы, воздуха). Связанное с продукцией экологическое воздействие определяется в основном входными и выходными потоками материалов энергии на всех стадиях жизненного цикла продукции. Входные потоки делятся на две большие категории: материалы и энергия. Входные потоки материалов связаны с целым рядом экологических аспектов, например, с использованием ресурсов, образованием отходов и их накоплением. Выходные потоки энергии необходимы на большинстве стадий жизненного цикла продукции. Источники энергии включают в себя ископаемые виды топлива и биомассы, энергию Солнца и ветра и другие. Выходные потоки, связанные с жизненным циклом продукции, подразделяются на ряд категорий: продукция как таковая, полуфабрикаты, сопутствующая продукция, побочная продукция. Интегрирование экологических аспектов при проектировании и разработке продукции на ранних стадиях дает большую свободу действия для внесения изменений и улучшения продукции (см. схему).

Схема жизненного цикла продукции

Входные потоки	Жизненный цикл продукции	Выходные потоки
Материалы Энергия	Приобретение сырья Изготовление Торговля и поставки Использование Повторное использование Рециклинг, возобновляемые источники энергии Экологическое воздействие Истощение ресурсов Истощение озонового слоя Образование смога Заболачивание смога Изменение климата Изменение естественной среды Окисление почв Уменьшение популяции животных и растений Загрязнение воздуха, воды, почвы	Сопутствующая продукция Побочная продукция Выбросы в атмосферу Сбросы в водоёмы Материальные отходы

Идентификация экологических аспектов и воздействие в течение всего жизненного цикла продукции, основанной на анализе, способствует выработке подходов к проектированию.

### Экологическая сертификация

С экологическим менеджментом непосредственно связана экологическая сертификация, которая для некоторых видов продукции является определяющим фактором их конкурентоспособности. В настоящее время общепринятыми в мировой практике являются процедуры сертификации продукции как деятельности по подтверждению соответствия продукции требованиям, установленными соответствующими нормативно-



правовыми документами. Стандарт ИСО 14001 устанавливает общие требования к системам экологического управления предприятиями, на соответствие которым должна осуществляться сертификация этих систем.

Объектами сертификации по экологическим требованиям в системе являются:

- продукция, оказывающая вредное воздействие на окружающую среду;
- отходы;
- упаковка, тара;
- предприятия, производство и технические процессы, оказывающие вредное воздействие на окружающую среду;
- системы экологического управления.

ИСО 14001 не определяют абсолютных значений характеристик качеств окружающей среды, которые установлены соответствующими документами. Поэтому две организации, занятые одного рода деятельностью, но имеющие различные характеристики экологичности, могут соответствовать требованиям ИСО 14001.

Международный стандарт ИСО 14001 использует принципы системы управления, общие и используемые в серии стандартов ИСО 9000 по системе управления качеством продукции.

Совместимость требований стандартов ИСО 14001 и ИСО 9000.

ИСО 14001	ИСО 9000
<b>Область распространения</b>	
Основные требования Экологическая политика	Общие положения Политика в области качества
<b>Планирование</b>	
Экологические аспекты Нормативно-правовая и др. требования Цели и задачи Экологические программы	Планирование качества
<b>Внедрение и функционирование</b>	
Организационная структура и распределение ответственности Обучение, опыт Коммуникации Документация системы экологического управления Управление документацией Функциональный контроль	Организация Подготовка кадров  Общие положения Управление документацией Процедуры систем качества Анализ контрактов Управление процессами Погрузочно-разгрузочные работы, хранение, упаковка, консервация, поставки Идентификация продукции
Подготовленность к аварийным ситуациям	
<b>Контрольные и корректирующие действия</b>	
Мониторинг и измерения Выявление несоответствия	Контроль испытаний Управление измерительным оборудованием
<b>Корректирующие и превентивные действия</b>	
Протоколы Аудит системы экологического управления	Управление протоколами качества Внутренний аудит
<b>Анализ системы</b>	
Анализ системы со стороны руководства	Анализ системы со стороны руководства

## Ответственность аппарата управления

Экологическая политика  
Экологические аспекты  
Правовые и др. требования  
Экологические программы  
Анализ со стороны руководства

Политика в области качества  
  
Анализ со стороны руководства

## Системы качества

Функциональный контроль  
Мониторинг и измерения  
Выявление отклонений  
Готовность к авариям и действиям по их предотвращению  
Коммуникации

Планирование качества  
Анализ контрактов  
Контроль испытаний  
Статут надзора и испытаний  
Управление забракованной продукцией  
Обслуживание

## Эпилог

При всех положительных моментах предметом полемики остаются вопросы соотношения ИСО 14000 с национально нормативной базой, опасения относительно расширения возможности «экспорта загрязнения» и излишней обобщенности спорным отсутствием количественных требований. Как показывает зарубежный опыт, ряд компаний и банков также учитывают при инвестировании экологичность. Например, крупнейшие банки Швейцарии и Германии не предоставляют кредитов без экологичной целесообразности проекта. В связи с этим появилось экологическое страхование, которое вместе со стандартом ИСО 14000 свидетельствует о финансовом благополучии объекта. Форма гарантии при этом может быть любая – сумма на депозит, резервный фонд, банковский кредит и др.

Также этому способствует большая работа по пропаганде добровольной сертификации и внедрению экологического менеджмента, которое производится некоммерческими организациями. Например, неправительственная экологическая организация «Эколайн» (Россия) и «Экология» совместно с экспертами из России и США, экологическим советом Торгово-промышленной палаты РФ, рядом общественных и профсоюзных объединений работают в настоящее время над серией проектов, посвященных добровольному применению принципов ИСО 14000 в экологической деятельности. Проекты поддерживаются со стороны Американского агентства Международного развития, программами ТАСИС и МАТРА. В свою очередь, заинтересованность отечественного производителя в экологической сертификации выразилась в идее создания Ассоциации предпринимателей, поддерживающих развитие экологически эффективного бизнеса: компании ЮКОС (Москва), ЛУКОЙЛ (Калининград), Самарский алюминиевый завод (Самара) и др. Отмеченное выше свидетельствует о наличии в России всех необходимых возможностей и условий для развития практической деятельности в области экологического менеджмента, одного из наиболее характерных проявлений современной экологической культуры промышленного производства.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гусев Т. В. Возможности применения международного опыта развития экологически эффективного производства. М.: Эколайн, 1998. 456 с.
2. Гусев Т. В. Системы экологического менеджмента: основные понятия. М.: Эколайн, 1998. 569 с.
3. Крылова Г. Д. Основы стандартизации, сертификации, метрологии: Учебник для вузов. М.: ЮНИТИНА, 2001. 771 с.
4. Пашков Е. В. Международные стандарты ИСО 14000. Основы экологического управления. М.: Изд-во стандартов, 1997. 464 с.
5. Перов С. А. Экологически чистое производство: подходы, оценка, рекомендации: Учебно-методическое пособие. М., 2000. 525 с.