

**ПРОГРАММА
·ОБНОВЛЕНИЕ
ГУМАНИТАРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
В РОССИИ·**

**В.А.БУХВАЛОВ, Л.В.БОГДАНОВА
Л.З.КУПЕР**

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ
ЭКСПЕРТИЗА**

**Пособие
для учеников 8—9 классов
общеобразовательной средней школы**

**Москва
ЛА «Варяг»
1995**

ББК 28.081

Б 94

Рецензенты: В. Волынский, В. Маслов

В. Бухвалов, Л. Богданова, Л. Купер
Б 94 Введение в антропоэкологию. — М.: ЛА Варяг, 1995.
— 192 с.

ISBN 5-87943-060-X

В пособии содержатся материалы о технологии проведения экологической экспертизы, основные теоретические положения экологии, задачи и практические работы исследовательского характера, списки литературы для дополнительного чтения. Структура и содержание материала делают возможным его применение в любом регионе. Пособие рассчитано для использования на уроках и факультативных занятиях в течение полутора-двух лет обучения.

Экспериментальная проверка материалов проводилась в 1992-1993 гг. в средней школе №8 г.Елгавы.

ББК 28.081

Валерий Алексеевич Бухвалов
Любовь Васильевна Богданова
Леонид Зеликович Купер

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА

Пособие
для учащихся 8—9 классов
общеобразовательной средней школы

Редактор И. Красотова
Корректор С. Блауштейн
Художник М. Козлов
Компьютерная верстка М. Белоусов

ЛР № 062751 от 18.06.93 г.

Сдано в набор 01.03.95. Подписано в печать 25.06.95. Формат 60×90^{1/16}.
Гарнитура школьная. Усл. печ. л. 10,5. Уч.-изд. л. 11.
Тираж 5 000 экз. Заказ 432. Бесплатно. Заказное.

ЛА «Варяг». 113587, Москва, Кировоградская, 9.

ISBN 5-87943-060-X

© В. Бухвалов, Л. Богданова, Л. Купер, 1995

Отпечатано с готового оригинал-макета в типографии ИПО
Профиздат, 109044, Москва, Крутицкий вал, 18.
Плр № 050003 от 19.10.94 г.

В 1992 году в рамках общей российской образовательной реформы была развернута программа «Обновление гуманитарного образования в России». Эта программа реализуется совместными усилиями Министерства образования России, Государственного комитета РФ по высшему образованию, Международного фонда «Культурная инициатива» и Международной ассоциации развития и интеграции образовательных систем.

Основная цель — гуманизация образования, создание нового поколения вариантных учебников и учебных пособий, ориентированных на ценности отечественной и мировой культуры современного демократического общества.

В целях реализации программы было организовано три тура конкурса, в котором приняло участие более полутора тысяч авторских коллективов из различных регионов России. В конкурсной комиссии работали как отечественные, так и зарубежные эксперты.

Другими направлениями программы являлись: организация творческих мастерских для авторов учебников и учебных пособий, переподготовка преподавателей гуманитарных дисциплин, создание региональных экспериментальных площадок, центров гуманитарного образования, Международного центра экономического образования, Международной лаборатории гуманитарного образования и т. д.

Спонсором программы выступил известный американский предприниматель и общественный деятель Джордж Сорос.

Данное издание представляет оригинальную авторскую работу, вошедшую в число победителей на конкурсе. Международный фонд «Культурная инициатива» с благодарностью примет отзывы, а также замечания и предложения в адрес издания, проходящего экспериментальную проверку в учебных аудиториях.

СТРАТЕГИЧЕСКИЙ КОМИТЕТ ПРОГРАММЫ:

Эдуард ДНЕПРОВ
 Теодор ШАНИН
 Виктор БОЛОТОВ
 Нина БРАГИНСКАЯ
 Дэн ДЭВИДСОН
 Михаил КУЗЬМИН
 Елена ЛЕНСКАЯ
 Елена СОБОЛЕВА
 Евгений ТКАЧЕНКО

сопредседатели

§1. Мониторинг. Экосистемы и техносистемы

Американское национальное управление по изучению океана и атмосферы выделило 11 миллионов долларов на Программу по изучению состояния двустворчатых моллюсков, рассчитанную на несколько лет. Для чего же предназначена эта программа, требующая столь больших средств?

Моллюсков собирают вдоль западного и восточного побережий США у Аляски и Гавайских островов, одновременно отбирая пробы грунта, и затем исследуют их ткани в поисках возможных болезненных изменений. Двустворчатые моллюски – преимущественно мидии – наиболее удобный индикатор загрязнения океанской среды: они находят пищу на грунте и вместе с ней поглощают и постепенно концентрируют в организме всевозможные загрязнители океана, прежде всего пестициды и тяжелые металлы. Высокий уровень их концентрации в тканях двустворчатых моллюсков по сравнению со средой обитания и позволяет проводить точные и надежные анализы. Это одна из программ по мониторингу состояния окружающей среды.

Мониторинг – это слежение за природными и антропогенными процессами в экосистемах. Так ли необходим мониторинг?

Чтобы ответить на этот вопрос, надо вспомнить историческое развитие природы и человека на нашей планете. Эволюция природы продолжается уже многие сотни миллионов лет. Результатом этой эволюции являются современные экосистемы.

Экосистема – любое сообщество живых организмов и его среда обитания.

С появлением человека начался процесс эволюции технического мира. Началом технической цивилизации было создание самых примитивных орудий труда. В настоящее время созданы и продолжают создаваться мощные техносистемы (заводы, электростанции, жилые здания, дороги).

Техносистема – искусственно созданная система для выполнения функций, необходимых человеку. Техносистемы не существуют в природе изолированно. Они занимают определенную территорию, отбирая ее у природы. Для их нормального функционирования необходимы: воздух, вода, горные породы и минералы и, что очень печально, – территории для так называемых отходов производства.



Рис. 1. Структура экосистемы в городе

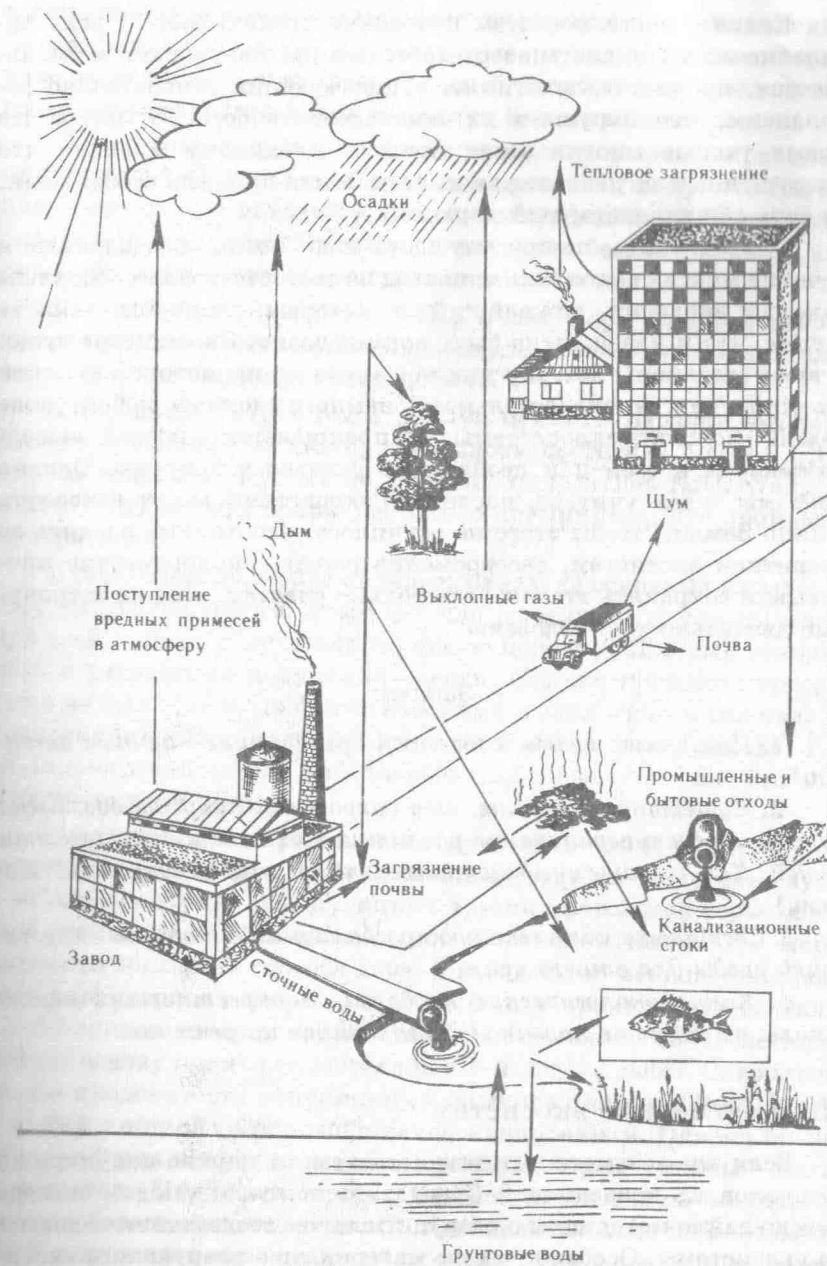


Рис. 2. Воздействие городских техносистем на окружающую среду

Количество техносистем постоянно увеличивается, ведь население нашей планеты возрастает. Количество экосистем уменьшается, кроме того многие из существующих основательно загрязнены, что нарушает их жизнедеятельность. В настоящее время ученые многих стран пришли к единому мнению, что разрушение и загрязнение экосистем Земли приняло глобальный, то есть общепланетарный характер.

К сожалению, по-другому быть и не могло. Создаваемые в течение многих веков техносистемы не соответствовали основным законам экологии, важнейший из которых – природа «знает» лучше, что и как должно быть организовано. Экосистемы существуют миллионы лет, и у них нет «отходов производства», хотя их строение и жизнедеятельность намного сложнее любой, даже самой сложной, техносистемы. Напрашивается простой вывод: инженерам и всем нам необходимо учиться у природы. Однако пока мы будем учиться, последние экосистемы могут исчезнуть с лица Земли. Чтобы этого не случилось, необходимо следить за развитием экосистем, своевременно решать экологические проблемы и сохранять эталоны природы – участки, еще не затронутые деятельностью человека.

Задачи:

- 1. Для каких целей создаются дрейфующие научные станции?*
- 2. Существует мнение, что сохранение природы возможно только за счет ограничения развития техники и рождаемости людей. Как по-вашему, действительно ли это необходимо? Почему?*
- 3. Составьте комплексную программу мониторинга окружающей среды для вашего края.*
- 4. Какие экологические проблемы в окрестностях вашей школы вы можете назвать? Предложите их решения.*

§2. Разрушение экосистем

Если вы возьмете подшивки газет или научно-популярных журналов за последние 2–3 года, то почти в каждом номере можно найти материалы о разрушительном воздействии человека на экосистемы. Особенно много материалов о разрушении экосистем лесов, болот, лугов. Однако экосистемы водоемов, в том числе и крупных морей, страдают не меньше. В последнее время до предела обострилась экологическая ситуация Баренцева моря –

крупнейшего водоема, по площади превышающего Балтийское, Белое, Черное, Азовское и Аральское моря вместе взятые. Баренцево море издавна славилось рыбными богатствами: в отдельные годы мировой вылов в нем составлял 3–4 миллиона тонн.

В настоящее время рыбный промысел резко сократился, примерно в 5–7 раз. Какие причины привели к тому, что Баренцево море сейчас находится на грани опустошения? Безусловно, главные из них – антропогенные факторы: бесконтрольный вылов рыбы, разнообразное загрязнение акватории.

Главный вред экосистеме Баренцева моря нанесла работа рыболовецких флотилий, их бесконтрольная 40-летняя деятельность при чрезмерно высокой добыче.

С середины 1970-х годов добыча мойвы в Баренцевом море лавинообразно росла, ежегодные выловы достигали почти 3 миллионов тонн, затем упали до нескольких десятков тысяч тонн, а к 1987 году запасы мойвы настолько истощились, что промысел прекратился.

В свою очередь, мойва являлась одним из основных питательных продуктов трески. Этого не учли рыбаки, которые, выловив 2/3 всей мойвы, разрушили пищевую цепочку. Поэтому ускорилась и деградация популяций трески. Сам же промысел трески тоже не был обоснован биологическими и экологическими характеристиками. В отдельные годы ее добыча доходила до 1,4 миллиона тонн, сейчас рыболовные суда добывают около 0,2–0,3 миллиона тонн в год.

Хотя промысел трески и не пришел в столь критическое состояние, как добыча мойвы, но это отнюдь не свидетельствует о ее благополучии. В популяциях трески произошли серьезные изменения. И вызваны они тоже промыслом. По мере развития тралового способа лова, в неводах все меньше оказывалось рыб старшего возраста и к 1970 году практически исчезла 15–20-летняя треска, к 1980 почти не осталось 10–15-летней. Сейчас основу промысла составляют 3–6-летние рыбы. Снизилась также плодовитость популяции, изменился рацион. Треске, как и любой хищной рыбе, свойственен каннибализм. Однако он не наносил вреда популяциям, пока основного корма – мойвы – было в достатке. Но теперь треска поедает собственную молодь в гораздо большем количестве. По приблизительным подсчетам, в 1986 году таким образом погибло около 160 тысяч тонн молодежи. Массовый каннибализм, снижение темпов роста, плодовитости, жирности, размеров икринок – явные признаки падения уровня воспроизводства трески.

Если промысел подорвал рыбные запасы, то курсирующие в Баренцевом море суда загрязняют его воды. Морские просторы бороздят тысячи крупных судов – рыболовных, торговых, транспортных, военных и прочих флотов многих государств, а эксплуатация судов, к сожалению, далека от строгих правил, предусмотренных международными и национальными законами. Вода загрязняется нефтепродуктами, мусором. Загрязнение стало охватывать не только огромные пространства открытых акваторий моря, но и их побережий. Особенно опасны химические вещества, спускаемые в прибрежные воды промышленными предприятиями и попадающие туда с сельскохозяйственных полей.

Кроме того отходы человеческой деятельности приносят с собой и течения. Мощные струи Северо-Атлантического течения проникают в Баренцево море и «обогащают» его побережья пестицидами и разнообразным хламом. На берегах скапливается древесина, громадное количество изделий из пластмасс, стекла, металла. Ширина таких свалок достигает 5–10 метров. Побережье Баренцева моря превращается в крупнейшую европейскую свалку, на которой по маркировке предметов можно установить, в какой стране произведено изделие. В дополнение ко всему, опасными загрязнителями стали радиоактивные вещества, попадающие в море в результате сброса радиоактивных отходов предприятиями атомной промышленности, производимых на Новой Земле атомных взрывов, эксплуатации судов с атомными двигателями (ледоколов, подводных лодок), захоронения радиоактивных отходов во впадинах дна моря.

Известно, что некоторые морские организмы (водоросли, рыбы) способны поглощать и накапливать радиоактивные вещества даже при очень низкой их концентрации в морской воде. Именно поэтому употребление в пищу, например, моллюсков и рыбы может оказаться небезопасным для человека. Экологические изменения, связанные с переловом рыбы и загрязнениями, особенно сильно отразились на птицах и млекопитающих.

Мойвой питались различные тюлени и китообразные. Ее исчезновение лишило их привычного корма, и вызвало изменение путей миграции и районов нагула. Так, беломорская популяция гренландского тюленя приходила к северным берегам Кольского полуострова лишь покормиться мойвой в период ее нереста, а с падением численности рыбы оставалась там уже на все лето. Зимой 1987 года около полумиллиона тюленей ушли к фьордам Норвегии, где почти 60 тысяч животных погибли от истощения.

От загрязнения вод нефтью гибнут тысячи морских птиц, в органах и тканях накапливаются тяжелые металлы и пестициды. Другого и не может быть, так как, к примеру, в водах Кольского залива концентрация ядохимикатов, поступивших с хозяйственными и бытовыми стоками в 1980–1983 годы, достигает величин, превышающих допустимые концентрации более чем в 100 раз.

Экологическая обстановка в районе Баренцева моря подошла к критической отметке. Что же необходимо предпринять, чтобы кардинально изменить ситуацию?

Задачи:

- 1. Проведите системный анализ экологических проблем морей и предложите возможные решения.*
- 2. К каким последствиям может привести поступление в экосистемы морей промышленных и сельскохозяйственных стоков?*
- 3. Какие изменения в экосистемах могут быть сигналами о начавшемся их разрушении?*
- 4. Составьте программу мониторинга экологической ситуации для экосистемы моря.*

§3. Разрушение эталонов природы

Эталоны природы – это природные территории и объекты, не нарушенные хозяйственной деятельностью человека (леса, водоемы, охраняемые территории и другие)

Заповедник – это территория, полностью охраняемая от воздействий человека.

Нет сомнения, что заповедники – наиболее совершенная форма сохранения биологического разнообразия и восстановительного потенциала природы. Именно заповедники – источник уникальной информации о естественных процессах и современном состоянии разных участков биосферы. Уже в недалеком будущем эта информация станет единственным банком данных, на основе которых только и можно разрабатывать и осуществлять неразрушающее природопользование. Сейчас над заповедниками нависла угроза разрушения. Резко снизившийся уровень культуры, примитивное понимание собственности на природные богатства предвещают катастрофу. А ведь природно-заповедный фонд – всенародное достояние, которое мы обязаны хранить и передавать потомкам в нормальном, а не в ущемленном состоянии.

Опасна набирающая сейчас силу тенденция превратить некоторые заповедники в национальные парки: в них, как показала мировая практика, интересы охраны природы сталкиваются с коммерческими интересами, которые, как правило, побеждают.

Категорически неприемлемо и создание заповедно-охотничьих хозяйств. Печальный пример такой абсурдной формы охраны — Беловежская пуца и Крымское заповедно-охотничье хозяйство. Беловежская пуца, около 20 лет бывшая заповедником мирового значения, за время существования в сомнительном статусе заповедно-охотничьего хозяйства имеет теперь менее 5% заповедной территории, а остальная значительно изменена хозяйственной деятельностью и привилегированной охотой.

Странными выглядят намерения выполнить программу оптимизации охраны природы, включив в систему особо охраняемых территорий районы экологических бедствий, например, зону, наиболее пострадавшую от чернобыльской аварии, акваторию Аральского моря и Приаралье. Эти территории могут существовать только в статусе экспериментальных полигонов, но не в коем случае заповедников, дабы не вводить никого в заблуждение, создавая опасную иллюзию, что расширяется природоохранная сеть, а ее состояние становится благополучнее. Заповедный фонд живой природы и природные ресурсы этих особо охраняемых территорий могут быть собственностью только государства.

Генофонд ныне еще существующих и тем более находящихся под угрозой исчезновения растений и животных представляет собой единый общенародный капитал. В природе нет ни административных, ни национальных границ, она вне политики, и абсурдно ее делить по этим критериям.

Бездумная и чаще всего безграмотная экономическая политика, жертвами которой становятся заповедники, приводит к их угасанию и гибели. Влияние пагубных веяний испытывает на себе и наука в заповедниках. Важнейшее звено научных исследований в них — хронологическое описание природных объектов, составляющих летопись природы. Эта летопись уникальна. Исследования ведутся по общим для всех заповедников принципам, из года в год фиксируется состояние обязательного минимума объектов. Если заповедная система как целое будет нарушена, мы лишимся обширнейшей информации, которая позволяет сопоставить материалы о природе прошлых лет с нынешними. А ведь это — основа слежения за фоновыми изменениями в экосистемах биосферы.

Заповедники — не только научные учреждения, но и центры экологического просвещения, много делающие для преодоления в сознании людей философии антропоцентризма (человек — царь природы), осознание себя неотъемлемой частью биосферы, признания за природой прав на независимое от хозяйственной деятельности существование. Роль заповедников в охране природы можно уподобить роли церкви в духовной жизни человечества.

Задачи:

- 1. В каких случаях на определенной территории создается заповедник?*
- 2. Какие функции выполняют заповедники?*
- 3. Какие условия необходимо соблюдать в пограничной зоне заповедника? Почему?*

Вопросы и задания:

Составьте реферат об одном из заповедников вашего края.

** * **

ЭКСПЕРТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

§4. Экологическая экспертиза

Экологическая экспертиза – это комплексное исследование состояния экосистем и техносистем, анализ проблем и проектирование изменений.

Экологическая экспертиза состоит из трех этапов: исследовательского, аналитического и проектного.

Исследовательский этап включает в себя постановку проблемы, составление методики экспертизы и проведение наблюдений и измерений в экосистемах.

Постановка проблемы – это определение цели экспертизы. Целями экспертизы могут быть, во-первых, определение причин изменений в экосистемах, во-вторых, исследование реального состояния экосистем и, в-третьих, исследование последствий изменений экосистем, вызванных колебаниями абиотических, биотических и антропогенных факторов.

Ситуация 1. Летом 1992 года листья деревьев, в основном лип, расположенных на центральных улицах города Елгавы, покрылись блестящей липкой слизью.

Постановка проблемы: необходимо установить причины образования слизи на листьях деревьев для организации защитных мероприятий.

Ситуация 2. Длительное время считалось, что Слокский целлюлозно-бумажный комбинат является крупным источником загрязнения реки Лиелупе и Рижского залива. В 1991 году комбинат остановили на несколько дней.

Постановка проблемы: необходимо исследовать состояние воды в реке Лиелупе в период остановки комбината для составления заключения об источниках загрязнений.

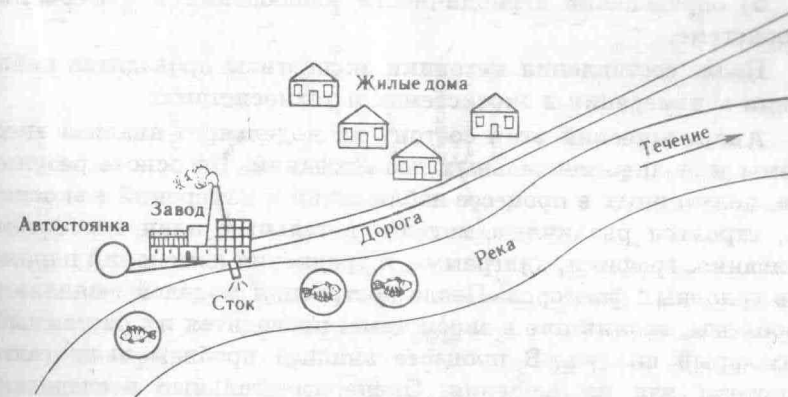
Ситуация 3. В 1987 году в окрестностях Даугавпилса было начато строительство гидроэлектростанции на реке Даугава. Однако возникли опасения, что строительство плотины на реке приведет к тяжелым нарушениям в экосистеме.

Постановка проблемы: необходимо сделать анализ возможных изменений в экосистеме в результате строительства плотины на Даугаве для составления заключения об экологической безопасности проекта.

Методика экспертизы – это план деятельности для изучения основных элементов экосистемы. Методика экспертизы не должна быть излишне детальной, но она должна содержать все

необходимые действия для изучения экосистемы. Основными пунктами методики являются:

- 1) составление плана экосистемы или ее участка;
- 2) исследование параметров абиотических факторов: воздуха, воды и почвы (следует отметить, что почва занимает промежу-



ЭТАПЫ:

1. ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ — постановка проблемы (сделать анализ изменений)
 - составление методики экспертизы (план деятельности)
 - проведение наблюдений и измерений
2. АНАЛИТИЧЕСКИЙ
 - модельный анализ экосистемы
 - экспериментальные исследования
3. ПРОЕКТНЫЙ
 - разработка предложений по улучшению состояния окружающей среды



Рис. 8. Этапы экспертизы экосистемы

точное положение между абиотическими и биотическими факторами);

3) исследование параметров биотических факторов (видовой состав, состояние растений, животных, грибов);

4) исследование антропогенных воздействий на экосистему;

5) определение периодичности наблюдений и измерений в экосистеме.

После составления методики экспертизы проводятся наблюдения и измерения в экосистемах и техносистемах.

Аналитический этап состоит из модельного анализа экосистемы и экспериментальных исследований. На основе результатов, полученных в процессе наблюдений и измерений в экосистеме, строятся различные модели: детальный план экосистемы, описания, графики, диаграммы и уравнения изменений параметров основных факторов. После построения моделей выявляются проблемы, возникшие в экосистеме, проводится их системный и всеполюсный анализ. В процессе анализа проблем выдвигаются гипотезы для их решения. Экспериментальные исследования осуществляются для моделирования изменений отдельных элементов экосистемы (например, изменений воды в реке в зависимости от количества поступающих канализационных стоков) и для экспериментальной проверки предложенных гипотез в процессе модельного анализа. Результаты аналитического этапа экспертизы во многом зависят от качества поставленных экспериментов.

Проектный этап предполагает разработку конкретных предложений по изменению возникших ситуаций в экосистемах или предупреждению возможных нежелательных изменений. Проектирование является логическим продолжением двух предыдущих этапов экспертизы и основывается на решениях проблем, полученных в результате проведения системного и всеполюсного анализа и проверенных опытным путем. Таким образом, комплексность экологической экспертизы заключается в исследовании состояния и изменений в экосистемах и техносистемах, анализе возникших проблем и экспериментальной проверке решений, проектировании изменений для обеспечения экологического равновесия.

Задачи:

1. Сформулируйте несколько проблем для исследования экосистем или окрестностей техносистем в вашем крае.

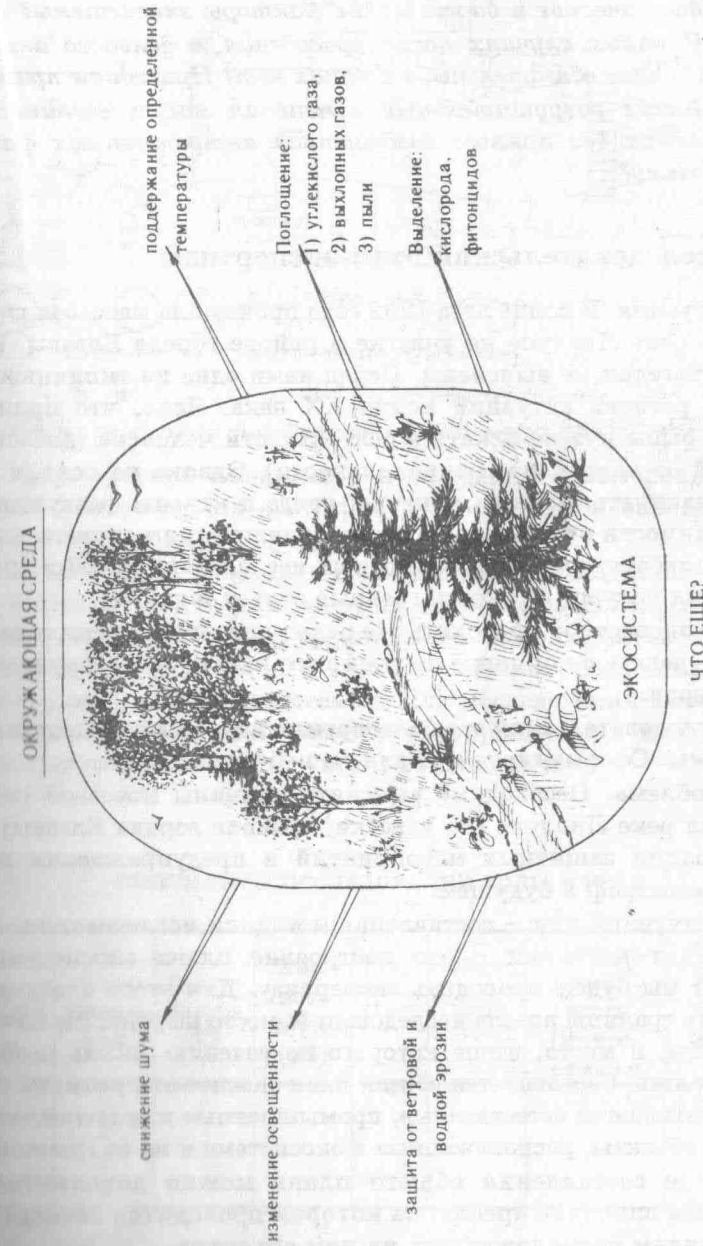


Рис. 4. Воздействие экосистемы на окружающую среду (раскрасьте и дополните рисунком)

2. Составьте методику экспертизы для одной из ситуаций, приведенных в параграфе.

3. Почему при проведении экспертизы необходимо исследовать абиотические и биотические факторы экосистемы?

4. В каких случаях после проведения модельного анализа эксперименты обязательны, а в каких нет? Приведите примеры.

5. Какие разрушительные изменения могут возникать в экосистемах без прямого воздействия антропогенных факторов? Почему?

§5. Исследовательский этап экспертизы

Ситуация. В конце лета 1992 года произошла массовая гибель рыбы в реке Лиелупе на участке в районе города Елгавы. Причины трагедии не выяснены. Перед нами одна из типичных для любого региона ситуаций конца XX века. Ясно, что причины гибели рыбы нужно искать в деятельности человека (добавим – далекой от какой-либо рациональности). Однако не ясно, с чего и как начинать. Можно, конечно, долго и красиво рассуждать о необходимости охраны природы, о привлечении научных институтов и лабораторий для экспертных исследований этой и других подобных ситуаций, писать гневные статьи в газеты.

Но экспертизу проводить все равно придется, кроме того, это можно сделать с помощью простейшего школьного оборудования и приборов.

Исследовательский этап экспертизы начинается с постановки проблемы. Сформулируем ее для нашей ситуации.

Проблема. Необходимо выяснить причины массовой гибели рыбы на реке Лиелупе (на участке в районе города Елгавы) для организации защитных мероприятий и предупреждения подобных катастроф в будущем.

Следующий шаг – составление методики исследования. Первый пункт методики – это построение плана экосистемы, в которой мы будем проводить экспертизу. Для этого необходимо уточнить границы ареала исследований: место на реке, где начался мор рыбы, и место, выше которого по течению гибель рыбы не наблюдалась. Составляется общий план экосистемы реки, на котором указываются естественные, промышленные и сельскохозяйственные объекты, расположенные в экосистеме и на ее границах.

После составления общего плана можно дополнительно составить описание ареала, на котором проводится экспертиза, с указанием расположенных на нем объектов.

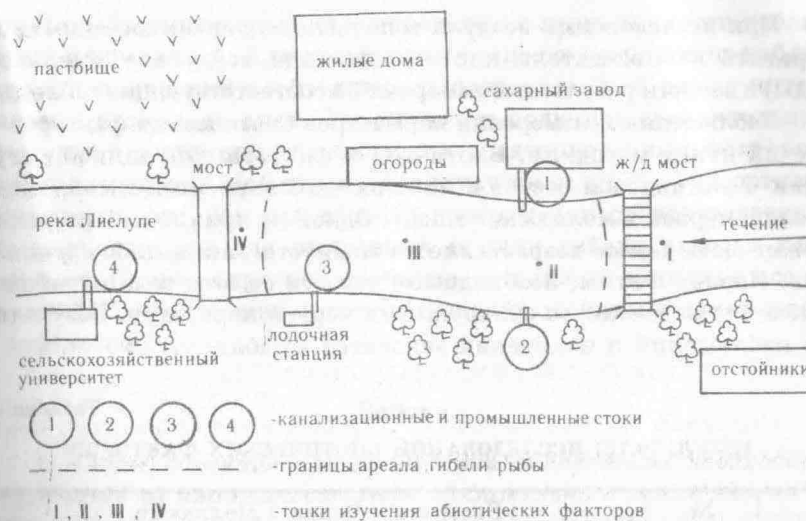


Рис. 5. План экосистемы реки Лиелупе в районе города Елгавы

Второй пункт методики – наблюдения и измерения параметров абиотических факторов в экосистеме и занесение результатов в таблицу.

Необходимо проводить сравнительное исследование факторов в нескольких точках, часть из которых расположена внутри экосистемы, а часть – на границе. Это позволит установить, где возникли причины гибели рыбы – внутри экосистемы или в пограничных с ней экосистемах. Для исследования выбираются факторы, отклонение параметров которых могло повлиять на жизнедеятельность рыбы, – вода, воздух, почва.

Таблица 1.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ВОДЫ В РЕКЕ

Дата	№ точек измерений	Температура (°C)	Кислотность (pH)	Цвет	Запах	Электропроводность (микросименс)	Прозрачность (см)
	1						
	2						
	3						
	4						

При исследовании воздуха и почвы следует особое внимание обратить на показатели кислотности (для воздуха – дождевой воды) и занести результаты измерений в соответствующие таблицы.

Наблюдения и измерения параметров биотических факторов – третий пункт методики. Биотические факторы для данной ситуации – это видовой состав и количество микроорганизмов, водорослей, червей и моллюсков в воде. Одной из причин гибели рыбы может быть резкое возрастание численности каких-либо организмов. Наряду с этим, необходимо провести осмотр тела погибшей рыбы для возможного обнаружения червей-паразитов. Результаты наблюдений и измерений заносятся в таблицу.

Таблица 2.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ БИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Дата	№ точек измерений	Микроорганизмы в капле	Биомасса водорослей (г/м ²)	Черви (количество)	Моллюски (количество)	Наличие падали
	1					
	2					
	3					
	4					

Четвертый пункт – исследование параметров антропогенных факторов: для нашей ситуации это – канализационные и промышленные стоки. Поэтому необходимо взять пробы стоков из каждого коллектора и провести измерения, аналогичные измерениям параметров речной воды. Результаты заносятся в соответствующую таблицу.

Таблица 3.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ СТОЧНЫХ ВОД

Дата	№ сточного коллектора	Температура в момент взятия пробы (°C)	Кислотность (pH)	Цвет	Запах	Электропроводность (мксименс)	Прозрачность, (см)

Пятый пункт методики – определение периодичности наблюдений и измерений. Для повышения точности результатов наблюдений и измерений необходимо их повторить 2 – 3 раза с интервалом в несколько дней. Это позволит получить сравнительные сведения о состоянии абиотических и антропогенных факторов, необходимые для работы на аналитическом этапе экспертизы. Подведем итоги. Мы разработали программу исследовательского этапа экспертизы для выяснения причин гибели рыбы в реке Лиелупе. Сформулирована проблема, составлена методика исследований. Теперь можно приступать к наблюдениям и измерениям в экосистеме.

Задачи:

1. Какие объекты при проведении экспертизы необходимо указывать на плане экосистемы обязательно и какие можно не указывать? Почему?
2. Можно ли определить причины изменений в экосистеме без исследования ее состояния? Почему?
3. В каких случаях необходимо проводить исследования воды, почвы и воздуха в экосистеме, а в каких можно ограничиться исследованием одного из этих элементов? Почему?
4. Какие изменения биотических факторов могут привести к нарушениям в экосистемах?
5. Приведите конкретные примеры, с помощью которых можно доказать, что для повышения точности экспертизы необходимо несколько раз повторить наблюдения и измерения в экосистеме.

§6. Исследования экосистем

Практическая работа №1

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДОЕМА

Проблема. Необходимо изучить экологическое состояние водоема (реки, озера, пруда, карьера с водой и других) для разработки проектов сохранения экологического равновесия и предупреждения возможных нарушений.

Методика исследований:

1. Составление подробного плана экосистемы водоема с указанием объектов, расположенных на его границах.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ БИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ
БЕРЕГОВОЙ ЛИНИИ ВОДОЕМА

№ участка берега	Видовой состав растений (количество и название видов)	Видовой состав животных (количество и название видов)	Общее состояние береговой линии

5. Исследование антропогенных факторов на береговой линии водоема (канализационные и сточные воды, свалки, удобрения и другие). Взятие проб сточных вод и оформление результатов измерений в таблице (таблица 3).

6. Выбор периодичности наблюдений и измерений (раз в неделю, декаду, месяц, квартал, сезонные наблюдения).

Задачи:

1. Какие изменения могут произойти в водоеме в результате загрязнения воздуха над его поверхностью?
2. К каким изменениям в водоеме может привести неконтролируемое применение навоза на поле, расположенном рядом с водоемом?
3. Какие взаимосвязи существуют между кислотностью воды и освещенностью водоема?
4. В каких случаях видовой состав растений и животных береговой линии не зависит от состояния воды в водоеме?
5. От чего зависит толщина донных отложений в водоеме?

Практическая работа №2

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
В ОКРЕСТНОСТЯХ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Проблема. Необходимо исследовать экологическое состояние окружающей среды в окрестностях промышленного предприятия для оценки уровня нарушений экологического равновесия и проектирования мероприятий по его восстановлению.

Методика исследования:

1. Составление плана окрестностей промышленного предприятия.
2. Исследование абиотических факторов в окрестностях промышленного предприятия.

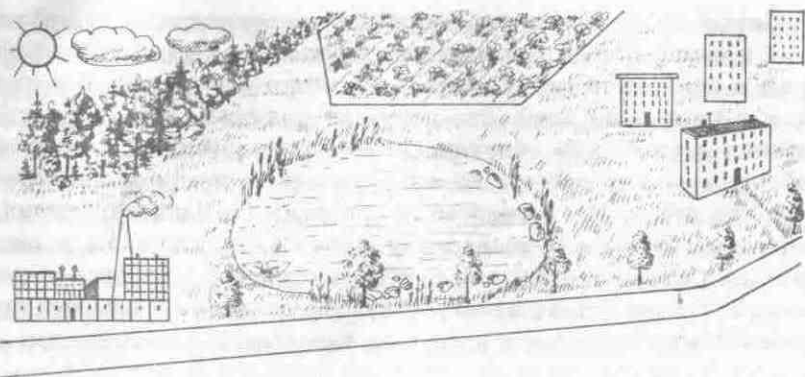


Рис. 6а. Участок экосистемы озера

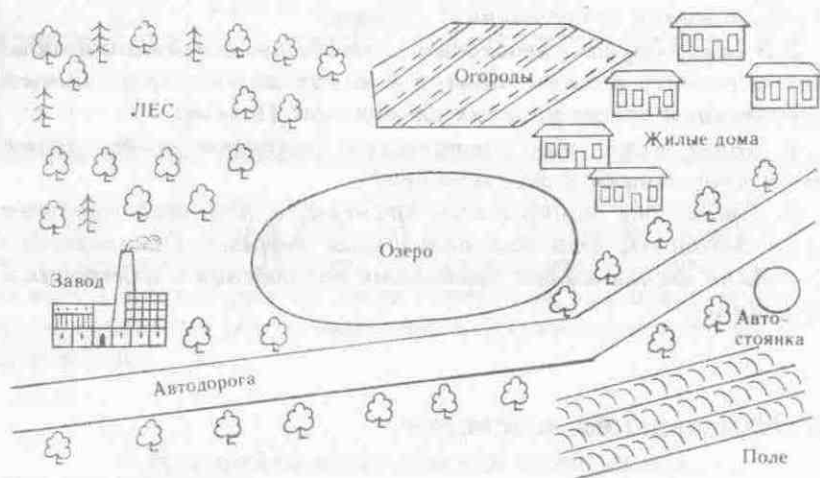


Рис. 6б. План экосистемы озера

2. Исследование абиотических факторов и оформление результатов в таблице (таблица 1).

3. Исследование биотических факторов водоема и оформление результатов в таблице (таблица 2).

4. Исследование биотических факторов береговой линии (3-7 метров от воды) и оформление результатов в таблице.

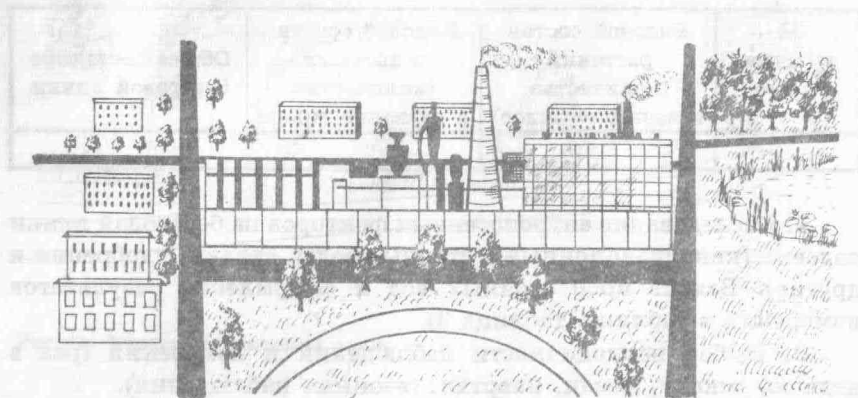


Рис. 7а. Участок окрестности промышленного предприятия

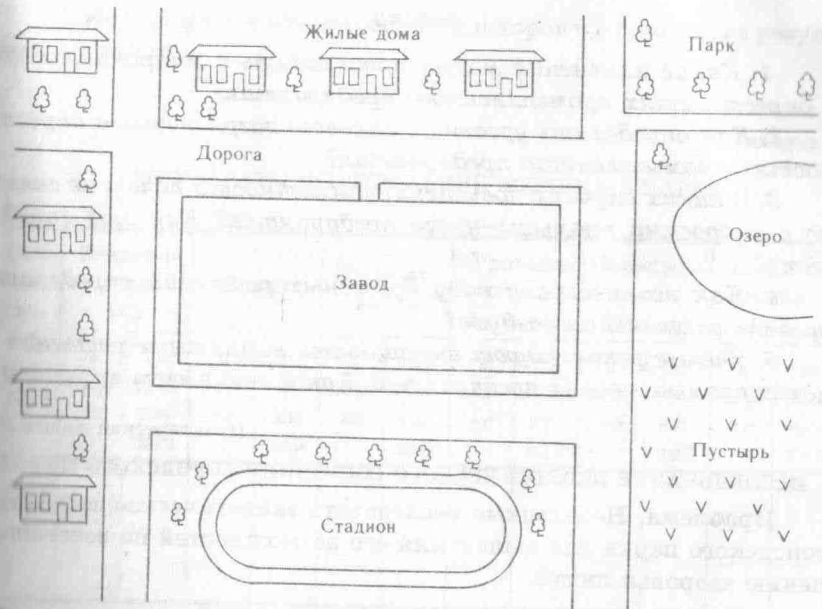


Рис. 7б. План окрестности промышленного предприятия

Таблица 5.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ
В ОКРЕСТНОСТЯХ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Стороны предприятия	Температура (°C)	Относительная влажность (%)	Кислотность (pH)	Уровень шума	Прозрачность воздуха	Запах	Освещенность
северная							
западная							
восточная							
южная							

3. Исследование биотических факторов в окрестностях промышленного предприятия и занесение результатов в таблицу.

Таблица 6.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ БИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ
В ОКРЕСТНОСТЯХ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Стороны предприятия	Количество деревьев	Количество хвойных деревьев	Состояние деревьев, опухоли	Деревья с лишайниками	Видовой состав животных
северная					
западная					
восточная					
южная					

4. Описание видов воздействия промышленного предприятия на окружающую среду (газообразные, жидкие, твердые выбросы, шум, загазованность, последствия).

5. Определение периодичности наблюдений и измерений.

Задачи:

1. Какие изменения могут происходить с микроклиматом в окрестностях промышленного предприятия?

2. Как определить уровень теплового загрязнения в окрестностях промышленного предприятия?

3. В каких случаях повышение кислотности почвы не связано с выбросами промышленного предприятия? Как это определить?

4. Как по внешнему виду древесных растений определить уровень загрязнения воздуха?

5. Ученые рекомендуют выращивать комнатные растения в цехах промышленных предприятий. Какое это имеет значение?

Практическая работа №3

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГОРОДСКОГО ПАРКА

Проблема. Необходимо исследовать экологическое состояние городского парка для выяснения его возможностей по восстановлению здоровья людей.

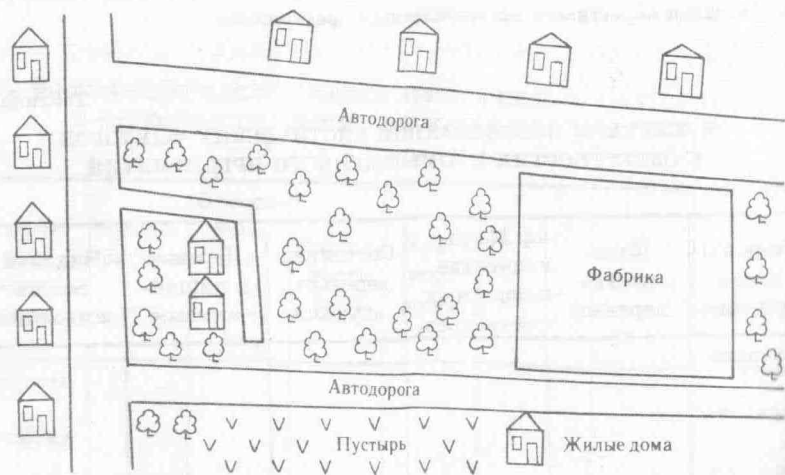


Рис. 8. План экосистемы парка

Методика исследований:

1. Составление плана парка с указанием объектов, расположенных на его границах (дороги, жилые дома, промышленные объекты). Составление описания отдельных объектов парка.

2. Исследование абиотических факторов и оформление результатов в таблице.

Таблица 7.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ВОЗДУХА В ПАРКЕ

Точки измерения	Температура (°C)		Запах		Прозрачность		Уровень шума (усл.ед)		Освещенность (усл.ед)		Кислотность (pH)	
	в парке	за границей	в парке	за границей	в парке	за границей	в парке	за границей	в парке	за границей	в парке	за границей

Условные единицы шума – тишина, слабый, средний, сильный (грохот). Условные уровни освещенности – низкий, средний, высокий.

3. Исследования биотических факторов и оформление результатов в таблице.

Таблица 8.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ БИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В ПАРКЕ

Участок парка (по участкам)	Состояние деревьев и кустарников	Лишайники и трутовики	Опухоли на деревьях	Видовой состав и количество животных (моллюски, насекомые, амфибии, птицы, млекопитающие)

4. Составление описаний основных источников антропогенных загрязнений.

5. Определение периодичности наблюдений и измерений (по декадам, месяцам, сезонам).

Задачи:

1. Каковы функции парков, расположенных в черте города?
2. От каких факторов зависит экологическое состояние парка?
3. В каких районах города необходимо размещать парки?

Почему?

4. От чего зависит температура воздуха в парке?
5. Некоторые ученые предлагают при создании парков в городах не изменять естественные участки растительности, входящие в них. Как по-вашему, существует ли в этом необходимость? Почему?

Практическая работа №4

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ОКРЕСТНОСТЯХ АВТОДОРОГИ

Проблема. Необходимо исследовать состояние среды в окрестностях автодороги для оценки нарушений экологического равновесия и проектирования мероприятий по его восстановлению.

Методика исследований:

1. Построение плана участка окрестностей автодороги.
2. Исследование абиотических факторов на участке и оформление результатов в таблице (для каждой стороны).

Таблица 9.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА УЧАСТКЕ ДОРОГИ

Сторона дороги	Расстояние от дороги	Температура (°C)	Относительная влажность (%)	Кислотность (pH)	Прозрачность воздуха	Уровень шума	Освещенность
Западная							
Восточная							

3. Исследование биотических факторов на участке и оформление результатов в таблице (для каждой стороны).

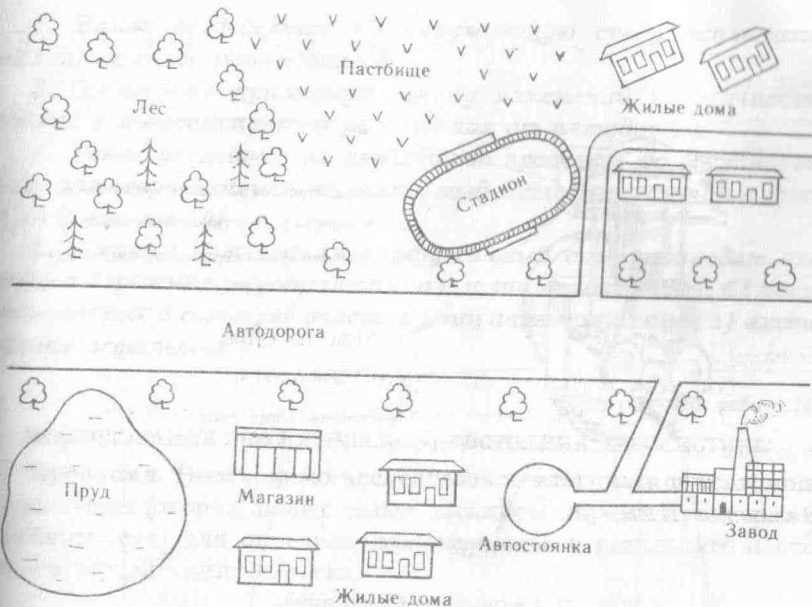


Рис. 9. План участка окрестностей автодороги

Таблица 10.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ БИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА УЧАСТКЕ АВТОДОРОГИ

Сторона дороги	Расстояние от дороги (м)	Видовой состав деревьев	Состояние деревьев, опухоли	Лишайники на деревьях	Видовой состав животных
Западная					
Восточная					

4. Составление описаний антропогенных воздействий (примерное количество автомобилей, проезжающих по дороге в течение суток, места автомобильных остановок и автостоянок, наличие промышленных предприятий и их воздействие на среду).
5. Определение периодичности наблюдений и измерений.

Задачи:

1. Какие изменения происходят со зданиями в районах с интенсивным автомобильным движением?

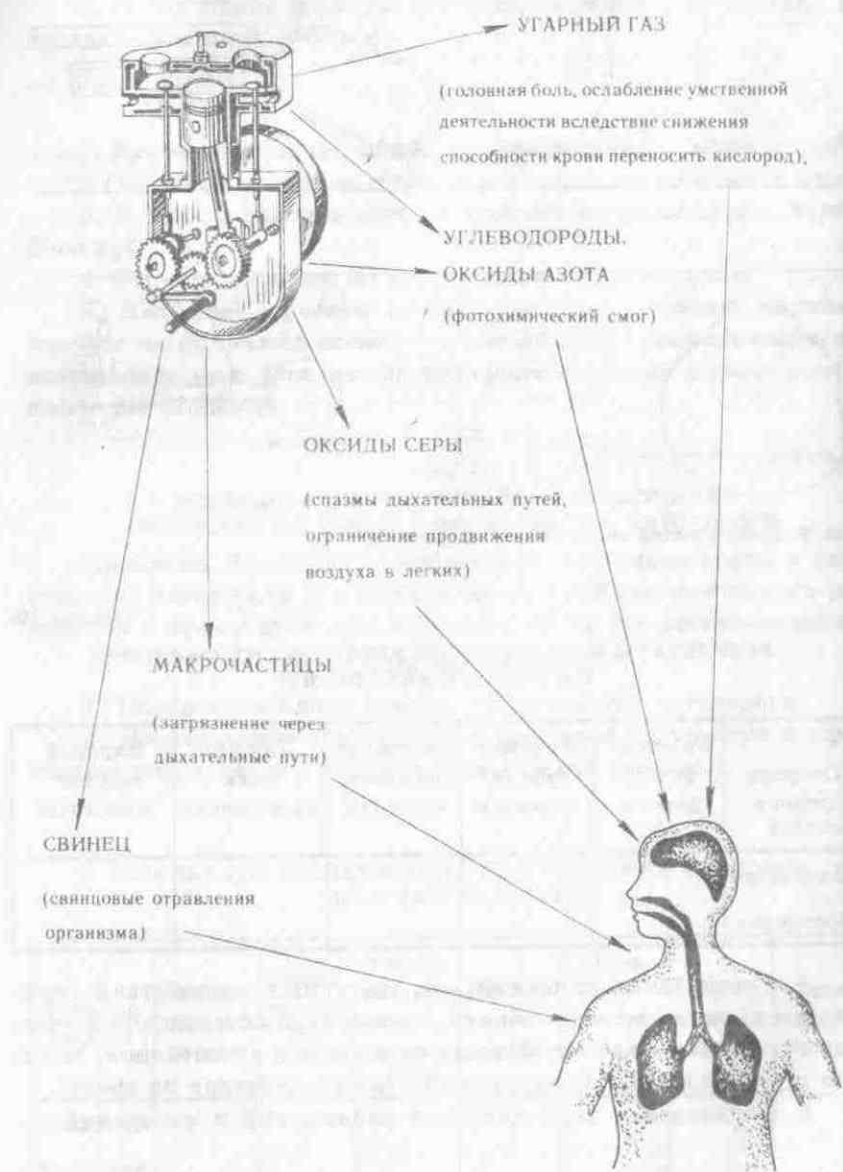


Рис. 10. Состав выхлопных газов двигателей внутреннего сгорания

2. Какое воздействие на окружающую среду оказывают выхлопные газы автомобилей?

3. Составьте примерную шкалу изменений прозрачности воздуха в зависимости от расстояния от автодороги.

4. Какие исследования необходимо провести на местности возле автодороги, чтобы оценить воздействие выхлопных газов на здоровье людей?

5. К каким изменениям в окружающей среде приводят следующие дорожные мероприятия: а) полив дороги водой; б) посыпание песком и солью; в) очистка улиц автомашинами; г) восстановление асфальта?

Практическая работа №5

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АГРОСИСТЕМЫ

Проблема. Необходимо исследовать экологическое состояние агросистемы (огород, поле с сельскохозяйственными культурами, пастбище, сад) для определения изменений в результате постоянного воздействия человека.

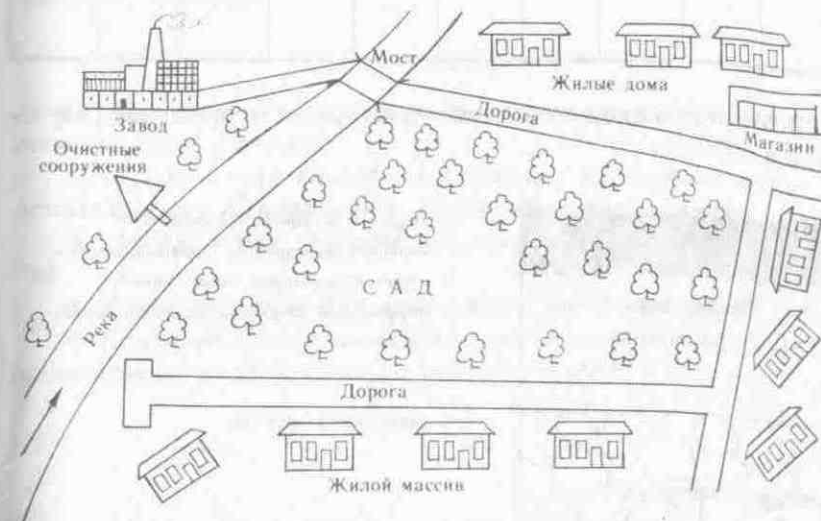


Рис. 11. План агросистемы

Методика исследований:

1. Составление плана агросистемы с указанием объектов, расположенных на его границах.

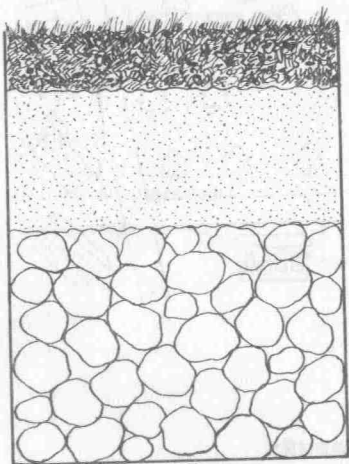
2. Исследование абиотических факторов и оформление результатов в таблице. Для измерений выбирается несколько точек по периметру агросистемы.

Таблица 11.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В АГРОСИСТЕМЕ

Точки измерений	Температура (°C)		Кислотность (pH)		Почва			Освещенность	Осадки (мм)
	воздуха	почвы	воды	почвы	запах	цвет	толщина горизонтов		

3. Исследование биотических факторов и оформление результатов в таблице.



- A - горизонт, из которого вымываются минеральные вещества (эллювиальный)
- B - горизонт, в котором накапливаются питательные вещества (иллювиальный)
- C - материнская порода

Рис. 12. Почвенные горизонты

Таблица 12.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ БИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В АГРОСИСТЕМЕ

Точки измерений	Микроорганизмы в почвенной суспензии	Видовой состав суспензий	Количество дождевых червей на 1 м ²	Видовой состав и количество животных (моллюски, насекомые, амфибии, птицы, млекопитающие)

4. Составление описаний основных источников антропогенных загрязнений (в том числе частота внесения и количество на один квадратный метр удобрений, навоза, ядохимикатов).

5. Определение периодичности наблюдений и измерений (по месяцам, сезонам).

Задачи:

1. Как может изменяться температура воздуха и почвы в течение года? Почему?
2. Предложите способы повышения плодородия почвы без использования минеральных удобрений.
3. Предложите способы защиты почв от размывания водой.
4. Какое значение для почв имеют дождевые черви?
5. Какие антропогенные факторы оказывают наиболее разрушительное воздействие на почвы? Почему?

Практическая работа № 6

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ЖИЛОМ РАЙОНЕ

Проблема. Необходимо исследовать состояние окружающей среды в жилом районе для оценки нарушений экологического равновесия и разработки мероприятий по его восстановлению.

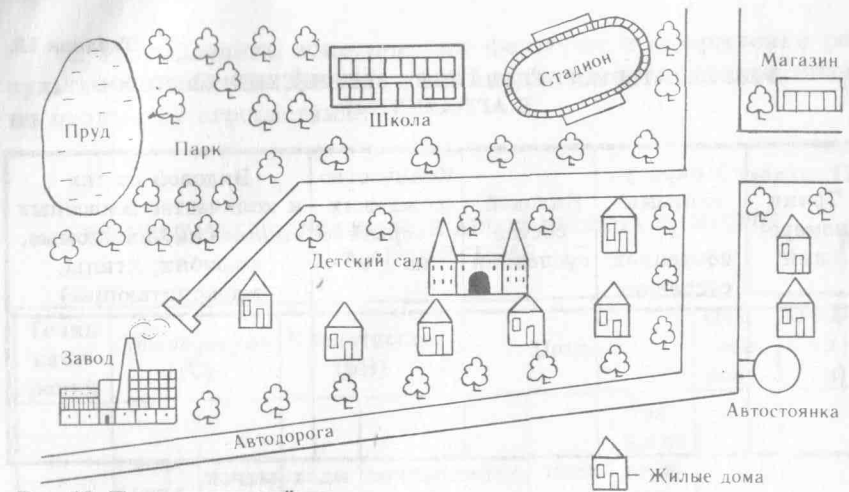


Рис. 13. План жилого района

Методика исследований:

1. Построение плана жилого района с указанием объектов, расположенных на его границах, и точек наблюдений и измерений.
2. Исследование абиотических факторов в жилом районе и оформление результатов в таблице.

Таблица 13.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В ЖИЛОМ РАЙОНЕ

Точки измерений	Температура (°C)	Относительная влажность (%)	Кислотность почвы (pH)	Запах и прозрачность воздуха	Уровень шума	Освещенность
А Б В Г и т. д.						

3. Исследование биотических факторов в жилом районе и оформление результатов в таблице.

Таблица 14.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ БИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В ЖИЛОМ РАЙОНЕ

Точки измерений	Видовой состав растений	Состояние растений, опухоли	Состояние газонов	Лишайники на деревьях	Видовой состав животных
А Б В и т. д.					

4. Составление и описание основных видов антропогенных воздействий (повышенный выброс тепла, жидких, газообразных и твердых отходов, густая сеть линий электропередач, уровень вытаптывания газонов, интенсивное искусственное освещение, уровень шума).

5. Определение периодичности наблюдений и измерений.

Задачи:

1. Какие условия необходимо соблюдать для поддержания экологического равновесия в жилом районе?
2. Предложите способы уменьшения потерь тепла в жилых районах.
3. С помощью каких мероприятий можно повысить чистоту воздуха в жилом районе?
4. В одном из жилых районов города началось массовое засыхание деревьев. Каковы возможные причины этого явления? Как практически проверить ваши гипотезы?
5. Перечислите возможные взаимосвязи между экологическим состоянием жилого района и воды в реке, протекающей на его окраине.

Практическая работа №7

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ УЧАСТКА САНИТАРНОГО ЛЕСА

Проблема. Необходимо исследовать экологическое состояние участка санитарного леса для примерного определения уровня загрязненности городской среды и разработки проектов по ее надорвлению.

Методика исследований:

1. Составление плана участка санитарного леса с указанием объектов, расположенных на его границах.

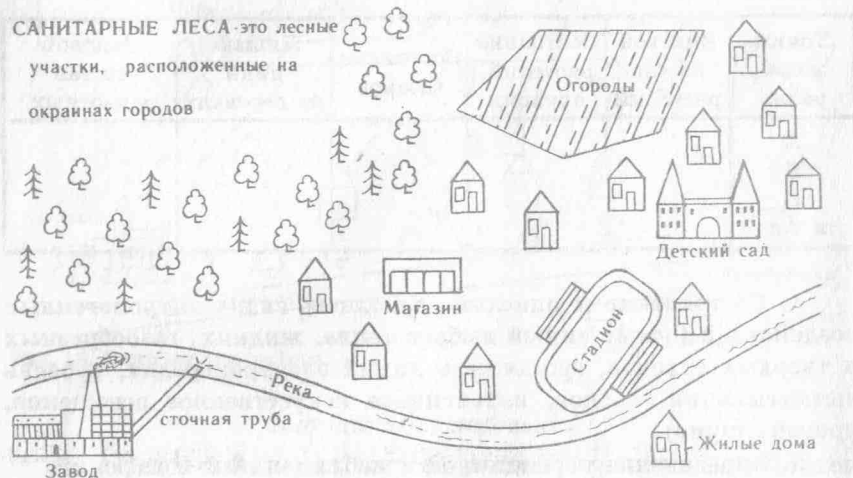


Рис. 14. План участка санитарного леса

2. Исследование абиотических факторов и оформление результатов в таблице.

Таблица 15.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА УЧАСТКЕ САНИТАРНОГО ЛЕСА

Точки измерений	Температура (°C)	Относительная влажность (%)	Кислотность осадков (pH)	Количество осадков (мм)	Кислотность почв (pH)	Прозрачность воздуха	Освещенность

3. Исследование биотических факторов и оформление результатов в таблице.

Таблица 16.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ БИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА УЧАСТКЕ САНИТАРНОГО ЛЕСА

Точки измерений	Видовой состав растений (количество)	Состояние деревьев	Лишайники на деревьях	Трутовики на деревьях	Опухоли на деревьях	Видовой состав животных (количество)

4. Составление описаний антропогенных факторов.
5. Определение периодичности наблюдений и измерений (по декадам, месяцам, сезонам).

Задачи:

1. Какое воздействие оказывает санитарный лес на экологическое состояние в городе?
2. Какими причинами может быть вызвано пожелтение и раннее опадение листьев в лесу?
3. Какие условия необходимо соблюдать при проведении санитарных рубок в лесу, чтобы не нарушить экологическое равновесие?
4. Какие взаимосвязи существуют между загрязнением леса и распространением грибов-трутовиков?
5. В последние годы все чаще в санитарных лесах стали устраивать зоны отдыха для жителей городов (прогулочные и спортивные дорожки, игровые площадки). Как по-вашему, приведет ли это к нарушениям экологического равновесия в лесах или нет? Почему?

Практическая работа №8

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОКРЕСТНОСТЕЙ КОМПЛЕКСА УТИЛИЗАЦИИ ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ

Проблема. Необходимо исследовать экологическое состояние среды в окрестностях комплекса утилизации твердых отходов (свалки) для оценки нарушений экологического равновесия и разработки мероприятий по его восстановлению.

Методика исследования:

1. Построение плана окрестностей комплекса утилизации с указанием объектов, расположенных на его границах.

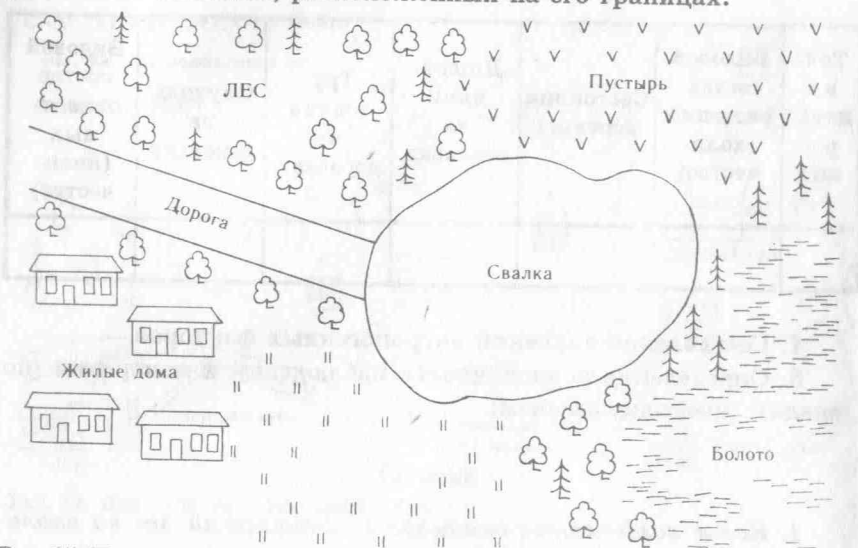


Рис. 15. План окрестностей комплекса утилизации

2. Исследование абиотических факторов в окрестностях комплекса утилизации и оформление результатов в таблице (для каждой стороны).

Таблица 17.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ
В ОКРЕСТНОСТЯХ КОМПЛЕКСА УТИЛИЗАЦИИ

Расстояние от комплекса	Температура (°C)	Относительная влажность (%)	Кислотность почв (pH)	Запах и прозрачность воздуха	Уровень шума	Примечания

3. Исследование биотических факторов и оформление результатов в таблице (для каждой стороны).

Таблица 18.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ БИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ
В ОКРЕСТНОСТЯХ КОМПЛЕКСА УТИЛИЗАЦИИ

Расстояние от комплекса	Видовой состав растений	Состояние растений, опухолей	Лишайники на деревьях	Видовой состав животных	Особенности окраски

4. Описание основных видов антропогенных воздействий на окрестности комплекса (повышение температуры воздуха, поступление химических веществ, уплотнение почв и другие).

5. Определение периодичности наблюдений и измерений.

Задачи:

1. Какие условия необходимо соблюдать при организации комплексов утилизации?

2. К каким последствиям для окружающей среды приводит постоянное сжигание твердых бытовых отходов на свалках?

3. Какие наблюдения и измерения необходимо проводить для изучения изменений состава грунтовых вод в районе свалки?

4. Как уменьшить количество твердых бытовых отходов, поступающих на свалки?

5. Какие аргументы за и против строительства зданий и сооружений на закрытой свалке вы можете привести?

Практическая работа № 9

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКОСИСТЕМЫ ПО ВЫБОРУ

Задание. Выберите экосистему, сформулируйте проблему, составьте методику и проведите исследование ее экологического состояния.

Задачи:

1. Для каких целей создаются огромные морские аквариумы?

2. Объясните, почему во многих европейских странах установлен предел внесения минеральных удобрений в почву?

3. Поле, на котором выращивали пшеницу, периодически в течение нескольких лет обрабатывали химическими веществами.

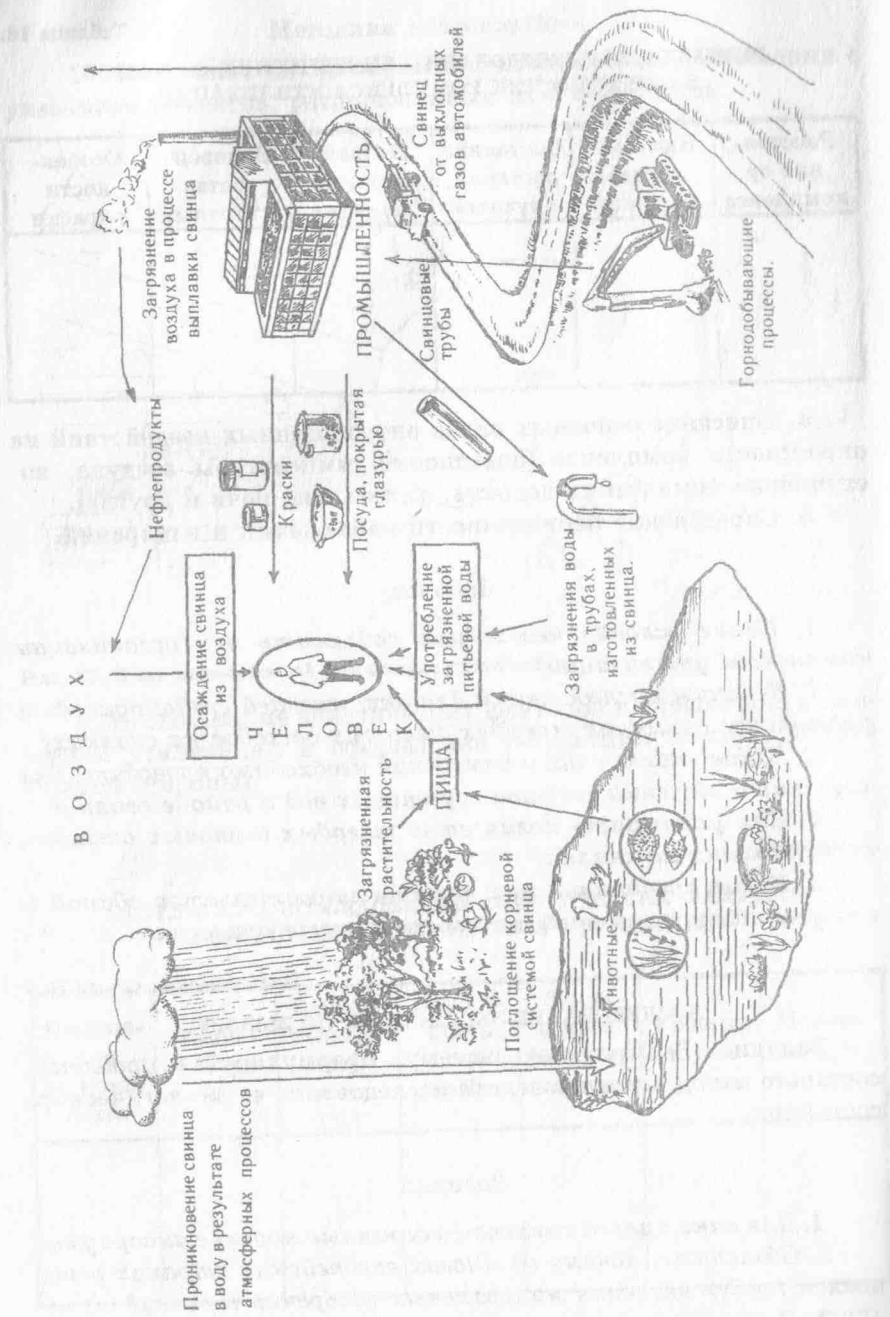


Рис. 16. Цикл свинца в окружающей среде (раскройте рисунок)

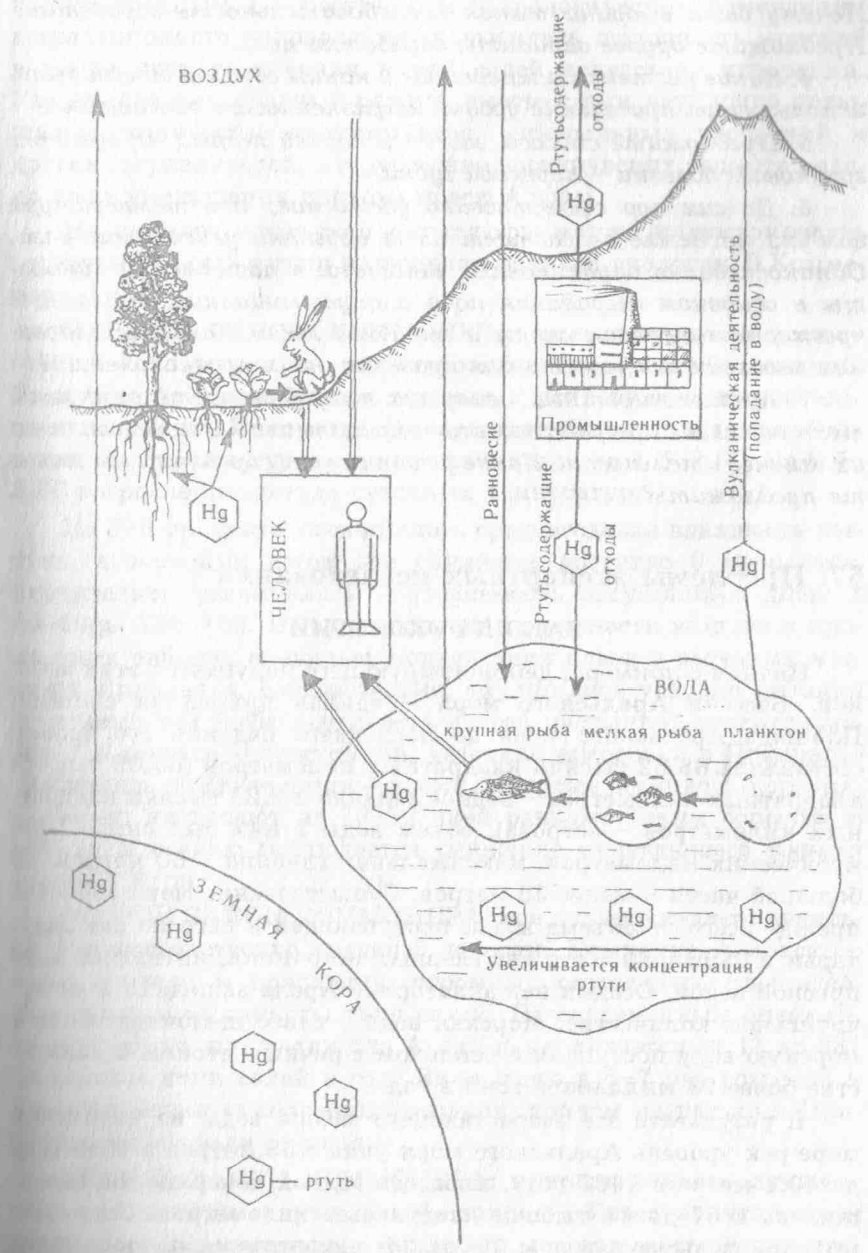


Рис. 17. Цикл ртути в окружающей среде

ми в последовательности: навоз – ядохимикаты – удобрения. Почему была выбрана такая последовательность обработки? Предложите другие варианты обработки поля.

4. Какие растения и животные и каким образом могут быть использованы при оценке уровня загрязненности экосистемы?

5. Предложите способы защиты корней лесных деревьев от грибковой болезни – корневой губки.

6. До сих пор существовало убеждение, что температура воздуха на Земле возрастает из-за избытка углекислого газа. Однако недавно опубликована гипотеза: в потеплении виноваты в основном деградация почв и опустынивание, вызванные чрезмерным выпасом скота и вырубкой лесов. Какие исследования необходимо провести для проверки этих предположений?

7. Ареалы животных, живущих в городах, часто разделены техническими преградами, что отрицательно сказывается на их жизнедеятельности. Какие решения этой проблемы вы можете предложить?

§7. Проблемы экспертных исследований

ЗАКОНЫ ЭКОЛОГИИ

Начнем с примера, демонстрирующего нарушения этих законов. Бассейн Аральского моря – единая природная система. Площадь Аральского моря до последнего падения его уровня составляла 68,32 тысячи квадратных километров (66,09 тысячи квадратных километров – водное зеркало и 2,23 тысячи квадратных километров – острова); объем воды в нем был около 1066 кубических километров, максимальная глубина – 60 метров, на большей части – менее 30 метров. Существование моря зависело прежде всего от объема воды, поступающей в него из рек Амударьи и Сырдарьи, – это два главных источника, питавших море пресной водой. Осадки над акваторией Арала выпадают в незначительном количестве. Морская вода – слабо щелочная. Соли в морскую воду поступали в основном с речным стоком в количестве более 23 миллионов тонн в год.

В результате все возрастающего забора воды из питающих море рек уровень Аральского моря упал с 53 метров в 1960 году до 40,3 метра в 1987 году, площадь водной поверхности уменьшилась с 67 до 41 тысячи квадратных километров. Соленость морской воды возросла с 10 до 24 процентов, а по последним данным – до 30 процентов. Из года в год возрастающий разрыв между количеством испаряемой воды и постоянно уменьшаемым

объемом поступающей в море воды привел к значительным количественным и качественным гидрологическим изменениям деградационного направления, повысилась щелочность морской воды за счет увеличения в ней солей вследствие испарения. Ухудшился кислородный режим, вместе с ним неуклонно повышалось количество ядохимикатов, минеральных удобрений и других загрязнителей, а содержание органических веществ падало из-за уменьшения притока пресной воды.

На примере Аральской катастрофы можно иллюстрировать негативные последствия нарушения законов экологии В.Коммонера.

ПЕРВЫЙ ЗАКОН КОММОНЕРА: все связано со всем – обращает внимание на всеобщую связь процессов и явлений. Усыхание Аральского моря привело к усилению континентальности климата в Приаралье. В результате этого амплитуда летних и зимних температур воздуха увеличилась на 1,5–2,5°C, на 0,5–3,3°C возросла амплитуда суточных температур.

На 2–3 процента уменьшилась среднегодовая влажность воздуха, а весной и летом это снижение достигло 9 процентов. Значительно увеличилась повторяемость засушливых дней: с 30–40 до 120–150. Из-за уменьшения влажности воздуха в приморских районах снизилась конденсация влаги в песчаных массивах Приаралья, следовательно, ухудшились условия питания грунтовых вод и обеспеченность влагой пустынной растительности. По данным метеостанций, весенние заморозки в Приаралье сместились на более позднее время, а первые осенние заморозки, наоборот, наступают на 10–12 дней раньше. Таким образом, и весной, и осенью наблюдается снижение смягчающего климата влияния моря.

ВТОРОЙ ЗАКОН КОММОНЕРА: все должно куда-то деваться – непосредственно связан с первым. Усыхание Аральского моря привело к появлению огромных осушенных площадей, содержащих миллиарды тонн солей. По современным оценкам, на осушенных площадях дна Арала накапливается от 13 до 231 миллионов тонн солей в год. Из-за этого в 6–7 раз возросла и минерализация атмосферных осадков, причем не только в Приаралье, но и вдали от моря.

ТРЕТИЙ ЗАКОН КОММОНЕРА: природа «знает» лучше – шокирует многих «улучшателей» природы. Известно, что всякая экосистема формировалась миллионы лет под жестким контролем факторов эволюционного процесса – отбора, борьбы за существование и других. Широкомасштабные, антропогенные, научно

необоснованные, построенные на сиюминутной выгоде мероприятия вместо ожидаемого цветущего рая заканчиваются, как правило, небывалым в природе опустыниванием и гибелью биоты (живых организмов). Аральская катастрофа является наглядным примером и жестоким непростительным упреком к виновным в его создании людям.

ЧЕТВЕРТЫЙ ЗАКОН КОММОНЕРА является грозным предупреждением человечеству: ничего не делается даром. В нем Коммонер вновь касается тех проблем, которые обобщает закон внутреннего динамического равновесия: «... глобальная экосистема представляет собой единое целое, в рамках которого ничего не может быть выиграно или потеряно и которое не может являться объектом всеобщего улучшения; все, что извлечено из нее человеческим трудом, должно быть возмещено. Платежа по этому векселю нельзя избежать, он может быть только отсрочен».

Платежи по векселям, связанным с Аралом, предстоят огромные и трудно выполнимые. Ранее в осушение Арала ежегодно вкладывались огромные средства. По «научным» проектам дно моря и все Приаралье должно представлять собой «цветущий» рай, покрытый рисовыми и хлопковыми полями, виноградниками и другими культурами. Что же оказалось на самом деле?

Вследствие переполива полей, занятых рисом и хлопком, ежегодно расходовалось более 40 кубических километров воды рек Амударья и Сырдарья. Переувлажнение изменило уровень грунтовых вод. Так, например, в Туркмении на 87 процентах площади орошаемых земель уровень грунтовых вод поднялся с 2,5 до 1,5 метра. В Узбекистане уровень грунтовых вод выше критического на 1,6 миллиона гектаров.

Широко распространена ирригационная эрозия. Становится вполне очевидным, что в настоящее время в Аральском регионе из кризисной стадии перешли в катастрофическую – трудно нейтрализуемую с социальной и экологической точек зрения.

Вопросы и задания:

На основе законов Коммонера составьте программу защиты водоемов от воздействия антропогенных факторов.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ГОРОДОВ

Загрязнение окружающей среды особенно значительно в городах. Опасными считаются все вещества, изменяющие естественный состав воды, почвы или воздуха, наносящие вред экоси-

стемам или их частям. Для оценки вредного влияния химического вещества на природу особо важны следующие моменты: 1) количество вещества, находящегося в обороте; 2) области его применения; 3) его превращения в различных частях биосферы; 4) устойчивость вещества в среде; 5) возможность его накопления, особенно в живых организмах; 6) химическая и биологическая активность (ядовитость) вещества. Основным источником загрязнения атмосферы городов является сжигание горючих ископаемых – угля, нефти, природного газа для нужд энергетики, транспорта, отопления. Пыль и сажа, выбрасываемые в воздух трубами заводов и ТЭС, постепенно оседают на землю, попадая в квартиры. Дымовые газы особенно опасны в городах, которые в силу географических и климатических условий надолго покрываются густыми туманами.

Рекордным по числу жертв отравлений, выброшенными в воздух промышленными и выхлопными газами в Лондоне, был декабрь 1952 года, когда в течение четырех дней погибло более 4000 человек.

Массовое отравление фотохимическим смогом произошло 18 июля 1970 года в Токио – 6000 человек попали в больницы, в некоторых местах у деревьев опала листва.

В связи с ростом числа автомобилей увеличивается загрязнение атмосферы выхлопными газами, содержащими более 180 компонентов. В их числе и канцерогенные вещества, вызывающие у человека рак. К тому же, по мере износа автопокрышек, каждый автомобиль ежегодно выбрасывает в воздух около 10 килограммов резиновой пыли.

Вредное влияние загрязненной атмосферы на здоровье людей, животных и растений проявляется еще и по-иному. Облака копоти и дыма застилают Солнце и задерживают проникновение к поверхности Земли ультрафиолетовых лучей, поэтому учащаются случаи заболевания рахитом, авитаминозом и другими болезнями. У животных крошатся зубы, они худеют и погибают. Пыль, выбрасываемые промышленными предприятиями, вызывают нарушение процессов ассимиляции у зеленых растений: в листьях нарушаются протоплазма и хлоропласты, перестают функционировать устьица, в 1,5–2 раза снижается транспирация (испарение воды листьями) растений, нарушается процесс фотосинтеза. Естественно, что уменьшается поглощение растениями в городах углекислого газа и выделение кислорода.

Стремясь облегчить свою жизнь, человек непрестанно совершенствует производство. Но, как бы расплачиваясь за получен-

ный комфорт, удобства передвижения, благоустроенный быт и совершенные производственные процессы, он вынужден мириться с таким весьма неприятным явлением, как шум. С физической точки зрения шум принято характеризовать уровнем звукового давления, измеряемым в децибелах (дБ). Сила обычных звуков такова: порог слышимости – 0; шепот на расстоянии 1 метра – 10; городской шум ночью – 40; лязг трамвайных колес, шум мотора легкового автомобиля – 60; движение средней интенсивности на городских улицах – 70; шум движения товарного вагона на расстоянии 7 метров – 90; шум движения грузового автомобиля – 100; шум мотора вертолета – 110 дБ.

Многочисленные эксперименты и наблюдения доказали, что физиологически допустимый уровень шума днем составляет 60 дБ, ночью – 45 дБ, шум, достигающий 70–80 дБ, – утомителен, шум, мощностью 80–110 дБ, – опасен для человека, а шум, мощностью 120–140 дБ, – приводит к нарушениям деятельности органов слуха.

Особенно вреден городской шум ночью. Если человек не имеет возможности нормально выспаться после рабочего дня, естественное утомление не проходит, а, постепенно накапливаясь, переходит в хроническую усталость, которая со временем может стать причиной нарушений деятельности центральной нервной системы.

С повышением уровня цивилизации постоянно увеличивается и расход воды для бытовых нужд. Одновременно с этим усиливается и загрязнение водных бассейнов промышленными и бытовыми отходами. Загрязнители, содержащиеся в сточных водах, можно разделить на две группы: минеральные и органические, а последние, в свою очередь, на биологические и бактериальные.

Минеральные загрязнения содержатся в сточных водах металлургических и машиностроительных предприятий, горнодобывающей промышленности. Это песок, глинистые и рудные частицы, шлаки, растворы минеральных солей, щелочей, кислот, минеральные масла и другие.

Органические загрязнения поступают со сточными водами городского коммунального хозяйства, скотобоев, кожевенных, бумажно-целлюлозных предприятий, а также предприятий пищевой промышленности. Органические загрязнения могут быть как животного, так и растительного происхождения. Растительные – остатки бумаги, растительных масел, плодов, овощей. Животные – физиологические выделения человека и животных,

остатки жировых и мускульных тканей, клеевые вещества. Бактериальные загрязнения – это дрожжевые и плесневые грибы, мелкие водоросли, бактерии, в том числе болезнетворные, например, возбудители тифа, дизентерии, яйца гельминтов. Загрязнение воды происходит и через воздух, в результате поглощения водой содержащихся в атмосфере города таких газов, как оксид серы, сероводород.

Попадающие в воду детергенты – синтетические моющие средства – скапливаются в поверхностном слое воды, не пропускают солнечные лучи, снижают способность воды к поглощению кислорода, оказывают вредное воздействие на жизнедеятельность рыб и других обитателей вод. К тому же, многие из этих веществ ядовиты: даже в концентрации 10–25 мг/л они убивают не только рыб, но и водоросли. Решение экологических проблем городов невозможно без принципиальных изменений техники. Технические системы должны работать в соответствии с законами экологии, только тогда возможно параллельное развитие природы и техники.

Вопросы и задания:

Составьте реферат об экологических проблемах вашего города.

АВТОДОРОГИ И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА

Несколько лет назад проводилось геохимическое обследование крымских курортов. Оказалось, почвы Ялты сильно загрязнены. Концентрация свинца, например, вдоль шоссе дорог в 30 раз превышает допустимые пределы. Московскими специалистами были составлены карты загрязнения Ялты различными тяжелыми металлами. На них видно, что по суммарному показателю наиболее загрязнен центр города и район обводной дороги, где проходят более 1000 машин в час. Сильно загрязнена центральная часть Гурзуфа и некоторые районы Артека.

Внешними признаками свинцового отравления у людей являются анемия, утомляемость, головные и мышечные боли. Причем, отравляемся мы иногда даже уличной пылью, нескольких десятков миллиграммов которой при вдыхании вполне достаточно. А ведь люди этого не знают...

По данным многолетних исследований, содержание свинца в почвах Ялты колеблется от 30 до 3000 мг/кг, что более чем в 5 раз превышает предельно допустимые концентрации для почв. В придорожной траве на расстоянии 1 м от дороги при интенсив-

ности движения порядка 5000 машин в сутки в среднем накапливается около 120 мг/кг свинца на сухую массу растений, что в 400 раз превышает предельно допустимые нормы! Но есть места и с более интенсивным движением, где свинца в растительности больше ПДК в 1800 раз. Что тут говорить, если в организме ящериц, что еще обитают на окраине города, свинца до 1000 мг/кг, у лягушек и жаб – 30 мг/кг, а металлы концентрируются в печени. Не удивительно, что ежегодно в Ялте появляются сотни новых онкологических больных...

По мировым данным, содержание тяжелых металлов вокруг дорог обычно на порядок выше геохимического фона. Причем не только из топлива, но и от стирания шин, которых расходует до 250 килограммов на 1 километр дороги в год. Отсюда в природу попадают не только свинец, но и цинк с кадмием. Четыре пятых этих веществ оседает в виде пыли у дороги в полосе 100–150 метров, остальное переносится ветром дальше. Установлено, что свинец в атмосфере до осаждения в почву может находиться до месяца.

С точки зрения экологической геохимии и биологии, состояние ряда популярных курортов явно неважное. В некоторых местах курорты превратились в свою противоположность и служат не столько санации отдыхающих, сколько обострению их болезней.

Например, 95 процентов территории поселка и лагеря «Артек» загрязнены металлами, из них 40 процентов – очень сильно. Здесь условия неблагоприятны не то что для отдыха, но и для проживания детей! Ширина геохимической аномалии по содержанию свинца вдоль дорог и Южнобережного шоссе достигает 200 метров. Более 80 процентов лагерей загрязнены еще и цинком!

Есть еще один показатель загрязненности среды обитания тяжелыми металлами: содержание их в волосах. Оказалось, что в волосах детей из Алупки тяжелых металлов больше, чем у их сверстников из Гурзуфа. По содержанию свинца в волосах имеются различия в 2–3 раза, в зависимости от мест проживания. В наиболее загрязненных микрорайонах Ялты число детей с высоким уровнем свинца в волосах достигает 50 процентов!

Большую опасность в населенных пунктах представляет и так называемый подвижный свинец. Он входит в биологический круговорот и попадает в пищу. Свинец из выхлопов в основном остается вдоль дорог, оседает на придорожных огородах.

Вопросы и задания:

Предложите способы уменьшения отрицательного воздействия автомобильного транспорта на окружающую среду.

«ЧЕТВЕРТАЯ СТИХИЯ»

Мир вокруг нас меняется, и не к лучшему, – мысль тривиальная. Вырубив леса, перекрыв реки, подчистую распавав черноземы, люди изменили ландшафт, где жили их предки, и если не остановиться, то неизвестно, какое наследство достанется внукам.

Кроме того, что вредные вещества поступают в воздух и воду, загрязняется и почва. Как быть с ней?

Почва, как и все вокруг нас, изменчива по очень многим характеристикам, в том числе и по содержанию разных соединений: одни из них накапливаются, концентрация других уменьшается, третьих – колеблется около одного уровня. Мир почв, этой «души ландшафта», «четвертой стихии», по выражению известного почвовед В.В. Докучаева, изменчив и динамичен. Почвы на удивление разнообразны и по степени гумусированности, и по величине pH, и по толщине гумусового горизонта (перегноя). Здесь очень много зависит от того, под какими растениями и в каком лесу они сформировались. Эти свойства почв успевают заметно измениться за жизнь одного-двух поколений деревьев: даже в одном и том же лесу лиственницы, березы, осины формируют под собой различающиеся почвы.

В 1963 году Н.В. Дылис, сотрудник Лаборатории лесоведения, высказал гипотезу о парцеллярном строении биогеоценоза (сообщество живых организмов и среда его обитания). По Дылису, каждый лесной биоценоз состоит из однородных участков – парцелл, образованных одним средообразователем – например, деревом, и однотипным растительным покровом. Скажем, в ельнике именно ель является средообразователем, то есть определяет распределение осадков, тепла, опада, расход воды из почвы и ее иссушение. Вместе с окружающим участком, покрытым кислицей, они и составляют одну парцеллу. Парцеллы, считал Дылис, – это структурные единицы биогеоценоза, а почва – это связывающее звено между растительным и животным миром, через нее осуществляется связь между биогеоценозами.

В парцеллах по мере старения и смерти одних деревьев на их месте вырастают другие породы, часто меняется травяной покров и вслед за ними – почва. Таким образом, смена парцелл – это как бы внутренний севооборот биогеоценоза, влекущий за собой изменение почв.

Проведенные научные исследования доказывают, что парцеллы в действительности с течением времени передвигаются в пространстве, замещают друг друга. Происходит это циклически:

«пропутешествовав», парцелла через некоторое время возвращается на исходное место. Как же ведет себя при этом почва? Давно известно, что место вырубленного ельника на водоразделе постепенно зарастает березой и заболачивается. Со временем выросшие березы начинают играть роль насоса, почва осушается и вновь появляется еловый молодняк. Через поколение березняк снова сменяется ельником, постоянным для данной почвы. Мало того, если на вырубке, на «еловых» суглинистых почвах посадить сосну, та вырастает могучей, но к 100 годам в первом ярусе уже появится ель, а через 2 тысячи лет она вытеснит сосну полностью. Эта смена обусловлена двумя функциями почвы: «умением» сохранять набор семян не только ели, но и всех свойственных ельнику растений и оптимально снабжать ель водой и питательными элементами, благодаря чему она и побеждает в конкурентной борьбе. В естественных почвах многое определяется, помимо растений, и другими живыми существами, вносящими органическое вещество, перемешивающими почвенные горизонты... Но на фоне постепенного изменения химического состава почвы, в результате или разрушения, или выноса одних соединений и поступления других, она сохраняет свои основные функции, остается той же почвой: чернозем – черноземом, бурозем – буроземом, подзол – подзолом и так далее. Проводя работы по исследованию почв, обычно изучают влажность (водный режим), температуру, содержание некоторых элементов, чаще всего фосфора, калия, азота, железа. Почва формируется под влиянием климата, который действует на почву непосредственно: обеспечивает осадки, испарение почвенной влаги, температуру, меняет скорость и направление почвенных реакций. И жизнь организмов в почве тоже подчиняется климатическим циклам.

Неоднородность почвы как природного тела часто бывает направленной. Так в лесных биогеоценозах, где дерево играет роль организатора системы (парцеллы), по мере удаления от него уменьшается поступление опада, количество корней, меняется состав осадков, проходящих сквозь крону, потребление почвой воды и питательных элементов. В результате этого около дерева образуются микрозоны с различающимися по содержанию гумуса, азота, фосфора, калия, рН почвами.

Таким образом, почвы меняются за счет влияния на них растений. Так, радиус действия на почву некоторых трав измеряется единицами – десятками сантиметров, у кустарников – десятками сантиметров – метрами, а у деревьев достигает десят-

ков метров. Поэтому размеры почвенных микрозон зависят от размеров растений.

Непостоянна и плотность почвы: в течение сезона меняется объем ее пор за счет набухания при увлажнении и особенно уменьшения их объема при высыхании. Поэтому в сухой сезон, когда растениям так важно охватить как можно больший объем почвы, высокая плотность почвы препятствует развитию корней и растения испытывают недостаток влаги. Так как содержание воды в почве определяется поступлением осадков и испарением, то чем их больше, тем глубже промачивание почвы.

Таким образом, почва не есть нечто раз и навсегда данное. Меняются ее свойства, меняется и почвенный покров. Почвы могут погребаться и затапливаться, а потом снова выходить на поверхность и ... снова влиять на нее. Погребенные 200 миллионов лет назад стволы деревьев сейчас добываются и сжигаются, обогащая атмосферу углекислым газом, а почву – разными элементами, содержащимися в золе. И человек в этот динамичный мир вносит свою лепту, распахивая целину, вырубая леса, строя города, водохранилища, откачивая грунтовые воды, орошая и поливая почвы. Все эти действия приводят к необратимым последствиям – уничтожению почв и ландшафтов.

Почва – тончайшая органоминеральная оболочка Земли. Через почву происходит обмен веществом и энергией между земной корой, атмосферой и гидросферой суши и всеми обитающими на ней организмами. Изменчивость почв целиком связана с изменчивостью биосферы, и эта связь может сыграть с человеком злую шутку, если не учитывать те многочисленные процессы, которые протекают в «четвертой стихии» – почве.

Вопросы и задания:

Составьте схему, на которой стрелками укажите и подпишите взаимосвязи между почвой, атмосферой, растениями и животными.

ЗАЧЕМ НУЖНЫ ЛЕСА

Леса создают землю. Около 500 миллионов лет на нашей планете существует мир высших растений, 380–400 миллионов лет из этого времени главенствующую роль в растительном царстве занимают леса. Они обогащают атмосферу кислородом, создают почвенный покров земли и устойчивые, способные противостоят временным неблагоприятным условиям биогеоцено-

зы. Леса оказались активнейшими очагами жизни, эволюционирующей в развитии от простейших до самых сложных форм. И сейчас, в наше время, для половины всех живых существ планеты лес — это место обитания, родной дом.

На протяжении всех прошедших геологических эпох климат был почти единственным фактором, определяющим жизнь и судьбу леса. Оледенения и потепления расширяли или сокращали лесные площади, меняли видовой состав, сдвигали ареалы древесных и кустарниковых пород.

В какой-то мере все это происходит и теперь, но в наше время на судьбу леса наиболее активно влияет человек, его производственная деятельность. Человечество, по словам В.Вернадского, теперь превратилось в фактор геологический, и от него зависит будущее не только лесов, но и самой планеты.

На грани катастрофы. Специалисты считают, что в наши дни Земля теряет примерно один процент своего лесного покрова. Особенно серьезная угроза нависла над тропическими лесами. А это самые продуктивные и наиболее населенные живыми существами уголки природы.

Тропические леса пока занимают 1/5 часть земной суши. Они дают 2/3 всего прироста органического вещества и примерно такую же часть кислорода. Специалисты полагают, что если вырубить леса в бассейне Амазонки, то содержание углекислоты в атмосфере возрастет на 20 процентов.

И тем не менее идет самое интенсивное уничтожение этих лесов — от 160 до 190 тысяч квадратных километров ежегодно (то есть территория, по величине равная площади Британских островов).

Человечество, вероятно, еще в полной мере не осознало, какую огромную, незаменимую роль в регулировании климата Земли и поддержании экологического баланса играют леса тропического пояса. Одно из ощутимых уже сейчас последствий уничтожения это усиление парникового эффекта. А он возникает потому, что в атмосфере накапливаются углекислый и другие газы, которые легко могли бы быть «переработаны» лесами.

Кислотные дожди. Не становится больше лесов и в странах развитых, расположенных в благоприятном умеренном климате. Правда, причины деградации лесных массивов здесь несколько иные, но и они опять же связаны с хозяйственной деятельностью людей. Атмосфера загрязнена промышленными выбросами. Двуокись серы и окислы азота, растворившись в атмосферной влаге, образуют так называемые кислотные дожди. После них опадают

листья, молодые деревца становятся хрупкими, как стекло. Ослабленные деревья уязвимы к воздействию всякого рода инфекций, болезней, вредных насекомых. Такие леса растут медленнее, они мало дают древесины, в них почти нет ягод, грибов, из таких лесов уходят звери и птицы.

Кроме того, оседают в лесах, на лугах, на полях производственные отходы при добыче различных полезных ископаемых — нефти, газа, угля, металлов.

Процесс гибели лесов от кислотных дождей в Европе развивается с устрашающей скоростью. В земле Гессен, скажем, в 1982 году больные деревья в больших количествах встречались на 5 процентах лесных площадей. В следующем году поражено было уже более 14 процентов территории, а сейчас — более половины.

Беда не приходит одна. Деградация лесов — предвестник изменения биосферы. Лес — сложный живой организм, биоэкос (от греческих слов — биос — жизнь и экос — дом, среда, условия). В этом «доме жизни» по своим законам живут тысячи больших и маленьких живых существ. Они приспособились друг к другу и к определенной природной обстановке. Если она меняется, создаются предпосылки для появления болезней. Еще совсем недавно в городской черте Москвы, Санкт-Петербурга, Братска и других городов росли прекрасные сосновые рощи. Сейчас там, если лесные участки еще где-то сохранились, как правило, растут лиственные породы, а сосны, ели погибли от различных бактериальных, вирусных заболеваний. Но первопричина гибели хвойных пород не эти болезни — сначала сделали свое черное дело дым, газ, пыль. Они отравили, ослабили деревья. Сосны и ели не перенесли изменений, которые произошли в природе.

Больные, ослабленные леса больше других подвержены пожарам. Болезни лесов в наше время тоже стали обрушиваться нередко, как стихийное бедствие, на весь континент. Могучий американский каштан слыл одним из самых распространенных деревьев к востоку от Миссисипи. Он хорошо приспособился к окружающей среде, прекрасно рос и вдруг стал, как шутят лесоводы, жертвой международных связей. Причиной его невзгод оказался родственник — каштан из Китая, подверженный раковому заболеванию. Карантинные службы не досмотрели, каштан из Китая перебрался за океан и нанес огромный урон американскому каштану.

В тридцатых годах нашего века по Европе, Азии и Америке прокатилась чрезвычайно агрессивная болезнь, поражающая

ильмовые породы деревьев: вяз, ильм, берест. Эта болезнь, от которой почти повсеместно погибли деревья, впервые была обнаружена в 1919 году в Голландии, отсюда и название ее – голландская болезнь вязов.

В России погибли все вязы пойменных и байрачных лесов в Ставропольском и Краснодарском краях, в Ростовской области, на Украине, в низовьях Волги и Урала. Это была настоящая катастрофа. И нет никакой гарантии, что завтра такое же не случится с любой другой породой.

А массовые нашествия вредных насекомых! Случалось, что от непарного шелкопряда погибало леса больше, чем от пожаров. До сих пор в сибирских лесах встречаются кладбища мертвого леса, погибшего из-за нашествия вредных насекомых.

Лес – фактор космический. Климентий Аркадьевич Тимирязев называл лес фактором космическим. Он говорил, что жизнь леса – явление первостепенного значения, от которого зависит вообще жизнь на Земле.

Если количество лесов, а значит, и их активность будут расти пропорционально хозяйственной деятельности человечества, то леса поглотят весь излишек углекислого газа. Кроме того атмосфера Земли обогатится кислородом – основой жизни. Часть этого кислорода превращается в озон. Озон защитит поверхность Земли от проникновения жестких космических излучений.

Леса поддерживают естественный ход природных процессов на Земле: фотосинтез органического вещества, регенерацию воздуха, регулируют кругооборот влаги. Они обеспечивают плодородие, сохранность почвы, перерабатывают ежегодно от 500 до 800 тонн воды, отфильтровывают из воздуха до 500 тонн пыли.

Добрые надежды. Во многих развитых странах отношение к лесам сейчас резко меняется. Создаются долгосрочные национальные программы по лесу. В них предусматривают комплексный, системный подход к улучшению лесного фонда. Участвуют в этих программах не только лесные ведомства, но и государственные и общественные организации.

Одна из первых таких программ – «МЕРА» – была разработана в Финляндии в 1960–1970-х годах. В этой программе – искусственное лесовосстановление, осушение, удобрение лесов, строительство лесных дорог. Сейчас программа «МЕРА» продолжается уже следующей, новой программой «Лес-2000». Ее выполнение предусматривает значительное повышение продуктивности лесного фонда Финляндии, увеличение переработки древе-

сины, улучшение условий для отдыха в лесу. Такие программы необходимо разработать в каждом государстве.

Вопросы и задания:

Разработайте программу охраны и увеличения площади лесов для вашего края.

ИССЛЕДОВАНИЯ В ДОЛГОЙ ГУБЕ

С каждым годом взаимоотношения человека и природы становятся все более напряженными, подчас драматическими. В спорах, возникающих вокруг острых экологических проблем, зачастую сторонники очередного «проекта века» оперируют понятиями производственной необходимости и экономическими расчетами, а их оппоненты – защитники природы – нередко строят свои возражения лишь на эмоциях, а не на научных данных. Как бы благородны ни были эти эмоции, увы, они не лучший аргумент. В самом деле, случись что неблагоприятное в природе, мы уже готовы взвалить вину на антропогенное воздействие, забывая, что природные экосистемы не бывают совершенно стабильными, в них идут непрерывные естественные изменения. Очень важно отличать природные процессы от антропогенных.

Беда в том, что сделать это необычайно трудно. Особенно для морских экосистем, которые изучены намного меньше наземных. В этом отношении удачным модельным объектом оказалась Долгая губа Белого моря, изучение которого продолжается без малого 100 лет: можно достаточно четко разделить изменения, вызванные естественными (постоянное поднятие суши в этом районе) и искусственными (отделение губы от моря дамбой еще в прошлом веке) причинами. Долгая, или Глубокая, губа – обширный морской залив, который глубоко вдается в Соловецкий остров. Это «заповедная зона».

Обширная воронка Долгой губы отделена от Онежского залива двумя проливами – Северными и Южными Железными Воротами. Последний был в 1856 году перекрыт искусственной дамбой, соединившей остров Соловецкий с островом Большая Муксалма. Долгая губа оказалась еще более изолированной от моря. Как и в Белом море, за воронкой следует длинное, узкое и мелководное Горло, а за ним – Ковш со сравнительно большими глубинами, аналог бассейна Белого моря. Береговая линия Ковша в западной части изрезана множеством небольших заливов, по-

северному – губ. Словом, и по общей конфигурации, и по соотношению глубин в разных частях акватории Долгая губа выглядит как миниатюрная и довольно точная модель Белого моря.

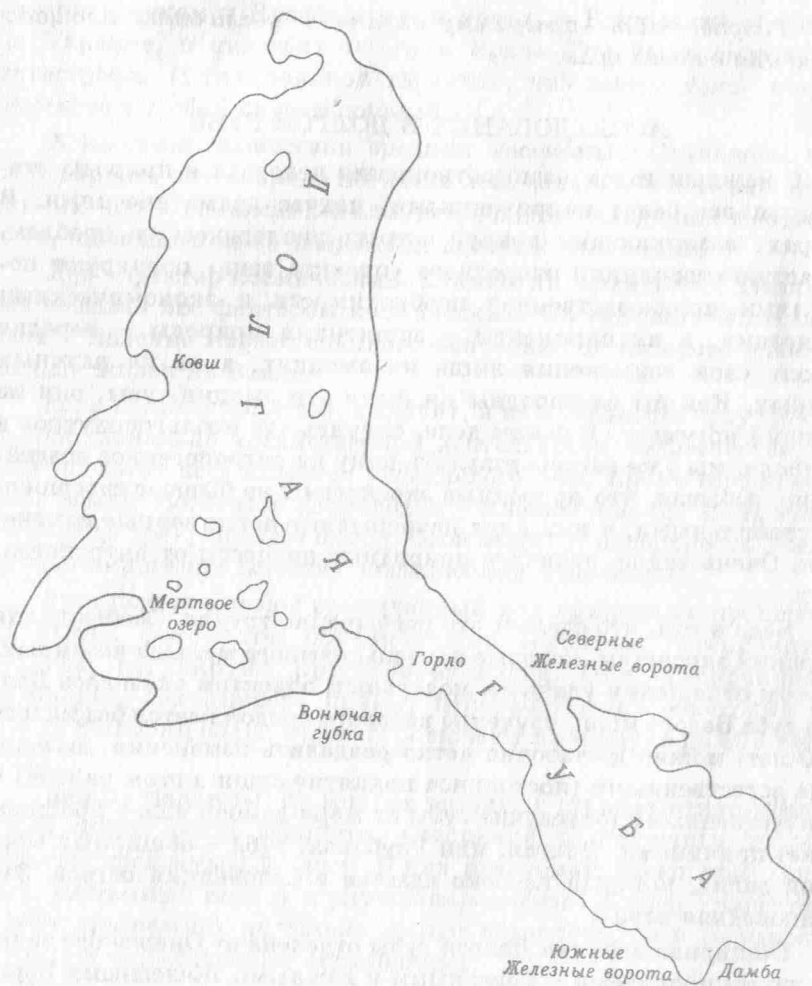


Рис. 18. Общий план Долгой губы

История изучения Долгой губы и ее населения начинается с конца прошлого века. В 1881 году по инициативе профессора Петербургского университета Н.П.Вагнера на территории Соло-

вецкого монастыря была создана первая в полярных водах России биологическая станция, развернувшая широкие исследования фауны Белого моря.

Н.М.Книпович, тогда – молодой зоолог, впоследствии – один из основоположников русской гидрологии и гидробиологии, работая на станции в 1890–1892 годах, исследовал фауну Долгой губы. Надо полагать, он был немало изумлен –ничего похожего на население окрестных вод! В губе встретились виды моллюсков и асцидий, нигде в районе Соловков не найденные, некоторые арктические моллюски и асцидии в Долгой губе попадались чаще, чем в других окружающих водах, и иногда были крупнее. Если вообще в Белом море зона постоянной отрицательной температуры ($-1,4^{\circ}\text{C}$) начинается с глубины 100 метров, то в Долгой губе Книпович обнаружил такую же зону на глубине всего 17 метров! Замкнутость губы в сочетании с крутыми склонами ям, разделенных мелководьями, приводит к тому, что верхний и нижний слои воды почти не перемешиваются. Если верхний слой летом прогревается, на дне ям температура не поднимается выше нуля круглый год. Потому, решил Книпович, там и сохранились некоторые виды арктического происхождения.

Видовой состав фауны Долгой губы долго оставался неизвестным. В 1983–1987 годах группа Санкт-Петербургских юннатов, студентов под руководством Е.А.Нинбурга, при постоянной помощи сотрудников заповедника собрали обширный материал, определили видовой состав фауны губы. В общей сложности было найдено 232 вида животных. Доля арктических видов оказалась ничуть не выше, чем в других районах Белого моря.

Любопытно, что в сравнительно тепловодной Вороньей губе доля арктических видов даже больше, чем в Долгой. Похоже, что вовсе не температура – главный фактор, определяющий видовой состав бентоса.

Происхождение фауны Долгой губы можно представить себе следующим образом.

Портландия арктическая и некоторые сопутствующие ей виды проникли в Белое море примерно 9–10 тысяч лет назад. В то же время или чуть позже они проникли и в Долгую губу, горло которой было тогда глубже и не представляло никакого препятствия для арктических вселенцев. Позже обмелели и горло моря, и горло Долгой губы. Арктический комплекс видов во главе с портландией сохранился до наших дней на глубинах бассейна, где сохраняется постоянная отрицательная температура, преоб-

ладание пелитов (глин) в осадках и слабое перемешивание воды в изолированных ямах.

Более теплолюбивые виды появились в Белом море позже — примерно 7 тысяч лет назад. Для них не существует никаких гидрологических барьеров.

Можно ли представить, что ждет Долгую губу и ее обитателей в будущем? В деталях, разумеется, нет. Для прогнозирования же общего направления изменений, которые произойдут в ближайшее время, вполне достаточно данных. При исследовании пробы грунта со дна крутых ям с холодной (около нуля и ниже) и соленой водой был обнаружен сероводород; причем биомасса бентоса на чистом грунте составляла в губе 72,5+35,5 г/м, а на сероводородном — 1,82+1,66 г/м. Разница существенная.

Из-за постоянного поднятия суши (со скоростью чуть больше 1 мм/год) Вонючая губка и другие, ей подобные, со временем отделились от моря и превратятся в реликтовые соленые озера. Одно такое озеро обнаружено в 1987 году у западного берега мыса Карбасный наволоок. Площадь озера не велика — немногим более гектара, максимальная глубина 7 метров. Верхний двухметровый слой воды сильно распреснен и населен пресноводными видами. Кроме того, здесь встречены обитатели солоноватых вод — трехиглая и девятииглая колюшки. На глубинах 3–7 метров, в слое значительно более соленой и холодной воды с резким запахом сероводорода ни одного живого существа не найдено. В донных осадках встречаются остатки раковин морских моллюсков и хорошо сохранившиеся домики морских многощетинковых червей Пектинария. Значит, еще недавно озеро, названное Мертвым, соединялось с Долгой губой. Скорее всего морская вода фильтруется через узкую перемычку в озеро и в настоящее время.

Мертвое озеро напоминает знаменитое Могильное на острове Кальдин в Баренцевом море — реликтовое соленое озеро с изолированными популяциями морских видов. Интересны, однако, различия. В Могильном три слоя воды: верхний — пресный, населенный пресноводными видами; средний — соленый, в котором обитают морские животные и растения, и, наконец, нижний — сероводородный, абсолютно безжизненный. Два последних разделены тонким слоем воды, населенным пурпурными бактериями, которые, используя сероводород для фотосинтеза, не дают ему проникнуть наверх. Поэтому-то в среднем слое и могут жить морские организмы. В Мертвом озере пурпурных бактерий нет, слоев воды всего два, причем нижний не пригоден для существования каких-либо аэробных организмов. Малый размер озера не

оставляет никаких надежд на возможность существования в нем изолированных популяций отдельных видов. Очевидно, что у всех прибрежных ковшовых губ одна судьба — превратиться в озера типа Мертвого. Надо думать, что донное население исчезнет в них еще до полного отделения — оно и сейчас крайне бедно.

Позже обособится от моря и весь Ковш Долгой губы. Стало быть, не позже чем через 4–6 тысяч лет Ковш станет реликтовым озером, напоминающим Могильное.

Можно полагать, что бентос нового — Долгого — озера несколько обеднеет. Исчезнут течения, что приведет к сокращению видов — фильтраторов. Менее требовательные к силе течения и обилию кислорода виды — детритофаги (животные, питающиеся органическими остатками в грунте) сохранятся. Конечно, этот прогноз можно считать вероятным только при условии, что поднятие суши будет продолжаться. Ведь это естественный процесс. (Повлияла ли на ход этого процесса постройка дамбы? Если да, то как?)

Анализ полученного видового списка дал неожиданный и весьма любопытный результат. Ряд видов, отмеченных ранее исследователями, не был обнаружен. Предполагают, что они, если и не исчезли совсем, то стали чрезвычайно редки. Среди исчезнувших видов — морские ежи, плеченогие, которые предпочитают в Белом море участки с сильными придонными течениями. Очевидно, постройка дамбы сделала гидрологический режим губы более «озерным», привела к ослаблению силы и замедлению скорости течений.

По чистой случайности, изменения в бентосе Долгой губы, вызванные антропогенными (дамба) и естественными (поднятие суши) причинами, совпадают по направлению. Скорость процессов, однако, различна.

Выпадение из фауны губы ряда видов реофильных (приспособленных к богатой кислородом проточной воде) животных удалось заменить примерно через полторы сотни лет после появления дамбы. Природе для достижения такого же эффекта понадобились бы тысячелетия.

Вопросы и задания:

Для каких целей проводится изучение видового состава экосистем? К каким последствиям может привести изоляция экосистем?

ПОЛИГОН ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Русский север издавна славился ценнейшим пресноводным жемчугом и семгой. Теперь жемчуга нет вовсе, сильно оскудели и запасы семги. Может ли что-нибудь сделать наука, чтобы вернуть прежние северные богатства?

Начнем с жемчужницы – пресноводного двустворчатого моллюска, в теле которого развиваются жемчужины. Однако из-за чрезмерного промысла и загрязнения рек отходами промышленных предприятий численность ее быстро сокращается. Сейчас этот вид занесен в «Красную книгу». Не намного лучше обстоит дело и с семгой. Уловы сократились втрое, исчезли естественные популяции во многих реках, а попытки искусственного воспроизводства семги пока успеха не принесли.

Таким образом, реальна опасность безвозвратной утраты европейской жемчужницы, а вместе с ней и семги. Но чрезмерный отлов и загрязнение воды – это еще не самое главное. Жемчужница способна профильтровывать до 50 литров воды в сутки, что превращает популяцию моллюсков в важнейший компонент биоценоза реки, способный очистить воду до поистине кристальной прозрачности. Опасность в том, что личинки жемчужницы, появляясь в конце лета – начале осени, для того, чтобы не погибнуть, должны обязательно прикрепиться к жабрам рыбы. Если это удалось, личинка погружается в жаберную ткань, вокруг нее образуется защитная оболочка – циста. Питается личинка за счет хозяина, то есть паразитирует, превращаясь в маленькую копию взрослого моллюска. Затем молодой моллюск покидает хозяина, падает на дно и начинает самостоятельную жизнь.

А вот паразитировать личинки жемчужницы могут не на любых рыбах, а только на тех, что обитают в тех же биотопах (местах обитания), – семга, форель, хариус, кумжа. Из них только в ареал семги и кумжи полностью вписывается ареал европейской жемчужницы.

Но только ли паразитизмом (который, кстати, вреда хозяину особого не наносит) связана жемчужница с семгой? Оказывается, что нет. Взрослые жемчужницы, эффективно очищая воду в реке, благоприятно влияют на воспроизведение семги. Отношения жемчужницы и семги – это необязательное сожительство, в котором моллюск сильнее зависит от рыбы, чем рыба от него.

Сейчас семга нерестится в 33 реках, но только в одной Варзуге – она обильна. Почему же Варзуга оказалась самой

продуктивной? Обследовав реку, здесь обнаружили крупную популяцию жемчужниц – около 80 особей. Приблизительный подсчет показал, что популяция моллюска в Варзуге за сутки осаждаёт около 200 тонн взвеси и очищает воду до кристальной чистоты. И именно в этой реке многочисленна семга. Конечно, на обилие рыбы влияют и другие факторы: здесь не сплавляют лес, нет промышленных предприятий, река труднодоступна для массового браконьерства. Напрашивается вывод, что в этой реке существуют оптимальные условия для обоих компонентов симбиотической системы, биоценоза жемчужница – семга. А если это так, то ценность Варзуги возрастает неизмеримо. Река должна послужить не только источником и резерватом для семги и жемчужницы, но и эталоном, без изучения которого невозможно восстановить численность ни семги, ни жемчужницы.

Таким образом, в бассейне реки Варзуги есть все условия для создания государственного заповедника «Варзуга». Но организация его осложняется тем, что в устье реки ведется промысел семги, а промышленный лов и охрана несовместимы. К тому же, промысел семги – основной источник доходов для местных жителей. Поэтому ликвидация промысла приведет к падению жизненного уровня населения и безработице. Противоречие настолько острое, что положение на первый взгляд кажется безвыходным. Однако выход существует. Решить проблему можно, создав не государственный, а биосферный заповедник. Если в обычном заповеднике запрещен любой вид хозяйственной деятельности, то в биосферном, наоборот, традиционное хозяйство рассматривается как неотъемлемая часть. И именно в биосферных заповедниках разрабатываются методы природосберегающего хозяйствования.

Биосферный заповедник «Варзуга» может стать полигоном для экспериментальных исследований, для разработки и внедрения научно обоснованных методов хозяйствования, природосохраняющих и природовосстанавливающих технологий.

Вопросы и задания:

Какие исследования необходимо было выполнить ученым для изучения взаимосвязей в экосистеме реки Варзуги? Предложите другие решения противоречия между необходимостью охраны реки и обеспечения традиционного промысла местного населения.

ОКЕАН ЗАЩИЩАЕТСЯ

В последние годы случаи красных приливов в Мировом океане участились, усилился их разрушающий характер, возникают все новые районы, где сказываются печальные последствия массового размножения токсичных водорослей. Красные приливы могут стать еще одной экологической катастрофой глобального масштаба.

Пока эти приливы появляются только в прибрежных водах, редко захватывая удаленные от суши районы. Пожалуй, самый мощный за последние годы красный прилив возник в мае – июне 1988 года в районе двух проливов Северного моря – Скагеррак и Каттегат – и затронул воды Балтики. Его причиной был обильный сток с суши, принесший огромное количество нитратов и фосфатов. Ранее ничем не примечательная мелкая жгутиковая водоросль хризохромулина чрезвычайно сильно размножилась на обширной территории. Первые симптомы отравления лососей на фермах в фьорде Гильмар (Швеция) появились 9 мая. Выяснилось, что эта водоросль при низком содержании фосфора и высоком содержании азота в воде уже на ранних стадиях массового развития начинает вырабатывать токсин (яд). Сначала, когда его концентрация низка, он действует как активный репеллент, то есть отпугивает зоопланктон, обычно питающийся хризохромулиной, а потом, когда токсина становится больше, он вызывает гибель рачков и водорослей из-за того, что их клеточная мембрана становится проницаемой для солей, и это вызывает нарушение ионного баланса в клетках. В результате популяция хризохромулины свободно развивалась без обычных сдерживающих рост численности механизмов: конкурентов в питании больше не было, зоопланктон не потреблял ее.

Свободная от сдерживающих факторов популяция хризохромулины продолжала расти. Однако достигнув плотности примерно 10 клеток на 1 литр, популяция полностью истощила запасы биогенных элементов в поверхностных водах. Рост стареющей популяции прекратился, начались гибель и разрушение клеток, в воду попало клеточное содержимое. Разлагающиеся клетки покрылись грибами и бактериями, оставшиеся оседали и концентрировались в самом плотном слое воды, а потом опустились на дно. За счет содержимого мертвых клеток повысилась концентрация органических веществ в морской воде, а поскольку верхние слои больше не затенялись хризохромулиной, а количество биогенных элементов восстановилось, вновь стали развиваться дру-

гие водоросли. Итак, «цветение» хризохромулины закончилось из-за того, что отсутствовали регулирующие численность факторы.

Массовое размножение нетоксичных водорослей тоже дает изменение цвета, и хотя оно не вызывает отравление организмов, но крайне нежелательно в рекреационных зонах. Кроме того, гибель и разложение огромной массы водорослей в морской воде и у грунта понижает концентрацию кислорода, что вызывает заморы – гибель прибрежных моллюсков и рыб. Итак, причиной красных приливов могут быть и безвредные организмы, и токсичные водоросли. Большинство подвижных токсичных водорослей обитает как в открытых, так и в прибрежных водах умеренных и низких широт. Некоторые виды изначально токсичны, другие начинают выделять яды в неблагоприятных условиях – при исчерпании биогенных элементов. Еще шире распространены кремневые диатомовые водоросли, однако в последние годы и среди них обнаружены токсичные виды, равно как и в других группах водорослей. Хуже того, оказалось, что среду обитания отравляют даже и совершенно безвредные виды, поскольку токсичны сожигательствующие с ними или паразитирующие на них бактерии. Опасность токсичных «волн жизни» не только в непосредственном отравлении морского побережья, но и в том, что токсины передаются по всей пищевой цепи морской экосистемы и достигают человека.

Бороться с красными приливами можно лишь объединенными усилиями всего мирового сообщества.

Для этого необходимо снизить антропогенную нагрузку на экосистему океана: уменьшить сток биогенных элементов с суши, исключить загрязнение прибрежных вод.

Вопросы и задания:

Составьте план мероприятий по предупреждению красных приливов.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ КАТАСТРОФА В ПЕРМСКОМ ПЕРИОДЕ

Представление о катастрофах как причинах изменения органического мира Земли введено, как известно, основателем палеонтологии Ж.Кювье. И хотя в середине XIX века его идея утратила свое значение, некоторые наблюдения вновь и вновь заставляют вернуться к мысли, что далеко не все преобразования в земной природе были медленными и незаметными. Вот одно из таких наблюдений.

Во время экспедиции, летом 1988 – 1990 годов, в Приуралье и на Русской платформе были обнаружены богатые комплексы растительных остатков пермского периода: растительные ткани, фрагменты листьев и побегов, которые хорошо сохранились, это дало возможность изучать даже характер клеточного строения. Были обнаружены и окаменевшие стволы, и органы пермских споровых и голосеменных растений. Иногда вместе с флористическими остатками попадались отпечатки насекомых и косточки позвоночных – доказательство изобилия жизни в пермских лесах.

Ученые попытались реконструировать древние растительные сообщества по специальной методике. В результате выяснилось, что основное разнообразие растительных комплексов приходится на середину и конец раннепермской эпохи, а в первую половину поздней перми – ситуация изменилась коренным образом.

Растительные комплексы середины пермского периода представляли собой единый ряд постепенного развития – сукцессии. Палеоэкосистема раннепермской эпохи Среднего Приуралья подходила к наивысшей степени своей устойчивости. Растительные сообщества этого времени и этого района очень разнообразны, как по местам обитания, так и по своему составу. Здесь произрастали печеночные и листостебельные мхи, папоротники, членистостебельные, многочисленными семенными, кодаиты и хвойные.

Масштаб последовавших изменений в структуре растительного покрова трудно переоценить. На огромной территории сложные сообщества разных растений сменились однообразными монодоминантными зарослями вяхеславии – плауновидного растения, куда более примитивного, чем раннепермские голосеменные.

Что же произошло? Трудно дать однозначный ответ сейчас, когда исследования только начались. Но уже ясно, что в очень короткое (в геологических масштабах) время были взломаны цепи, связывающие воедино сложную систему разнообразных организмов, успешно приспособившихся друг к другу и окружающим условиям. Как сейчас говорят, произошла экологическая катастрофа, «экосистемный переворот». Было ли это связано с активизацией магматических процессов и, как следствие, вулканической активностью молодого тогда Урала в соответствии с очередной фазой горообразования, или же с особенно масштабным климатическим событием – пока не вполне понятно. Проблема ждет своего решения.

Насколько ценные выводы могут быть получены в результате таких исследований, трудно предугадать. Не исключено, что удастся выявить закономерности в эволюции сообщества и эко-

систем геологического прошлого, которые можно будет использовать для долговременного (на миллион лет!) прогноза последствий человеческой деятельности, давно ставшей вровень с геологическими силами.

Вопросы и задания:

Какие исследования необходимо провести для установления причин экологической катастрофы в пермском периоде? Предложите методы изучения истории экологии в вашем крае.

ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ЧТЕНИЯ

1. Загрязнение силой девять баллов//Химия и жизнь. 1991. №10. С. 6–7.
2. Климатические изменения: предотвратить или приспособиться?//Природа. 1992. №5. С. 66–70
3. Океан обороняется физиологическим оружием//Природа. 1992. №5. С. 38–41.
4. Почвы станут чище//Химия и жизнь. 1991. №6. С. 46–47.
5. Сероводород глубинных вод Черного моря//Человек и стихия. 1991. С. 121–123.
6. Углекислый газ и климат//Человек и стихия. 1992. С. 44–46.
7. Чистый воздух//Химия и жизнь. 1991. №11. С. 26–29.

План составления реферата:

1. Название реферата.
2. Основные идеи реферируемой книги, статьи.
3. Проблемы и их решения.
4. Мои решения проблем.
5. Практическое значение решений.
6. Предложения по дальнейшим исследованиям.
7. Список использованной литературы.

МОДЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

88. Аналитический этап экспертизы. Построение комплексных моделей.

На исследовательском этапе экспертизы мы провели изучение ситуации массовой гибели рыбы в реке Лиелупе (повторите материал §5). Была поставлена проблема, составлена методика исследования, выполнены наблюдения, измерения и описания в экосистеме реки. В результате была получена подробная инфор-

мация о состоянии экосистемы реки после гибели рыбы. Теперь необходимо установить возможные причины гибели рыбы.

Выяснение причин гибели проводится на аналитическом этапе экспертизы. Он включает в себя: 1) построение комплексной модели экосистемы; 2) анализ экологических проблем с помощью моделей; 3) экспериментальные исследования по индикации, регенерации и поиску ресурсов. Построение комплексной модели экосистемы осуществляется в несколько этапов. На первом необходимо внести уточнения в расположение объектов, точек взятия проб и указать возможные новые объекты на плане экосистемы участка реки. В результате план экосистемы дополняется и уточняется.

На втором этапе составляются математические модели по результатам исследований абиотических факторов. Результаты исследований воды представлены в таблице 19.

Таблица 19.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ВОДЫ В РЕКЕ ЛИЕЛУПЕ

Дата	№ точек измерений	Температура (°C)	Кислотность (pH)	Цвет	Запах	Электропроводность (мкросименс)	Прозрачность
19.08	1	18,3	6,0	светло-желтая	болотн.	359 0,75	19
	2	18,4	5,7	светло-желтая	болотн.	359 0,75	19
	3	18,6	5,2	светло-желтая	болотн.	360 0,75	19
	4	19,0	5,1	светло-желтая	болотн.	360 0,75	19
21.08	1	19,3	6,2	светло-желтая	болотн.	358 0,75	20
	2	19,3	5,5	светло-желтая	болотн.	358 0,75	20
	3	19,7	5,3	светло-желтая	болотн.	360 0,75	20
	4	20,1	5,1	светло-желтая	болотн.	360 0,75	20
23.08	1	19,5	6,1	светло-желтая	болотн.	359 0,75	20
	2	19,7	6,0	светло-желтая	болотн.	359 0,75	20
	3	19,8	5,7	светло-желтая	болотн.	360 0,75	20
	4	20,2	5,4	светло-желтая	болотн.	360 0,75	21
25.08	1	20,0	6,0	светло-желтая	болотн.	358 0,75	20
	2	20,2	5,5	светло-желтая	болотн.	359 0,75	21
	3	20,4	5,5	светло-желтая	болотн.	360 0,75	21
	4	20,4	5,2	светло-желтая	болотн.	360 0,75	21

Построение графиков и диаграмм осуществляется для тех параметров, которые значительно изменяются. Как видно из таблицы 19, это температура и кислотность воды. Построим графики изменений этих параметров (рис. 19 и 20).

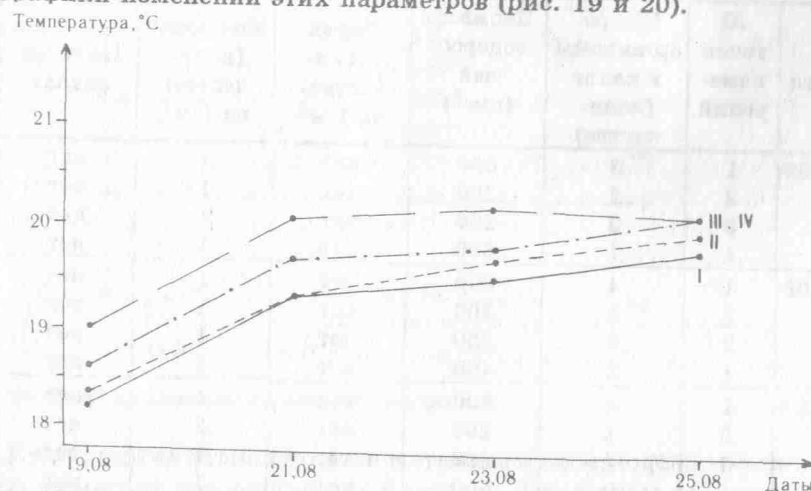


Рис. 19. Графики изменений температуры воды на участке реки

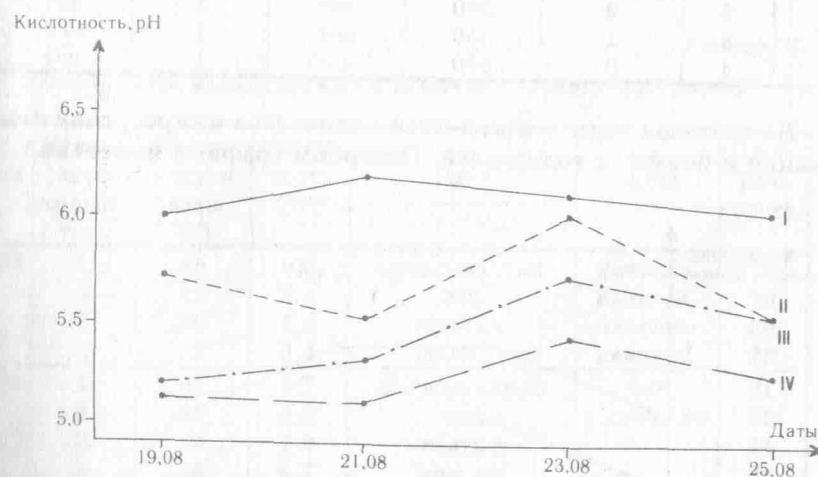


Рис. 20. Графики изменений кислотности воды на участке реки

На третьем этапе составляются математические модели изменяющихся параметров биотических факторов.

Результаты исследований биотических факторов показаны в таблице 20.

Таблица 20.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ БИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Дата	№ точек измерений	Микроорганизмы в капле (количество)	Биомасса водорослей (г/м ²)	Черви (количество) на 1 м ²	Моллюски (количество) на 1 м ²	Наличие падали
19.08	1	3	300	нет	1	нет
	2	2	200	нет	1	нет
	3	2	200	нет	1	нет
	4	1	300	нет	1	нет
21.08	1	4	300	нет	1	нет
	2	3	200	нет	1	нет
	3	3	250	нет	1	нет
	4	2	400	нет	1	нет
23.08	1	4	300	нет	1	нет
	2	4	200	нет	2	нет
	3	2	300	нет	1	нет
	4	0	500	нет	1	нет
25.08	1	3	300	нет	0	нет
	2	2	200	нет	1	нет
	3	1	350	нет	1	нет
	4	0	500	нет	1	нет

Из таблицы видно, изменяется количество микроорганизмов в капле и биомасса водорослей. Построим графики изменений.

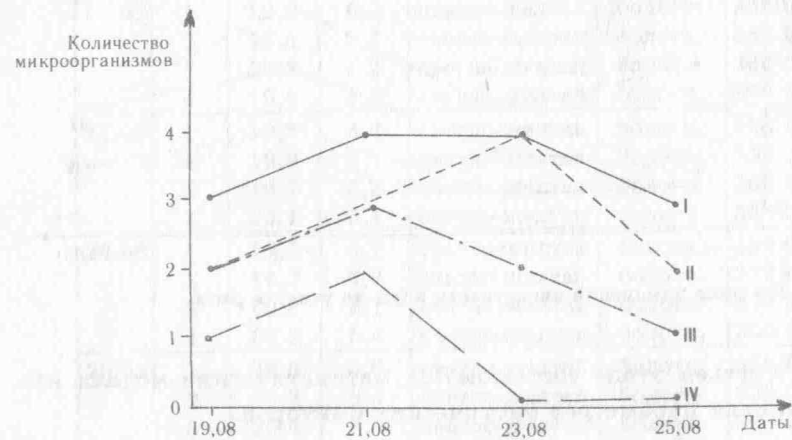


Рис. 21. Графики изменений количества микроорганизмов в капле воды

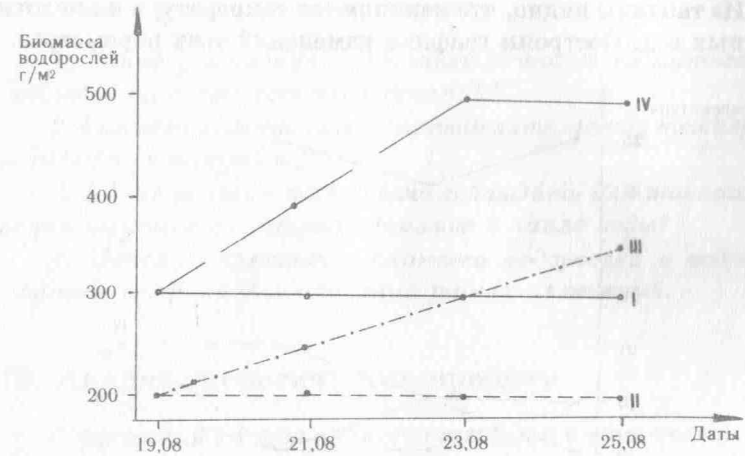


Рис. 22. Графики изменений биомассы водорослей

На четвертом этапе строятся математические модели изменений параметров антропогенных факторов. Результаты исследований антропогенных факторов представлены в таблице 21.

Таблица 21.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ

Дата	№ сточного коллектора	Температура воды (°C)	Кислотность (рН)	Цвет	Запах	Прозрачность
19.08	1	25	9,0	светло-желтый	канализ.	20
	2	20	8,3	нет	канализ.	20
	3	20	7,5	желтый	канализ.	20
	4	19	6,4	желтый	канализ.	22
21.08	1	24	8,7	светло-желтый	без изменений	21
	2	19	8,5	нет	изменений	22
	3	20	7,9	желтый		21
	4	20	6,7	желтый		22
23.08	1	25	8,4	желтый	без изменений	22
	2	19	8,6	нет	изменений	23
	3	19	7,7	желтый		23
	4	21	6,2	желтый		23
25.08	1	23	8,6	желтый	без изменений	21
	2	20	8,7	нет	изменений	22
	3	21	7,9	светло-корич. желтый		22
	4	21	6,4	желтый		22

Из таблицы видно, что изменяются температура и кислотность сточных вод. Построим графики изменений этих параметров.

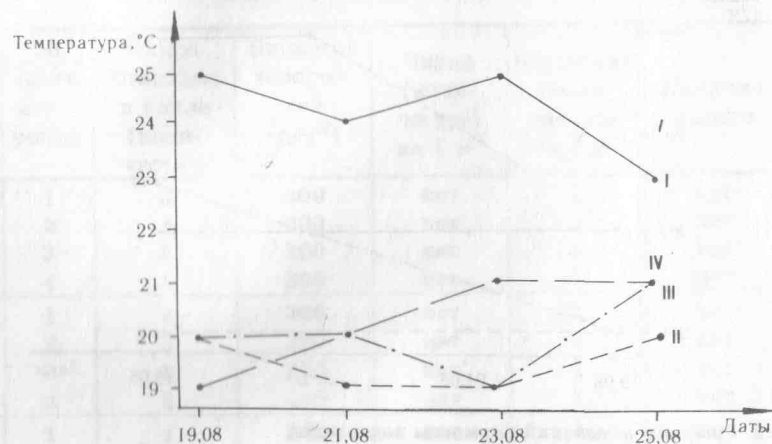


Рис. 23. Графики изменений температуры сточных вод из различных коллекто-

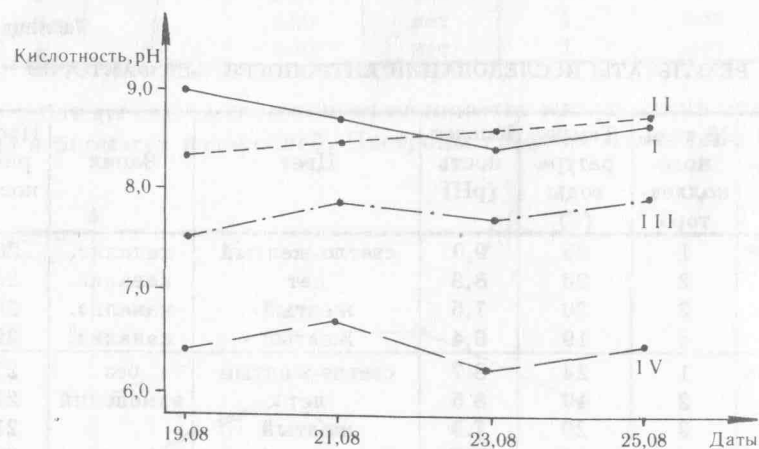


Рис. 24. Графики изменений кислотности сточных вод из различных коллекторов

Мы построили комплексную модель экосистемы участка реки Лиелупе в период с 19 по 25 августа 1992 года.

С помощью этой модели предстоит выполнить анализ экологической ситуации для установления причин гибели рыбы.

Задачи:

1. Какие уточнения и дополнения могут вноситься в план экосистемы в процессе исследований?
2. Какие взаимосвязи можно выделить между температурой и кислотностью воды?
3. Какие условия необходимо соблюдать для точного определения количества микроорганизмов в капле воды?
4. Почему изменяется биомасса водорослей в водоеме? Составьте графики для описаний таких изменений.

§9. Анализ экологических проблем

Современный город является крупным потребителем пресной воды. Вода необходима для промышленных предприятий, жилых микрорайонов, агросистем. Для обеспечения потребностей производства и населения используются артезианские – подземные воды и вода из пресных водоемов – рек, озер, прудов. Потребление воды является необходимым и естественным процессом, однако возврат загрязненной воды в природу приводит к многочисленным экологическим проблемам.

Экологическая проблема – это затруднение (нарушение) в жизнедеятельности экосистем. Например, при исследовании ситуации на участке реки Лиелупе (рис. 5) мы столкнулись с экологической проблемой – массовой гибелью одного из биотических элементов – рыбы.

Анализ экологических проблем проводится для выяснения причин нарушений в экосистемах и их устранения. В жизни чаще всего бывает наоборот. Причины экологических проблем не устраняются, а идет борьба с последствиями. В описанной нами ситуации (§5) причины так и не были обнаружены и устранены, а поступили предложения об усилении контроля за очисткой промышленных и канализационных стоков и восстановлении рыбы. Такой подход очень похож на лечение насморка при воспалении легких. Понятно, что к серьезному улучшению состояния экосистем он не приведет. Для установления причин возникновения экологических проблем необходимо провести системный и всеполюсный анализ ситуации в экосистеме.

Системный анализ (общий алгоритм).

1. Определяются все элементы экосистемы и техносистемы, расположенные на ее территории и рядом с ней: вода, береговая линия, растения, животные.

ПРИРОДНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

Явления	Примеры
Тепловые	Замерзание, оттаивание, нагревание, кипение, испарение, охлаждение, конденсация
Химические	Изменение: цвета, запаха, вкуса, растворимости, кислотности, осадка, прозрачности; внесение, защита от: удобрений, ядохимикатов, промышленных и канализационных стоков; использование: лекарств, витаминов, ядов, ферментов, жира, гормонов, пищи, белков-защитников, соков, смол, питательных веществ, мочи, помета, пены, воскового налета, закрепителей; образование, исчезновение осадка, нейтрализация, окисление, восстановление, горение.
Электрические	Образование, передача, накопление разрядов, токов.
Магнитные	Притяжение и отталкивание с помощью магнита.
Механические	Передвижение, изменение размеров, формы, утолщение, наклоны, повороты, фильтрация, изменение твердости, диффузия, удар, трение, вращение, давление, колебание, механические повреждения, упругость, накопление, смачивание.
Акустические	Звуки, шумы, песня, музыка, ультразвук, инфразвук.
Гравитационные	Притяжение и отталкивание тел, сила тяжести.
Оптические	Затемнение, освещение, свечение; ультрафиолетовое, инфракрасное, радиоактивное, рентгеновское излучения.
Биологические	Питание, дыхание, выделение, размножение, рост, развитие, защита, ориентация, анабиоз, регенерация, охота, транспорт веществ, саморегуляция.

Прогнозирование (общий алгоритм):

1. Определяются элементы экосистемы, которые могут измениться — изменяемые элементы.

Изменяемые элементы: вода, растения, животные.

2. Определяются возможные последствия воздействия антропогенных факторов на изменяемые элементы экосистемы.

К каким еще последствиям может привести загрязнение экосистемы реки?

Техносистемы: лодочная станция, жилые дома, огороды, сахарный завод, отстойники, канализационные стоки.

2. Определяются техносистемы, имеющие прямые связи с экосистемой.

Техносистемы, имеющие прямые связи с участком реки: сахарный завод, канализационные стоки 2 и 3, лодочная станция.

3. С помощью комплексной модели проводится сравнительный анализ состояния ареалов (участков) экосистемы, связанных прямыми связями с техносистемами, и выдвигаются гипотезы для объяснения причин нарушений в экосистеме.

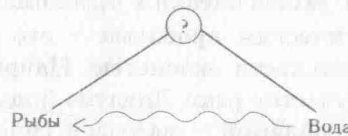
Сравнительный анализ: наиболее значительные отклонения температуры и кислотности воды на участках II, III, IV.

Гипотеза 1. Гибель рыбы вызвана загрязнением воды сточными водами сахарного завода.

Гипотеза 2. Гибель рыбы вызвана загрязнением воды сточными водами из коллекторов 2 и 3.

Верный анализ (общий алгоритм).

1. Составляется модель проблемы.



~~~~~> отрицательное воздействие

————> положительное воздействие

-----> неопределенное воздействие

⊙ явление взаимодействия

2. С помощью комплексной модели и таблицы «Природные явления» выдвигаются гипотезы (вместо вопросительного знака) для объяснения причин нарушений в экосистеме.

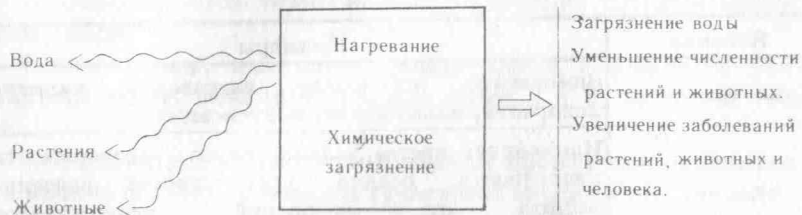
*Гипотеза 1.* Тепловое загрязнение сточными водами сахарного завода и городской канализации.

*Гипотеза 2.* Химическое загрязнение сточными водами.

*Гипотеза 3.* Усиленное размножение зеленых водорослей, в результате и «цветение» воды, и гибель рыбы.

После выдвижения гипотез составляется прогноз развития ситуации в экосистеме.

Элементы                      Антропогенные факторы                      Возможные последствия



**Задачи:**

1. Какие воздействия на экосистемы могут оказывать техносистемы, не имеющие с ними прямых связей?
2. В каких случаях происходит загрязнение грунтовых вод?
3. Какие воздействия возможны на экосистему реки через лодочную станцию, расположенную на ее берегу?
4. Какие естественные (не связанные с деятельностью человека) экологические проблемы могут возникнуть в экосистеме реки?

**§10. Построение и анализ моделей экосистем**

Практическая работа № 10

**АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ВОДОЕМА**

**Методика работы:**

1. Постройте комплексную модель экосистемы водоема, используя для этого результаты исследований.
2. Проведите системный и вепольный анализы экологических проблем.
3. Составьте прогноз возможных изменений экологической ситуации в водоеме.

**Задачи:**

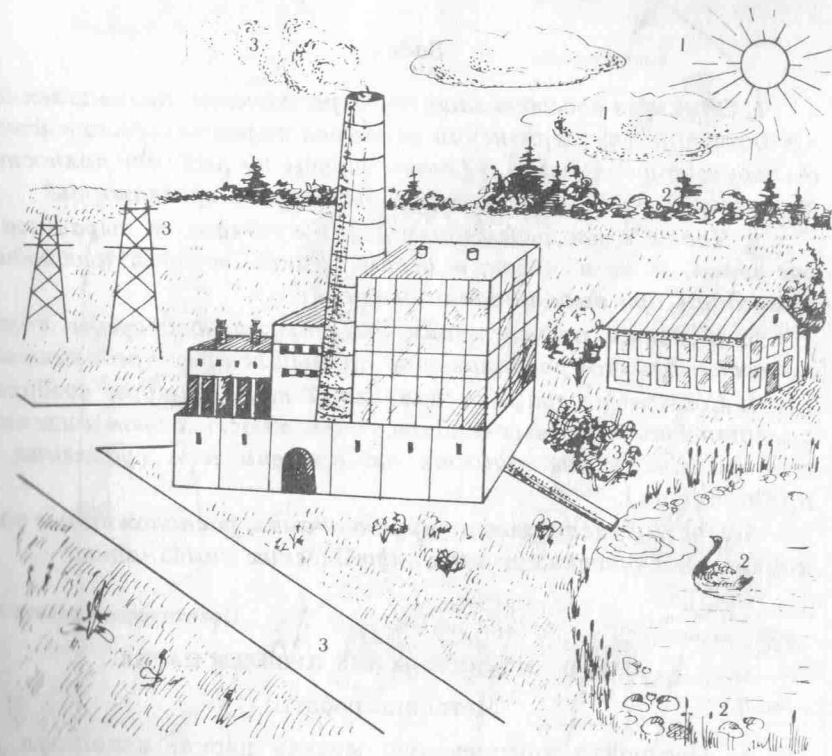
1. Какие изменения у прибрежных растений возникают в результате загрязнения водоема?
2. Какими способами происходит самоочищение воды в водоеме?
3. Какие изменения могут происходить в водоеме, в который поступают сточные воды из промышленного предприятия и жилого района?

4. В каких случаях происходит изменение цвета воды в водоеме, если нет антропогенных загрязнений?

5. Какие заболевания животных и человека распространяются через водоемы? В чем причины этих заболеваний?

Практическая работа №11

**АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ В ОКРЕСТНОСТЯХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**



ТЕХНОСИСТЕМА — техническая система, расположенная в экосистеме

- ① АБИОТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ: ветер, влажность, пыль, освещенность, температура...
- ② БИОТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ: разнообразие и количество растений, животных; микроорганизмы
- ③ АНТРОПОГЕННЫЕ ФАКТОРЫ: отходы производства (жидкие, твердые, газообразные), дым, шум

Рис. 88. Комплексная модель техносистемы



### Методика работы:

1. Постройте комплексную модель экосистемы, на территории которой расположено промышленное предприятие, используя для этого результаты исследований.

2. Проведите системный и всеполюсный анализ экологических проблем.

3. Составьте прогноз возможных изменений экологической ситуации в окрестностях промышленного предприятия.

### Задачи:

1. Одним из способов защиты окрестностей промышленного предприятия от загрязнений является строительство высоких дымовых труб. Однако дымовые трубы не решают полностью проблему. Какие другие решения вы можете предложить?

2. Часто в промышленных цехах предлагают выращивать растения, в том числе и овощи. Какие условия необходимо соблюдать при выращивании овощей?

3. К каким последствиям для окружающей среды может привести близкое расположение промышленных предприятий?

4. Составьте графики изменений температуры воздуха и кислотности дождевых осадков в окрестностях промышленного предприятия в зависимости от времени года (удаления от предприятия).

5. Почему часто ремонтируют здания, расположенные возле крупных химических и металлургических комбинатов?

### Практическая работа №12

#### АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ПАРКА

### Методика работы:

1. Постройте комплексную модель парка, используя для этого результаты исследований.

2. Проведите системный и всеполюсный анализы экологических проблем.

3. Составьте прогноз возможных изменений экологической ситуации в парке.

### Задачи:

1. Почему иногда не погибают растения парка, расположенного в окрестности крупного химического комбината?

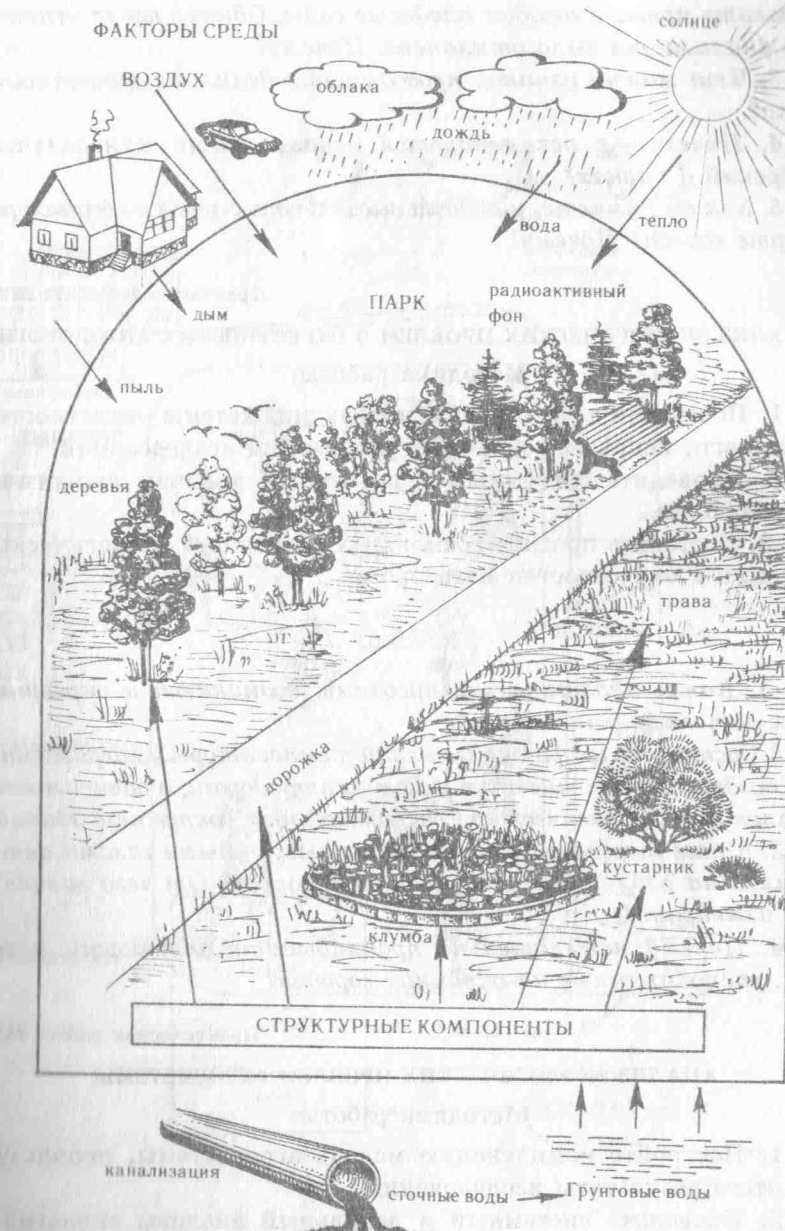


Рис. 30. Структурные компоненты и факторы среды в городской экосистеме

### Методика работы:

1. Постройте комплексную модель экосистемы, на территории которой расположено промышленное предприятие, используя для этого результаты исследований.

2. Проведите системный и всеполюсный анализ экологических проблем.

3. Составьте прогноз возможных изменений экологической ситуации в окрестностях промышленного предприятия.

### Задачи:

1. Одним из способов защиты окрестностей промышленного предприятия от загрязнений является строительство высоких дымовых труб. Однако дымовые трубы не решают полностью проблему. Какие другие решения вы можете предложить?

2. Часто в промышленных цехах предлагают выращивать растения, в том числе и овощи. Какие условия необходимо соблюдать при выращивании овощей?

3. К каким последствиям для окружающей среды может привести близкое расположение промышленных предприятий?

4. Составьте графики изменений температуры воздуха и кислотности дождевых осадков в окрестностях промышленного предприятия в зависимости от времени года (удаления от предприятия).

5. Почему часто ремонтируют здания, расположенные возле крупных химических и металлургических комбинатов?

### Практическая работа №12

#### АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ПАРКА

### Методика работы:

1. Постройте комплексную модель парка, используя для этого результаты исследований.

2. Проведите системный и всеполюсный анализы экологических проблем.

3. Составьте прогноз возможных изменений экологической ситуации в парке.

### Задачи:

1. Почему иногда не погибают растения парка, расположенного в окрестности крупного химического комбината?

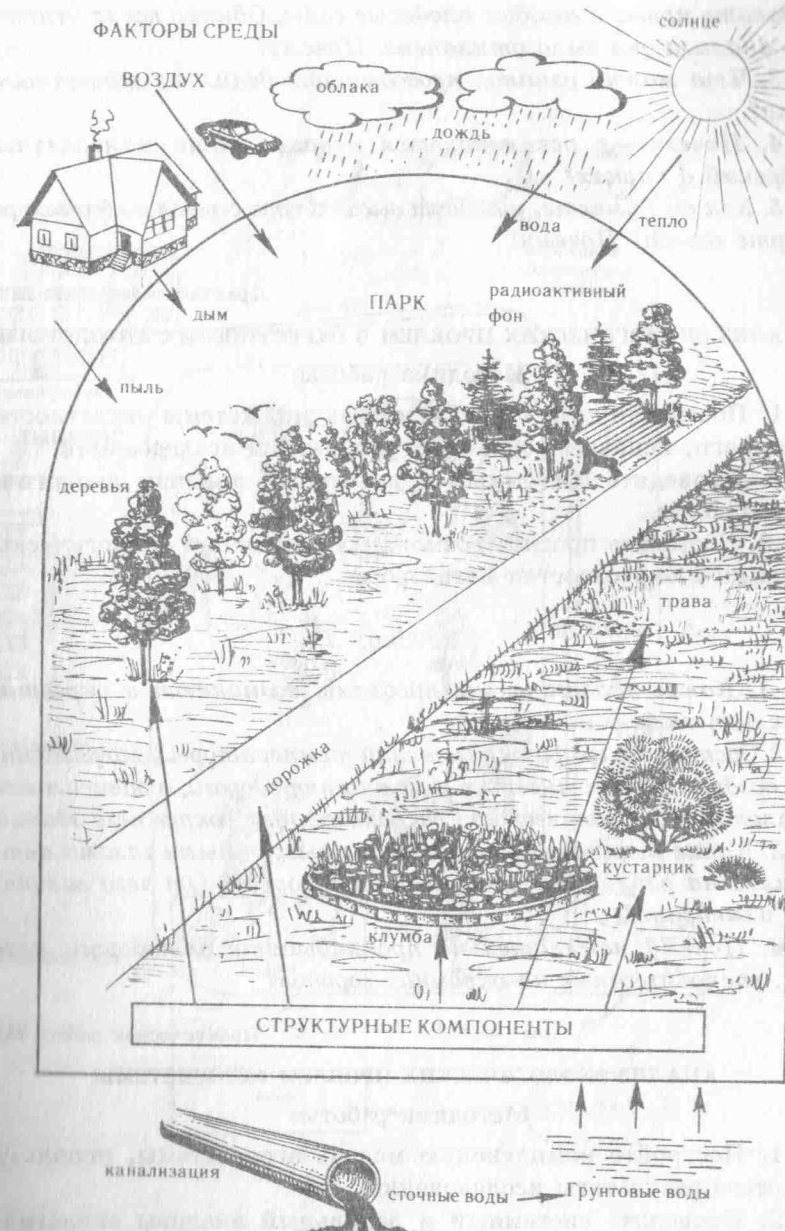


Рис. 30. Структурные компоненты и факторы среды в городской экосистеме

**Задачи:**

1. Какие условия необходимо соблюдать при внесении минеральных удобрений в почву?
2. Предложите способы увеличения биомассы почвенных микроорганизмов.
3. В каких случаях может происходить химическое загрязнение почвы без внесения минеральных удобрений?
4. Какие связи существуют между биотическими элементами агроэкосистемы?
5. Как взаимодействуют почвенные горизонты?

Практическая работа №15

**АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ В ЖИЛОМ РАЙОНЕ**

**Методика работы:**

1. Постройте комплексную модель жилого района, используя для этого результаты исследований.
2. Проведите системный и вепольный анализы экологических проблем.
3. Составьте прогноз возможных изменений экологической ситуации в жилом районе.

**Задачи:**

1. В каких жилых районах более благоприятное экологическое состояние – в тех, где многоэтажные дома или малоэтажные? Почему?
2. Предложите способы эффективного использования почв в жилом районе.
3. Почему не рекомендуется строить гаражи рядом с жильем?
4. Как защитить жилье от пыли в летний период?
5. Какое значение имеют зеленые насаждения и клумбы с цветами, расположенные под окнами жилого дома?

Практическая работа № 16

**АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ УЧАСТКА САНИТАРНОГО ЛЕСА**

**Методика работы:**

1. Постройте комплексную модель участка санитарного леса, используя для этого результаты исследований.
2. Проведите системный и вепольный анализы экологических проблем.
3. Составьте прогноз возможных изменений экологической ситуации на участке.

**Задачи:**

1. Какие экологические проблемы возникают в зоне санитарных лесов?
2. Какие изменения могут происходить в лесу, расположенном на окраине крупного промышленного города?
3. Какими путями распространяются загрязнения в лесу?
4. К каким изменениям в экосистеме леса может привести осушение расположенных рядом с ним болот?
5. От чего зависит численность насекомых-вредителей в лесу?

Практическая работа № 17

**АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ В ОКРЕСТНОСТЯХ КОМПЛЕКСА УТИЛИЗАЦИИ**

**Методика работы:**

1. Постройте модель комплекса утилизации, используя для этого результаты исследований.
2. Проведите системный и вепольный анализы экологических проблем.
3. Составьте прогноз возможных изменений экологической ситуации в окрестностях комплекса утилизации.

**Задачи:**

1. Почему необходимо разделять бытовые отходы перед их утилизацией?
2. Какие изменения могут происходить с почвой при попадании в нее пищевых и промышленных отходов?
3. Какие способы защиты грунтовых вод от поступления веществ со свалки вы можете предложить?
4. Какие изменения могут происходить на свалке при выпадении кислотных дождей?
5. К каким последствиям для окружающей среды может привести накопление в почве свалки больших количеств полиэтиленовых пакетов?

Практическая работа № 18

**АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ЭКОСИСТЕМЫ ПО ВЫБОРУ**

**Задание:**

Постройте комплексную модель экосистемы по выбору, проведите анализ экологических проблем и составьте прогноз возможных изменений экологической ситуации.



### Задачи:

1. Представьте, что вы обнаружили новый вид растения, до сих пор не известный ученым. С помощью каких методов и как можно определить его значение для человека?

2. В западной Англии растет берджутский лютик – растение, которого нет больше нигде на Земле. На ареале его обитания организован заповедник, рядом с которым проложили автомобильное шоссе. Однако на состояние популяции лютика это не повлияло. Укажите проблемы, которые необходимо было решить при строительстве шоссе, и предложите их решения.

3. Какие опасности следует предусмотреть при организации небольшой охраняемой природной территории в городе?

4. Япония подала заявку в МОК на проведение зимних Олимпийских игр в префектуре Нагано. В префектуре обитают два вида редких животных: бабочка-парусник и гималайский медведь. Олимпийские игры повышают вероятность серьезных нарушений популяций этих животных. Но Олимпиада сулит значительные финансовые выгоды префектуре. Какие решения этой проблемы вы можете предложить?

5. Один из самых многообещающих путей внесения удобрений – метод вспомогательных культур. Он состоит в следующем: растения, накапливающие азот, оставляют на почве зимой, убирая основную культуру, а весной запахивают, возвращая таким образом удобрения в почву. В чем преимущества и недостатки этого метода? Как устранить недостатки?

6. Почему не рекомендуется собирать ягоды и грибы в окрестностях крупных промышленных городов?

7. В одном из проектов было предложено размещать в одних местах химические предприятия, в других – только металлургические и так далее, то есть не совмещать их в пределах одного города. Как вы думаете, способствует ли подобное размещение предприятий снижению загрязненности окружающей среды? Почему?

## §11. Проблемы модельного анализа

### АЭРОЗОЛИ И ОЗЕЛЕНЕНИЕ

Окружающий нас мир заполнен мелкими частицами вещества: песчинками, пылинками, каплями разной формы, величины, различного происхождения. Все они, благодаря ничтожной своей массе, легко подхватываются порывами ветра и переходят во

взвешенное состояние. Так образуются аэрозоли. Выброс взвешенных частиц в атмосферу начался с возникновения нашей планеты. Источниками атмосферных аэрозолей служили и служат вулканы и гейзеры, разрушающиеся горные породы и пылевые бури, почвенная эрозия и лесные пожары.

Природные выбросы аэрозолей всегда влияли на среду человеческого обитания. Однако уравниваясь общим круговоротом веществ в природе, они не вызывали глубоких экологических изменений. Значительно больший вред окружающей среде приносят ныне промышленные аэрозоли, представляющие собой отходы производства, то есть продукт деятельности человека.

*Homo sapiens* (человек разумный) с самого начала вел свое хозяйство не очень разумно, активно способствуя загрязнению атмосферы. Поддержание огня в очаге, сжигание лесов для расширения пашни, выплавка металлов и стекла – вот краткий перечень технологических процессов на заре цивилизации, которые приводили к образованию вредных пылевых выбросов. Когда же человек освоил каменный уголь как горючее, загрязнение атмосферы усилилось.

Ежесуточная потребность человека в воздухе составляет 12 кубометров (около 15 кг), причем любое загрязнение воздуха неблагоприятно влияет на наше самочувствие и здоровье. По данным американских исследователей, до 10 процентов всех болезней и смертных исходов в городах обусловлено нечистой атмосферой. Сейчас в земной атмосфере взвешено около 20 миллионов тонн частиц, из которых примерно 3/4 приходится на долю выбросов промышленных предприятий. Частицы, которые из нижних слоев атмосферы оседают через несколько недель, на большой высоте могут удерживаться во взвешенном состоянии от 1 до 3 лет, что увеличивает величину облачного покрова Земли. Последствия этого трудно предсказать. Одни ученые считают, что из-за ощутимого уменьшения солнечной радиации произойдет понижение температуры воздуха на планете, другие, напротив, предсказывают усиление «парникового эффекта» и потепление.

В качестве печального примера влияния взвешенных частиц на климат можно привести взрыв в 1963 году вулкана Агунг, в результате которого уничтожена часть индонезийского озера Тапи. Мощное извержение насытило частицами пепла нижние слои атмосферы, из-за чего солнце на закате стало необычайно темным. Непосредственно после извержения температура в стратосфере над экватором поднялась на 6-7°C, а в течение нескольких последующих лет превышала норму на 2°C. Озеленение – эффек-



тивное и недорогое средство облагораживания городской среды. Растения могут поглотить и связать более половины токсичных газов и пыли. Так 1 гектар древесных насаждений в возрасте 20–30 лет «съедает» за сезон около 20 тонн промышленной пыли и 500–700 килограммов сернистого газа. Тополь черный, ива козья, белая акация, лох в состоянии избавить воздух от фенольных загрязнений. Они накапливают их в листьях, осенью стряхивают вместе с опадающей листвой и со следующей весны вновь готовы приступить к работе.

Пыль же лучше всего задерживают такие деревья: вяз приземистый, вяз Андросова, конский каштан, боярышник, яблоня и сирень.

Почему в парке легче дышится? Не только из-за тени, прохлады и живой почвы вместо асфальта. Деревья вырабатывают для нас благотворные легкие ионы. Особенно стараются ива, тополь, рябина, белая акация, сосна. К тому же грецкий орех, можжевельник и всем известный американский клен выделяют губительные для микробов фитонциды.

Немаловажно и то, что жители хорошо озелененной улицы с плотными рядами деревьев ощущают уличный шум в 10 (!) раз слабее, чем точно на такой же улице, с такой же интенсивностью движения, но без зелени.

Специалисты городскую зелень делят на три категории:

- насаждения общего пользования (парки, лесопарки, бульвары, скверы, сады, посадки вдоль улиц);
- насаждения ограниченного пользования (во дворах, вокруг школ, детских садов, больниц);
- специальные насаждения (защитные и водоохранные зоны, кладбища, посадки вдоль дорог). Парки – самые эффективные для улучшения городской среды острова зелени.

#### *Вопросы и задания:*

*Какие проблемы возникают при поступлении аэрозолей в окружающую среду? Предложите способы их решения.*

#### ЗАГАДКА ОЗЕРА ИССЫК-КУЛЬ

Падению уровня крупнейшего высокогорного водоема планеты – озера Иссык-Куль – длительное время вызывает тревогу жителей Кыргызстана. Уже более 20 лет ученые спорят о принципах этого процесса, о будущем уровне озера, о возможных путях решения проблемы.

За период гидрологических наблюдений на озере (с 1931 по 1988 год) его уровень упал на 2,8 метра и продолжает падать. Средний темп спада составляет 4,8 сантиметра в год.

Ученые Кыргызстана, Санкт-Петербурга и Москвы выдвинули несколько гипотез – причин падения уровня озера. Ни одна из них до последнего времени не считалась доказанной.

**Антропогенная гипотеза.** Согласно этой гипотезе, выдвинутой и обоснованной М.И.Каплинским (1974), Д.Я.Ратковичем (1977, 1984) и другими, причиной падения уровня Иссык-Куля является хозяйственная деятельность человека в его бассейне – главным образом, развитие орошения в Прииссыккулье, приводящее к росту безвозвратных потерь на испарение. В течение всего периода наблюдений за уровнем воды площадь орошаемых земель увеличилась и достигла более 1/4 общей площади равнинной части Иссык-Кульской котловины. С развитием орошения падал уровень озера. Казалось, связь налицо, а вывод о причине падения уровня достаточно логичен. Количественные оценки влияния орошения делались на основе расчетов водного баланса озера.

Однако детальный анализ выполненных расчетов показал их недостаточную обоснованность. При расчетах не учитывались два важных фактора, что привело к завышенной оценке безвозвратных потерь стока на испарение с орошаемых земель: 1) в условиях глубокой межгорной Иссык-Кульской котловины, склоны которой ограничивают воздухообмен с окружающей территорией, до 1/3 испарившейся с поверхности равнинной части котловины воды (в том числе с орошаемых земель) возвращается в виде атмосферных осадков; 2) безвозвратные потери на орошение в предгорных зонах, в том числе и в Прииссыккулье, в определенной мере компенсируются за счет сокращения испарения с обсыхающих естественных увлажненных угодий в местах выхода грунтовых вод.

**Гидрогеологическая гипотеза.** Согласно ей, причиной падения уровня Иссык-Куля является возникновение или увеличение после одного из землетрясений подземного оттока из озера в реку Чу, нарушившее озерный водный баланс. Гипотеза высказывалась в свое время разными учеными, но попытка научного обоснования впервые была сделана в 1984 году М.И.Кривошей. Пересчитав по своей методике водный баланс озера, она получила результат, говорящий о том, что приход воды в озеро на 0,8 кубического километра больше ее расхода. Эта цифра близка к величине превышения расходной части условного водного балан-

са Чу на участке ниже озера. Так возникло главное доказательство подземного оттока воды Иссык-Куля в Чу.

**Гидрографическая гипотеза.** Гидрограф В.В. Романовский в 1980 году высказал предположение, что причиной падения уровня Иссык-Куля является отделение от него в середине XIX века Чу, ранее впадавшей тремя рукавами в озеро в районе Кутемалды. Один из рукавов, сухое русло которого прослеживается и сейчас, вследствие заполнения насосами, образовал излучину, перехватил воду двух других рукавов и направил их в Боомское ущелье, в котором Чу протекает ныне. Уровень Иссык-Куля, лишившегося своего наиболее крупного притока, начал падать. По мнению автора гипотезы, этот процесс будет продолжаться еще несколько десятилетий до установления нового уровня равновесия, соответствующего современному водному балансу озера.

**Тектоническая гипотеза.** Иссыккульская котловина относится к районам с высокой тектонической и сейсмической активностью. Одни участки земной коры (блоки) медленно поднимаются, другие опускаются. При землетрясениях образуются тектонические разломы, сдвиги, обвалы и провалы. Это дало основание некоторым авторам предположить, что причины падения уровня Иссык-Куля заключаются в поднятии котловины озера, опускании его берегов, сжатии или другом изменении формы котловины. Вариант поднятия всей котловины можно сразу исключить. Ведь в этом случае поднимались бы и берега. Можно отбросить также и вариант опускания берегов относительно дна. На всех постах, расположенных вокруг озера в пределах различных геологических структур, наблюдается только падение уровня озера относительно берега.

**Климатическая гипотеза.** Известный географ А.В. Шнитников установил наличие многовековых (с периодом 1800–1900 лет) и внутривековых (с периодом 30–50 лет) циклических колебаний уровня озер, обусловленных естественными изменениями климата. Внутривековые циклы развиваются на фоне подъема и спада многовековых циклов, которые проявляются в виде общего фона (тренда). Это означает, что при подъеме многовекового цикла максимумы и минимумы внутривековых циклов имеют тенденцию к повышению, при спаде – к понижению. Климатическая гипотеза – единственная из гипотез, против которой нет обоснованных возражений. В ее пользу говорит также наличие аналогичного спада многовекового цикла на озере Алаколь, аналоге Иссык-Куля, на Балхаше и других бессточных озерах, а также

схожесть величины амплитуд этого цикла на Иссык-Куле и Алаколе.

В ближайшие десятилетия общая тенденция падения уровня озера сохранится. В более отдаленном будущем уровень Иссык-Куля будет определяться характером появления в данном регионе глобального антропогенного потепления атмосферы, а также деятельностью человека.

#### *Вопросы и задания:*

*Какие практические исследования необходимо провести для проверки гипотез? Составьте методики этих исследований.*

#### ПОЧЕМУ НЕЛЬЗЯ СЖИГАТЬ ОПАВШИЕ ЛИСТЬЯ?

Ежегодно весной и осенью города и крупные поселки на 1–2 недели погружаются в дым: всюду полыхают и коптят костры из опавших листьев, старой травы, сучьев и мусора. Наиболее старательные горожане в этот период тщательно вычесывают листву из-под кустарников и деревьев, из палисадников, сгребают листву в скверах и парках. Сгребают и жгут. Внешне города становятся как будто ухоженными, прибранными. Но природе – деревьям и кустарникам – наносится непоправимый ущерб. Ведь подстилка из листвы и мелких отмерших побегов – важнейший элемент природных экосистем. Через подстилку осуществляется сложнейший обмен веществ, взаимодействие высших растений с низшими. Почему, например, исчезают ятрышники, ночные фиалки и другие представители лесных орхидей? Из-за уничтожения подстилки. Орхидеи сожительствуют с грибами, а для грибов лесная подстилка является жизненно важным субстратом. Уничтожили подстилку – исчезли грибы, а вместе с ними и орхидеи. В подстилке живут многие столь необходимые лесу насекомые, нужна она, прямо или косвенно, птицам. Она как губка впитывает влагу и отдает ее корням деревьев и других растений. А ведь города по условиям увлажнения сравнивают с полупустынями и даже с пустынями. Из-за покрытия большой площади асфальтом, а также из-за искусственного дренажа воздух в городах, как правило, сухой. Так, относительная влажность воздуха в городе в жаркие летние дни составляет всего 20–22 процента, а это условие атмосферной засухи. Положение усугубляется изолированностью многих деревьев и кустарников в городе (в естественной обстановке они растут плотно сомкнутыми сообществами, создают своеобразный микроклимат с повышен-

ной влажностью). Подстилка – это и одеяло, надежно предохраняющее почву в зимние месяцы от промерзания, а летом от опасного уплотнения. Ведь почва в лесах обычно рыхлая, богатая воздухом и влагой. Но лишенная подстилки, она быстро уплотняется. Именно из-за такого уплотнения почвы во многих городских парках и скверах гибнут деревья.

Кроме того подстилка из листьев и опавших побегов – отличное органическое удобрение, ведь деревья и кустарники, как правило, никто не удобряет. Поэтому каждый горожанин, прежде чем решить для себя вопрос, сжигать листву или не сжигать, должен помнить, что это не мусор, а единственное для деревьев и кустарников удобрение. Лишенная опада почва неизбежно истощается. Замечено, что лишенные опавшей листвы деревья в парках через 20 лет снижают прирост в 1,5 раза. Деревья и кустарники ослабевают, хиреют, становятся более уязвимыми для вредителей и воздействия болезней. Сейчас очень много говорят о необходимости подкармливания птиц и белок. И почему-то совсем забыли, что деревья и кустарники в городе находятся на голодном пайке, что они тоже нуждаются в подкормке. Нелишне упомянуть и о том, что во время перепревания листва выделяет физиологически активные вещества, которые, по мнению некоторых врачей, способствуют выздоровлению больных.

Тем не менее опавшая листва раздражает горожан, и ее, как мусор, сгребают и жгут, обнажая корни растений. Массовое сжигание листвы приводит к такому загрязнению атмосферы, которое сравнимо с мощными промышленными выбросами. Ухудшается самочувствие людей, обостряются некоторые хронические заболевания, особенно у лиц, страдающих астмой. Вероятно, многие, сжигающие в городах листву, и не подозревают, что они нарушают Закон об охране атмосферного воздуха, согласно которому запрещается сжигать в городе отходы.

#### Вопросы и задания:

*Составьте программу сохранения опавших листьев в городе.*

#### ПОЧЕМУ ПОГИБЛИ МОРСКИЕ ЗВЕЗДЫ?

В середине мая 1990 года один из участков побережья Белого моря к западу от Северодвинска буквально усыпали звезды – правда, не космические, а морские и, к сожалению, мертвые – так же, как и лежащие рядом мидии и крабы. Налицо крупная экологическая катастрофа, но очевидных причин гибели столь

большого количества живых организмов, по сути целой популяции, обнаружить не удалось. Не потому, что гипотез выдвигали мало. Напротив, их число перевалило за десяток. Какая же из них верна?

Многие исследователи решили, что все происшедшее вполне укладывается в рамки естественного хода событий. Например, разлилась Северная Двина, вода в море стала слишком пресной для морских животных, вот и полезли они на берег. Однако эту ясную и простую гипотезу пришлось отвергнуть, так как паводок в том году был ничуть не выше обычного. Еще одна возможная причина – голод. Мидиевые поселения время от времени стареют и умирают. А поскольку звезды питаются преимущественно мидиями, то им ничего не остается, как отправиться на поиски новых кормовых угодий. И если в этот момент их застигнет жестокий шторм, то вполне вероятно, что звезды могут быть выброшены на берег.

Но как оказалось, вопреки этой гипотезе, мидии погибли отнюдь не от старости, а по другой причине, поскольку их створки остались полуоткрытыми, а не плотно сомкнутыми, как должно быть. К тому же, погибли и совсем маленькие звездочки, которым мидии еще не по зубам. Да и мертвые крабы не вписываются в такую трактовку событий – мидии в их «меню» не значатся, да и шторм им не страшен. Еще проще и убедительнее выглядит аналогия между звездами и китами. Последние время от времени выбрасываются на берег и погибают. Но тогда звезды, так же, как и киты, должны были бы умирать постепенно, а между тем ни одной живой звезды на берегу не оказалось.

Для установления причин гибели звезд в Архангельск через год приехала группа экспертов Центра независимых экологических программ.

Как оказалось, причиной гибели морских организмов стал некий токсикант, отравивший данный участок побережья. Тем более что из этих мест почти полностью ушла рыба, а вместо нее на ветях рыбаки обнаружили красно-коричневый налет с неприятным запахом. Но как этот токсикант попал в воду? Токсикологических версий появилось всего две. Первая гласила, что загадочное загрязнение Северной Двины и Северодвинского моря и погубило все живое по соседству. Была и версия номер два. Коротко она звучит так: виноваты военные. Тем более, что в апреле 1990 года в море упали две ракеты. В одной из них в этот момент оставалось 166 килограммов топлива, а в другой – 147. В состав ракетного топлива входят производные гидразина,



а так как эти органические соединения очень токсичны, то не здесь ли кроется тайна гибели морских звезд?

Конечно, обвинять во всем армию – дело с недавних пор модное. А оправдываться, не раскрывая при этом военных тайн, офицерам трудно. Но независимые эксперты на то и независимые, что могут позволить себе поверить военным, утверждающим, что будто бы в северодвинских ракетах они не используют гидразины, довольствуясь обыкновенным керосином. И тогда эксперты решили поискать другую причину. И нашли ее... в котлах мирно стоящей на берегу Северодвинской ТЭЦ. Оказывается, для защиты от накипи их время от времени промывали почти таким же гидразином. И еще задолго до катастрофы в апреле 1990, на решетках водозабора станции видели мертвых звезд. Если же вдруг, вопреки всем инструкциям, слить использованный «антинакипин» в море, то и звездам, и мидиям грозит верная гибель.

Сегодня, к сожалению, невозможно установить точно, какой именно гидразин, ракетный или котловой, погубил беломорских звезд, но сам факт их гибели по этой причине является бесспорным.

#### *Вопросы и задания:*

*Какие практические исследования необходимо было выполнить ученым, чтобы установить причины гибели морских звезд?*

### ЗАПОВЕДНИКИ И ПРОМЫШЛЕННЫЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ

За Полярным кругом, в самом центре Кольской земли, расположился Лапландский заповедник.

Площадь заповедника невелика – 2800 квадратных километров, то есть около 2 процентов территории Мурманской области. Флора и фауна здесь не только характерна для европейского севера, но и для более умеренных широт: Гольфстрим как бы придвигает эту заполярную область вплотную к зоне умеренного климата.

Тем не менее это все же северная тайга, и большая часть заповедной территории покрыта хвойными лесами. Встречаются сосновые боры, десятки тысяч гектаров занимают горные массивы со скалистыми вершинами и пологими склонами, много красивых рек и озер.

Заповедник – северная граница распространения тетерева, южная граница – куропатки и песца. С северным пределом хвойных лесов совпадают границы распространения норвежского

лемминга, гадюки обыкновенной, рыси, медведя, куницы, рябчика, глухаря и некоторых других видов. Из пушных здесь обычны лиса, россомаха, заяц-беляк, белка, горностай. Заповедник – единственное место, где можно увидеть бобра в естественных условиях при дневном свете (так как летом ночь мало чем отличается от дня).

День рождения Лапландского заповедника – 17 января 1930 года. Организатором и первым директором заповедника был Герман Михайлович Крепс, выпускник сельскохозяйственного института.

Дикий олень был основным объектом охоты и промысла жителей в XIX веке. Но в начале XX века количество животных сократилось. При подсчете диких оленей Крепс насчитал всего 95 особей. Видя, что медлить нельзя, Г.М.Крепс вместе с друзьями и коллегами приняли активное участие в скорейшей организации заповедника.

Взятое под охрану оленье стадо быстро росло и к 1967 году достигло 12640 голов. Территория оказалась перенаселена, специалисты заповедника предложили регулировать численность оленя ежегодным промыслом. Но промысловики развернули работу лишь через 7–8 лет, когда численность оленя уменьшилась вследствие падежа из-за бескормицы. Промысел ослабленных животных привел к резкому сокращению количества оленей; сегодня жизнеспособность популяции оленей вызывает тревогу.

Значительный ущерб понесла и сама территория заповедника в результате проведения рудных разработок, создания водохранилищ, строительства центра цветной металлургии в Мончетундре.

В переводе с лопарского Мончетундра – красивая тундра. Этот прекрасный край начал изменяться в связи с загрязнением атмосферы. Началом загрязнения северо-восточной части заповедника, непосредственно примыкающей к промышленной площадке комбината «Североникель», следует считать 1939 год, когда он произвел свою первую продукцию – огневой никель. В 1946 году от выбросов комбината уже значительно усохли леса в радиусе 6 километров. До начала 1960-х годов никакие выбросы не утилизировались. Неудивительно, что к 1969 году зафиксированы уже значительные изменения в составе растительных сообществ уже на расстоянии 17–20 километров от комбината.

В 1969 году было обнаружено повышенное содержание металлов в хвое деревьев (0,22%) и в тканях лишайников (0,55%), что наглядно показало высокий уровень промышленного загряз-



нения. Для восстановления такого фитоценоза естественным путем необходимо 500–800 лет!

При работе комбината в атмосферу выбрасывалось большое количество сернистого газа и других соединений серы, в виде пыли поступал металл.

Для оценки влияния комбината на растительность заповедника очень много дали специальные работы, в которых в качестве биологических индикаторов использовались лишайники и хвоя сосны и ели. Круглогодичность жизненного цикла, долголетие и высокая чувствительность лишайников (на порядок выше, чем хвойных) к токсическим веществам делает их незаменимыми для биомониторинга. Выяснилось, что по мере приближения к источнику загрязнения хвоя начинает отмирать при концентрации сернистого газа 0,02 мг/л, суммарном содержании металлов свыше 50 мг/кг и серы более 1000 мг/кг. Поражение деревьев усиливается вторичным повреждением холодом: видимо, загрязняющие вещества, действуя на хвою, вызывая ее разрушение и значительно снижая морозостойкость. Ускоряется гибель хвойных. Для выяснения влияния на состояние водоемов сотрудники заповедника изучали химический состав снежного покрова и поверхностных вод в конце зимы и в половодье в нескольких крупных реках и ручьях, впадающих в озера Имандру и Чунозеро, то есть на расстоянии 20–40 километров от комбината. Выяснилось, что зимой снег был сильно загрязнен тяжелыми металлами, а его рН составлял 3,9–5,1.

Концентрация никеля и меди на пике половодья более чем в 20 раз выше нормы.

За счет загрязнения водоемов сильно обеднен состав водной растительности и мелких беспозвоночных, служащих основным кормом для рыб, в результате они нерестятся не каждый год, а плодовитость их низка. Мышевидные грызуны, обитающие поблизости от этих зон, потеряли треть своего видового разнообразия и 80 процентов численности. У оставшихся чрезмерно накоплены тяжелые металлы во внутренних органах, понижено содержание гемоглобина в крови, имеются генетические нарушения, замедлено половое созревание. Во многом похожи и патологические отклонения у птиц. Изучение и сопоставление «Летописи заповедника» – исследований разных лет – приводит к выводу: живая природа в радиусе 30 километров вокруг комбината необратимо гибнет. Говоря о бедах природы, нельзя не сказать о здоровье людей. Человек не может приспособиться к столь сильным изменениям окружающей среды, его адаптация – это на-

чальная фаза заболеваний или мутаций. В Мончегорске за 1983–1985 годы заболеваемость выросла на 64 процента, причем 3/4 заболеваний – болезни органов дыхания. Биохимики, анализируя легочную ткань умерших мончегорцев, отмечают неестественно коричневый цвет и высокое содержание металлов. Особенно велика заболеваемость детей кожными болезнями. Миллионы кубометров неочищенных промышленных стоков десятки лет отравляют жемчужницу заполярья – озеро Имандра, откуда одновременно берут питьевую воду. Большое количество металлов в организме рыб Имандры делает их непригодными для питания, как и грибы, ягоды, собранные в радиусе 30 километров от «Североникеля». Зона распространения сульфатов, никеля, меди в районе Мончегорска простирается более чем на 100 километров от комбината.

Проблема сохранения окружающей среды превратилась в проблему выживания человека и природы.

*Вопросы и ответы:*

*Предложите решения проблем загрязнения заповедной зоны.*

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

Потребление человечеством разнообразных лекарственных растений растет год от года, ведь благодаря развитию науки в них обнаруживаются все больше полезных соединений. Естественно, что расширяется ассортимент необходимых медицинской промышленности растений, и, как следствие, растут заготовки. Запасы природного сырья скудеют, сокращаются ареалы лекарственных растений, редкуют их популяции. Уже более 20 видов попали в Красную книгу. Каковы же основные причины? Их две: во-первых, антропогенная нагрузка во всех своих проявлениях, в первую очередь – освоение природных территорий, во-вторых, неумеренные заготовки как специальными заготовительными конторами, так и частными лицами.

Естественно, сразу напрашивается вывод, что настало время отказаться от использования многих лекарственных растений, чтобы сохранить их как биологические виды, поддержать разнообразие природы. Однако такой отказ вряд ли целесообразен. Сейчас действительно нет ничего, что можно было бы противопоставить эксплуатации некоторых лекарственных растений: заменить приготавливаемые из них препараты нечем, а химический

синтез многих таких веществ пока не разработан. Да и не все виды полезных растений мы умеем выращивать на плантациях, подобно сельскохозяйственным культурам.

Значит, нужно найти путь, который позволил бы совместить потребительские интересы с необходимостью сохранить источники растительного сырья.

Метод, когда ставшие редкими растения надо охранять так же, как охраняют редких животных, здесь неприменим. Нельзя забывать, что растения – это продуценты органического вещества, «предназначенные» в пищу животным. Например, все знают, что трава, съеденная скотом, на следующий год вырастает. Именно этим тривиальным фактом можно примирить охрану полезных растений и их эксплуатацию.

Использование растений в разумных пределах не только не препятствует, но даже способствует их процветанию. Примечательно, что в Киргизии неиспользуемые заросли лекарственного растения эфедры находятся в худшем состоянии, чем регулярно эксплуатируемые при соблюдении правил и сроков сбора.

Для того, чтобы реализовать в практической жизни две взаимоисключающие цели – сохранять и использовать лекарственные растения, необходимо, в первую очередь, регламентировать места сбора растений и величину нагрузки. А для этого необходимо точно картировать весь ареал каждого вида и определить численность и густоту зарослей. Кроме того, помимо границ надо знать и структуру ареала. Известно, что на периферии области своего распространения каждый вид довольно редок, и заготовки здесь могут привести к его быстрому уничтожению. Но в ареале есть пространства с наиболее благоприятными условиями жизни растения, на таких участках его популяции многочисленны, вид доминирует (преобладает) в растительных сообществах. В таких местах, названных ценоареалом, вид процветает и легко восстанавливается. Именно в ценоареале заготовки сырья наиболее выгодны экономически и наносят виду наименьший ущерб.

Чтобы эксплуатация диких лекарственных растений была щадящей, кроме скорейшего выявления их природных запасов, очень важно закрепить территории за заготовителями; «облагораживать» естественные заросли, высевая или высаживая растения для восстановления подорванных заготовками популяций. Необходимо также выращивать растения на плантациях, тогда можно будет сочетать заготовки в природе и на плантациях и, следовательно, снизить нагрузку на дикие заросли.

Кроме того предлагается компромисс между законом и удовлетворением потребностей в лекарственном сырье: специально для полезных диких растений ввести в Красной книге еще две категории.

Первая из них – это виды, нуждающиеся во временной охране. Сюда следует отнести растения, запасы которых истощены на всей основной площади распространения, но могут быть восстановлены за несколько лет.

Вторая категория – виды, нуждающиеся в частичной охране, то есть не по всему ареалу, а только в тех областях, где их запасы подорваны заготовками. В Красной книге должны быть перечислены области, в которых эксплуатация запрещается.

#### *Вопросы и задания:*

*Составьте программу рационального отношения к лекарственным растениям в природе.*

#### КАК СОХРАНИТЬ ЛЕСА ЛАТВИИ?

Летом 1992 года горело наше самое большое материальное и духовное богатство – лес. Пламя уничтожало все: деревья, кусты, траву, животных, насекомых.

Статистических данных еще нет, но опыт, накопленный при тушении пожаров, несомненно, пригодится в будущем. Ведь лесные пожары в определенной степени – неизбежность. И очень многие причины пожаров естественны. Происходит так называемое самовозгорание: от кусочков стекла, торфяных зон, молнии. Зачастую истинную причину обнаружить трудно. С этим надо считаться, так как каждое лето происходят большие и малые пожары, в зависимости от погодных условий. Разумеется, есть и немало случаев злонамеренных поджогов. На примере самого богатого флорой и фауной в Латвии заповедника Слитере можно сделать выводы, пригодные для всех хозяйств Латвии. Парадоксально, но с экологической стороны пожар в Слитере принес некоторую пользу.

Из 14000 гектаров заповедника выгорело более 3000. Но оказалось, что это именно та часть территории заповедника, которая когда-то была искусственно восстановлена (естественный процесс в заповеднике уже был нарушен). Было принято решение не вырубать, не чистить эту территорию, только для обеспечения доступа к ней проложить дороги. Через две недели после пожара выгорела трава, целиком восстановилось травяное покрытие.

Видели следы и возвратившихся на старые места зверей. Конечно, многие звери погибли.

Пожар в лесу, безусловно, является трагедией, но в ней есть и проблеск — это естественное воспроизводство.

Шведские лесоводы, например, никогда искусственно не восстанавливают горевшие леса. А лесоустройство у них на очень высоком уровне.

Очень важно реагировать на загорание леса оперативно. Ведь если начать тушение вовремя, то не надо ни большого опыта, ни особых сил, хватит одной пожарной команды. Не во всех лесохозяйствах должным образом организована работа. Не хватает денег для приобретения химических средств тушения, которые с водой всасываются в корневища и препятствуют проникновению огня. А вода в большую жару просто испаряется.

Большое зло причинили пожары в хозяйственных лесах, так как эти леса предназначены для получения продукции. Ущерб огромен. Древесина теряет свое качество. Срывается план вырубki.

Сейчас в лесах Латвии тревожное положение. Огромные суммы за экспорт леса позволяют наживаться людям, которые ничего не делают для его пользы. Вырубка, превышающая объем годового прироста, наносит лесу значительный ущерб: уменьшается объем восстановленного леса.

Для сохранения нормальной структуры леса необходимо 20 процентов саженцев. Сейчас их посадкой заняты лесники, наемные рабочие, которые часто не соблюдают правила посадки. Древесные культуры чахнут, распространились заболевания елей. Из-за отсутствия средств не используется селекция.

#### *Вопросы и задания:*

*Какие проблемы возникают в экосистемах лесов? Какие решения этих проблем вы можете предложить?*

### ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ НЕАПОЛИТАНСКОЙ ЗООЛОГИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ

Идея создания постоянно действующих стационарных лабораторий — «морских станций» — окончательно сформировалась в международном зоологическом обществе в конце 60-х годов XIX века, а толчком для воплощения идеи стало ее обсуждение двумя молодыми зоологами — А. Дорном и Н.Н.Миклухо-Маклаем, которые вместе учились в Йенском университете у знаменитого Э.Геккеля. В 1868 году, собирая и обрабатывая в Мессине (Ита-

лия) материал для сравнительно-морфологических исследований морских беспозвоночных, они в очередной раз столкнулись с большими трудностями, вызванными отсутствием прибрежной стационарной лаборатории. В результате жарких споров друзья решили организовать сеть биологических станций на морских побережьях всего мира. Принятое решение удалось осуществить, но не полностью. Миклухо-Маклай, увлекшись путешествиями, сумел стимулировать создание в России в 1871 году лишь одной Севастопольской биологической станции, первым директором которой был А.О.Ковалевский.

Дорн взялся за организацию станций на побережье Средиземного моря. Довести задуманное дело до конца ему помогли не только широкая образованность и эрудиция, но и талант предпринимателя.

Для строительства станции Неаполь был выбран не случайно. Во-первых, Неаполитанский залив с его многочисленной и разнообразной фауной был доступен в течение всего года. В середине 60-х годов прошлого века ученые уже работали в Неаполе по нескольку месяцев в году. Во-вторых, в Неаполе — богатом портовом городе — был сравнительно низкий налог на строительство, что имело немаловажное значение, так как никаких средств, кроме 30 тысяч талеров, переданных на строительство станции отцом, у Дорна не было. Дорну удалось подписать контракт на строительство в одном из красивейших мест в центре города на приморском бульваре, а само строительство освободилось от налогов. Благодаря организаторскому таланту А. Дорна, его тесным связям с виднейшими учеными Европы, деятелями культуры, членами правительства задуманный проект получил материальную поддержку. Дорну удалось создать своеобразный неформальный фонд помощи, куда входили известные натуралисты — Г.А.Ф.Гельмгольц, Э.Г.Дюбуа-Реймон, Р.Лейкарт, Э.Геккель, К.Форт, К.Зибольдт и Ч.Дарвин; в переписке с последним Дорн находился многие годы, и его авторитет способствовал популярности детища Дорна. Ряд Европейских стран, в частности Россия и Германия, также оказали материальную помощь при строительстве станции. На станции был создан большой аквариум для публичных посещений, организовано изготовление на продажу демонстративных препаратов морских животных, их консервирование. Такие препараты выписывались в разные страны в больших количествах. Все это поддерживало финансовое положение станции.



Но главной статьёй доходов, обеспечившей прочное финансовое положение и одновременно способствовавшей получению ею статуса независимого от всяких государственных структур учреждения, стала система организации научных исследований.

Дорн разработал так называемую систему столов, или рабочих мест, сдававшихся за плату на определенный срок крупным научным центрам разных стран. Уже в начале XX века 38 университетов Европы и Америки арендовали рабочие столы на станции. Благодаря ходатайству К.Бэра, российское министерство народного просвещения стало одним из первых арендаторов. В 1874 году за «русским» столом в Неаполе работал В.В.Заленский, талантливый эмбриолог, ученик И.И.Мечникова и А.О.Ковалевского.

Первоначально станция имела лишь зоологический отдел, затем был создан ботанический, а в 1880-х годах – бактериологический. В начале XX века на станции были организованы отделы биохимии, иммунологии, физиологии и физической химии, что способствовало росту ее научного авторитета.

Библиотека станции стала уникальным хранилищем биологической литературы, куда видные биологи присылали копии своих статей и экземпляры вышедших книг. В конце 1880-х годов два небольших паровых судна использовали как научно-исследовательские лаборатории, а в 1905–1906 годы на прекрасном острове близ Неаполя – Искии – была построена великолепно оборудованная вилла-лаборатория. Дорн стремился всеми средствами осуществить свою программу по систематическому изучению фауны и флоры Средиземного моря и соседних водных бассейнов. По его просьбе выделили наиболее достойных и образованных офицеров для обучения их коллекционированию и приготовлению препаратов. Морские офицеры привозили богатейшие коллекции, которые передавались затем в зоологические музеи многих стран мира.

В начале XX века Зоологическая станция в Неаполе стала солидным международным научно-исследовательским центром со своими периодическими изданиями, где публиковались не только исследования, выполненные на станции, но и наиболее интересные зоологические работы со всего мира.

На станции русские зоологи были пионерами и новаторами в области эволюционной и сравнительной эмбриологии. Безоговорочно приняв теорию Дарвина, они уже в середине 1860-х годов сумели создать основы эволюционной сравнительной эмбриологии, которая до классических работ Ковалевского и Мечникова

не существовала как научное направление. Работы Ковалевского обогатили эмбриологию представлениями о строении зародышевых листков. Открытия Ковалевского, относящиеся к развитию ланцетника и асцидий, доказывавшие общность происхождения беспозвоночных и позвоночных животных, вначале вызывали недоверчивое отношение. Но он продолжал работать.

В конце 1860-х годов к нему присоединился Мечников, работавший на иглокожих и низших беспозвоночных – губках и кишечнополостных. К 80-м годам XIX века основы сравнительной эмбриологии были окончательно сформулированы. Все наиболее существенное было сделано Ковалевским, Мечниковым и их учениками, работавшими в основных научно-исследовательских центрах России при ведущих университетах: Петербургском, Московском, Новороссийском, Казанском.

Антон Дорн интересовался также эволюционной теорией. В 1875 году вышло в свет его сочинение, в котором он сформулировал так называемый принцип смены функций, сохранивший свое значение до настоящего времени. Дорн четко поставил вопрос об эволюционном значении соотношения строения органов с их функцией. Ни Дарвин, ни Ковалевский не посвятили этой проблеме специальных сочинений, поэтому работа Дорна была поистине новаторской и встретила живой отклик.

Дорн всегда признавал приоритет русской эмбриологической школы в решении эволюционно-эмбриологических проблем. Долгие годы «русская колония» на Неаполитанской станции пользовалась непререкаемым авторитетом. Но в 1917 году советское правительство отказалось оплачивать аренду столов, связи были фактически прерваны.

Лишь в 1925–1926 годах после многочисленных хлопот удалось организовать поездку в Неаполь на 6 месяцев В.Т.Шевякова, выдающегося зоолога. Его поездка была связана с подготовкой к изданию 37 тома «Фауна и флора побережья Неаполя», посвященного радиоляриям (одноклеточным животным), изучению которых более 10 лет жизни отдал Шевяков, почему его и сделали редактором-составителем этого тома. В 1929 году на станции удалось поработать нескольким зоологам – В.Г.Хлопину, В.Н.Веклемишеву, Л.А.Зенкевичу, Н.А.Иванцову. После 1929 года в Неаполе русские больше не работали. Богданов А.П. писал Дорну: «Сегодня у нас модное слово – экономия и еще раз экономия, и не на предметах шика и шампанском, а на «бедном детстве» – науке. Наука не пользуется успехом в нашем обществе, и правительство мирится с этим положением...»



Первая брешь в научной изоляции российских биологов от Неаполитанской станции была пробита в 1959 году, когда группа сотрудников от Севастопольской биологической станции посетила Неаполь. Несмотря на все перемены и в мире, и на самой станции, неизбежными оказались каноны международного научного сотрудничества во имя бескорыстного служения истине, утвержденные Антоном Дорном.

#### Вопросы и задания:

Какие исследования необходимо проводить на экологических станциях? Почему?

#### ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ЧТЕНИЯ

1. Антропогенные воздействия и режим южных морей//Человек и стихия.1992.С.22.
2. Антропогенные облака//Человек и стихия.1992. С.10-15.
3. Воздушный бассейн в опасности//Человек и стихия. 1991. С.7-11.
4. Опасная ромашка//Химия и жизнь. 1991.№8. С.52-53.
5. Печальные встречи с другом//Лес и человек. 1992. С.18-21.
6. Сколько стоят наши потребности//Химия и жизнь. 1992. №8.С.89.
7. Экологически чистый урожай//Химия и жизнь.1991. №1. С.14-17.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

### §12. Индикация уровня загрязнения

Продолжим наше исследование экологической катастрофы на реке Лиелупе. В начале аналитического этапа мы построили комплексную модель экосистемы участка реки, провели системный и вепольный анализ проблемы. В результате были выдвинуты гипотезы для объяснения возможных причин гибели рыбы в реке. Наиболее близки к истине две гипотезы:

- 1) тепловое загрязнение водоема;
- 2) химическое загрязнение водоема сточными водами;

Возникает вопрос – можно ли было предотвратить катастрофу? Можно, если бы проводилась необходимая индикация сточных вод для определения уровня их загрязнения.

Индикация – это обнаружение веществ, явлений и организмов с помощью физических, химических и биологических методов. В процессе экспертных исследований мы применяли физи-

ческие методы: измерение температуры, кислотности, прозрачности, запаха, цвета и электропроводности воды. Наряду с ними, можно использовать и химические методы – внесение различных веществ для обнаружения веществ-загрязнителей. В процессе химических реакций изменяется цвет и прозрачность воды, выпадает или исчезает осадок, могут выделяться газы (таблица 23).

Применение физических и химических методов для индикации позволяет достаточно точно определять уровень загрязненности элементов экосистем. Более точную информацию о загрязненности экосистемы можно получить, применяя биологические методы, когда в качестве индикаторов используются живые организмы.

Многие живые организмы чувствительны к незначительным дозам загрязняющих веществ, поэтому их применение для индикации позволяет обнаружить загрязнение на начальном этапе. Такой подход позволяет предупреждать экологические катастрофы. Какие живые организмы можно использовать для индикации загрязнений? Их достаточно много. Мы познакомимся лишь с некоторыми.

«Кашель» у рыб – это способ очистки жабер от различных загрязнений. Частота приступов зависит от степени загрязненности. Можно подсчитать частоту «кашля», допустим, у плотвы при различных уровнях загрязнения воды в водоеме, и в дальнейшем использовать эти данные для индикаторных экспериментов.

Форель, по своей природе, любит плыть против течения. Если вода оказывается грязной, рыба мгновенно поворачивает в обратном направлении. Для индикации используются несколько форелей с датчиками, которые дают сигнал, если форели меняют курс.

Таблица 23.

#### ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИНДИКАЦИИ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

| № п/п       | Определяемый ион | Реактив                    | Химическая формула      | Что происходит               |
|-------------|------------------|----------------------------|-------------------------|------------------------------|
| ВОДА, ПОЧВА |                  |                            |                         |                              |
| 1           | Na <sup>+</sup>  | Гексагидроксобиат (V)калия | K[Sb(OH) <sub>6</sub> ] | белый кристаллический осадок |

| № п/п | Определяемый ион | Реактив                     | Химическая формула                                                                 | Что происходит                |
|-------|------------------|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| 2     | K <sup>+</sup>   | Гексани-троко-бальт (III)   | Na <sub>3</sub> [Co(NO <sub>2</sub> ) <sub>6</sub>                                 | желтый кристаллический осадок |
| 3     | K <sup>+</sup>   | Дипикри-ламин               | [C <sub>6</sub> H <sub>2</sub> (NO <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> HN                  | оранжево-красный осадок       |
| 4     | NH <sub>4</sub>  | Реактив Несслера            | K <sub>2</sub> [HgI <sub>4</sub> ]+KOH                                             | красно-бурый осадок           |
| 5     | Ba <sup>2+</sup> | Дихромат калия              | K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>                                      | желтый осадок                 |
| 6     | Sr <sup>2+</sup> | Оксалат аммония             | (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub>                      | белый осадок                  |
| 7     | Ca <sup>2+</sup> | Мурексид                    | C <sub>8</sub> H <sub>6</sub> N <sub>6</sub> O <sub>6</sub>                        | красное окрашивание           |
| 8     | Al <sup>3+</sup> | Ализарин S                  | C <sub>14</sub> H <sub>5</sub> O <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> NA | кирпично-красный лак          |
| 9     | Al <sup>3+</sup> | Нитрат кобальта             | Co(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>                                                  | синие окрашивание             |
| 10    | Cr <sup>3+</sup> | Гидроксид натрия            | NaOH                                                                               | серо-зеленый осадок           |
| 11    | Cr <sup>3+</sup> | Перманганат калия           | KMnO <sub>4</sub>                                                                  | желтое окрашивание            |
| 12    | Fe <sup>3+</sup> | Гексацианоферрат (II)калия  | K <sub>4</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]                                              | темно-синий осадок            |
| 13    | Fe <sup>3+</sup> | Роданид аммония             | NH <sub>4</sub> CNS                                                                | крово-красное окрашивание     |
| 14    | Fe <sup>2+</sup> | Гексацианоферрат            | K <sub>3</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]                                              | темно-синий осадок            |
| 15    | Zn <sup>2+</sup> | Гексацианоферрат (III)калия | K <sub>4</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]                                              | коричнево-желтый осадок       |
| 16    | Cu <sup>2+</sup> | Гексацианоферрат (III)калия | K <sub>3</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]                                              | красно-бурый осадок           |
| 17    | Cu <sup>2+</sup> | Гидроксид аммония           | NH <sub>4</sub> OH                                                                 | синее окрашивание             |

| № п/п | Определяемый ион              | Реактив                           | Химическая формула                                      | Что происходит               |
|-------|-------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------|
| 18    | Co <sup>2+</sup>              | Нитрозо-нафтол                    | C <sub>10</sub> H <sub>6</sub> (NO)OH                   | пурпурно-красный осадок      |
| 19    | Co <sup>2+</sup>              | Тетрароданомеркурат(II) аммония   | (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> [Hg(SCN) <sub>4</sub> ] | ярко-синий                   |
| 20    | Ni <sup>2+</sup>              | Диметил-глиоксим                  | [CH <sub>3</sub> CNOH] <sub>2</sub>                     | ало-красный осадок           |
| 21    | Pb <sup>2+</sup>              | Иодид калия                       | KI                                                      | желтый осадок                |
| 22    | Pb <sup>2+</sup>              | Хромат калия                      | K <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>                         | желтый осадок                |
| 23    | Cd <sup>2+</sup>              | Гидроксид аммония                 | NH <sub>4</sub> OH                                      | белый осадок                 |
| 24    | Cd <sup>2+</sup>              | Серо-дород                        | H <sub>2</sub> S                                        | желтый осадок                |
| 25    | Sn <sup>2+</sup>              | Нитрат висмута + гидроксил натрия | Bi(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> +NaOH                 | черный осадок                |
| 26    | Sn <sup>2+</sup>              | Хромат калия                      | K <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>                         | сине-фиолетовое окрашивание  |
| 27    | Hg <sup>2+</sup>              | Иодит калия                       | KI                                                      | оранжево-красный осадок      |
| 28    | Hg <sup>2+</sup>              | Тетрароданокобальтат              | (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> [Co(SCN) <sub>4</sub> ] | синий кристаллический осадок |
| 29    | SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | Хлорид бария                      | BaCl <sub>2</sub>                                       | белый кристаллический осадок |
| 30    | SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> | Нитро-пруссид натрия              | Na <sub>2</sub> [Fe <sub>2</sub> (CN) <sub>5</sub> NO]  | розовое окрашивание          |
| 31    | CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> | Соляная или серная кислота        | HCL или H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                  | выделение двуокиси углерода  |

| № п/п | Определяемый ион              | Реактив                     | Химическая формула                                                                                                                | Что происходит                   |
|-------|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| 32    | PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> | Молибдат аммония            | (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub>                                                                                  | желтый кристаллический осадок    |
| 33    | PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> | Бензидин                    | C <sub>12</sub> H <sub>8</sub> (NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>                                                                    | синее окрашивание                |
| 34    | CL-                           | Нитрат серебра              | AgNO <sub>3</sub>                                                                                                                 | белый творожистый осадок         |
| 35    | CL-                           | Перманганат калия+          | KMnO <sub>4</sub>                                                                                                                 | окрашивание бумаги в синий цвет  |
| 36    | Br-                           | Нитрат серебра              | AgNO <sub>3</sub>                                                                                                                 | желтоватый осадок                |
| 37    | Br-                           | Флюоресцеин                 | C <sub>20</sub> H <sub>8</sub> O <sub>6</sub> N <sub>4</sub>                                                                      | красное окрашивание              |
| 38    | I-                            | Ритрат серебра              | AgNO <sub>3</sub>                                                                                                                 | бледно-желтый творожистый осадок |
| 39    | I-                            | Хлорная вода +              | CL <sub>2</sub>                                                                                                                   | фиолетовое окрашивание           |
| 40    | I-                            | Нитрит натрия + крахм       | NaNO <sub>2</sub>                                                                                                                 | синее окрашивание                |
| 41    | S <sup>2-</sup>               | Нитропруссид натрия         | Na <sub>2</sub> [Fe(CN) <sub>5</sub> NO]                                                                                          | красно-фиолетовое окрашивание    |
| 42    | S <sup>2-</sup>               | Иодная вода                 | I <sub>2</sub>                                                                                                                    | выделение желтой серы            |
| 43    | NO <sub>3</sub> -             | сульфат железа(II)          | FeSO <sub>4</sub>                                                                                                                 | бурое окрашивание                |
| 44    | NO <sub>3</sub> -             | Дефиниламин                 | (C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> NH                                                                                  | темно-синее окрашивание          |
| 45    | NO <sub>2</sub> -             | Антипириин + серная кислота | C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> C <sub>3</sub> HON <sub>2</sub> (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> +<br>H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | ярко-красное окрашивание         |
| 46    | NO <sub>2</sub> -             | Антипириин+ серная кислота  | C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> C <sub>3</sub> HON <sub>2</sub> (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> +<br>H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | ярко-зеленое окрашивание         |

| № п/п       | Определяемый ион  | Реактив                            | Химическая формула                                                                                                   | Что происходит                                                 |
|-------------|-------------------|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 47          | NO <sub>2</sub>   | Сульфаниловая кислота+ анафтиламин | H[SO <sub>3</sub> C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> NH <sub>2</sub> ]+<br>C <sub>10</sub> H <sub>7</sub> NH <sub>2</sub> | красное окрашивание                                            |
| 48          | NO <sub>2</sub> - | Иодид калия+ бензин                | KI                                                                                                                   | синее окрашивание                                              |
| В О З Д У Х |                   |                                    |                                                                                                                      |                                                                |
| 49          | SO <sub>2</sub>   | Хлорноватистый калий               | KClO                                                                                                                 |                                                                |
| 50          | SO <sub>2</sub>   | Перекись водорода                  | H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>                                                                                        | Изменение цвета индикаторных трубок с реактивом и наполнителем |
| 51          | NO <sub>2</sub>   | Мышьяковистый натрий               | NaAsO <sub>2</sub>                                                                                                   | с реактивом и наполнителем                                     |
| 51          | NO <sub>2</sub>   | Мышьяковистый натрий               | NaAsO <sub>2</sub>                                                                                                   | с реактивом и наполнителем                                     |
| 52          | CS <sub>2</sub>   | Спирт этиловый+ диэтиламин         | C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH+(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> NH                                    |                                                                |
| 53          | Фенол             | Карбонат натрия                    | Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>                                                                                      |                                                                |
| 54          | CO <sub>2</sub>   | гидроксид кальция                  | Ca(OH) <sub>2</sub>                                                                                                  | белый осадок (помутнение раствора)                             |

В США работники газопроводов для выявления утечки газов и труб используют обоняние грифов. С этой целью в природный газ добавляют химическое вещество с запахом тухлого мяса. Грифы, нютающиеся падалью, начинают кружиться над местом утечки. Обходчику легко заметить крупных птиц и найти место аварии.

В Чехии для индикации загрязнения воздуха высаживают люцерну, которая изменяет свой рост и цвет в зависимости от уровня загрязненности.

Для этих же целей можно использовать лишайники, хвою сосны и ели, растения салата, табака. При проведении индикационных экспериментов можно совместно использовать физические, химические и биологические методы.

Вернемся к гипотезам, выдвинутым в начале параграфа. Для их проверки необходимо провести опыты по индикации уровня загрязнения воды. С этой целью можно использовать речных рыб, например, плотву или окуней.

#### Методика опыта:

1. В аквариум с условно чистой (речной или водопроводной) водой помещается несколько рыб для контроля.

2. В аквариумы с пробами речной воды, взятыми на различных расстояниях от сточных коллекторов, помещают несколько рыб – это опыт. Пробы воды в опыте и контроле выбираются из расчета 10–15 литров на одну рыбку 6–7 сантиметров длиной. В аквариумах поддерживается такая же температура, как и в водоеме.

3. Проводятся наблюдения за поведением и частотой «кашля» рыб. Результаты оформляются в таблице, и составляются выводы.

Проведение экспериментальных исследований позволяет либо подтвердить, либо опровергнуть выдвинутые гипотезы. И только после экспериментов можно делать окончательные выводы о причинах гибели рыбы.

#### Задачи:

1. Используя учебные пособия по биологии, составьте таблицу «Живые индикаторы», состоящую из двух граф: в левой – названия растений, в правой – реакция на загрязнение воздуха, воды и почвы (правую графу разделите на 3 колонки). Какие живые индикаторы можно использовать для обнаружения загрязнения воды, почвы и воздуха?

2. В одном из районов города в летний период начали желтеть и опадать листья на деревьях. В процессе экспертизы было установлено, что температура воздуха в этот период была выше обычной на  $4^{\circ}\text{C}$ , и почвы загрязнены химическими веществами. Как определить причины пожелтения и опадения листьев?

3. С помощью каких опытов можно проверить уровень загрязненности воздуха на территории промышленного предприятия?

4. Составьте методику опыта для индикации уровня загрязненности речного ила, используемого для удобрения почв.

## §13. Регенерация элементов экосистем

Сбрасывая загрязненные воды, промышленные газы и твердые отходы в окружающую среду, мы часто не задумываемся о том, что эти вещества, уничтожая все живое в природе, рано или поздно вернутся к человеку. Что же делать? Прежде всего необходимо очистить от ядовитых примесей отходы деятельности человека, поступающие в окружающую среду.

Регенерация – это восстановление элементов экосистем путем очистки от загрязняющих веществ и организмов. Регенерацию почвы, воды и воздуха можно проводить так же, как и индикацию – с помощью физических, химических и биологических методов. Основными физическими методами регенерации являются: нагревание и выпаривание, фильтрование и отстаивание, пропускание электрического тока, воздуха и магнитная очистка. Эти методы обычно применяются комплексно, то есть последовательно несколько из них. Химические методы применяются совместно с физическими. При химической очистке используются различные химические вещества, которые взаимодействуют с загрязнителями, при этом образуются осадки, которые затем выводятся и направляются для промышленной переработки (таблица 24).

Для биологической очистки применяются живые организмы, способные накапливать в своем теле вещества-загрязнители. В ряде стран для очистки озер применяются дафнии, моллюски-фильтраторы, водоросли, речной или озерный ил. В Германии, территория которой сильно страдает от индустриальной деятельности, все чаще стремятся использовать биологические методы. Созданы установки для очистки сточных вод с помощью бактерий. Эти бактерии вырабатывают своеобразный клей, при помощи которого они прочно прикрепляются к частицам твердых пород и не смываются потоком воды. Закрепившись на специальных границах в очистительной установке, бактерии быстро размножаются и снижают концентрацию нитратов в воде практически до нуля. Как вы думаете, почему морская вода нигде не бывает такой чистой, как вокруг коралловых рифов? Потому что их ячеистая структура – идеальное местообитание для многочисленных микроорганизмов, которые превращают рифы в гигантские очистные устройства. Некоторые фирмы создают из пористого стекла контактные фильтры, в которых поселяются бактерии, очищающие промышленные стоки и выделяющие при этом безвредный биогаз.



Таблица 24.

ХИМИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ ОЧИСТКИ  
СТОЧНЫХ ВОД, ПОЧВЫ И ВОЗДУХА

| Объект очистки                  | Вещество               | Формула                                |           |
|---------------------------------|------------------------|----------------------------------------|-----------|
| Вода, почва                     | Хлорид железа(III)     | $FeCl_3$                               |           |
|                                 | Сульфат аммония        | $Al_2(SO_4)_3$                         |           |
|                                 | Гидроксид натрия       | $NaOH$                                 |           |
|                                 | Гексаметофосфат натрия | $Na_6P_6O_{16}$                        |           |
|                                 | Карбонат натрия        | $Na_2CO_3$                             |           |
|                                 | Сульфоуголь            |                                        |           |
|                                 | Гидроксид кальция      | $Ca(OH)_2$                             |           |
|                                 | Жидкий хлор            | $Cl_2$                                 |           |
|                                 | Гипрохлорит натрия     | $NaClO$                                |           |
|                                 | Гипохлорит кальция     |                                        |           |
| Отходящие газы:<br>$CO_2, H_2S$ | Моноэтаноламин         | $H_2NCH_2CH_2OH$<br>$NH(CH_2CH_2ON)_2$ |           |
| Фтороистые соединения           | Гидроксид аммиака      | $H_2O$                                 |           |
|                                 | хлор                   | Вода                                   | $H_2SO_4$ |
|                                 | $NH_3$                 | Серная кислота                         |           |
|                                 | $CS_2$                 | Активированный уголь                   | $K_2CO_3$ |
|                                 | $CO_2$                 | Карбонат калия                         | $NaOH$    |
| $CO_2$                          | Гидроксид натрия       |                                        |           |

Биологическое окисление органических загрязнений – наиболее распространенный метод очистки сточных вод. Ведущую роль в этих процессах играют бактериальные культуры. Их разводят и содержат в специальных сосудах – аэротенках и биофильтрах.

Известны два основных типа аэротенков: первый – с направленным выпуском сточной воды и активного ила в торце сооружения (аэротенки-вытеснители) и второй – с равномерно рассредоточенным выпуском сточной воды и активного ила по длине сооружения (аэротенки-смесители). К достоинствам аэротенков-вытеснителей относится высокое качество очистки, а к недостаткам – невысокая доза активного ила и неравномерность органи-

ческой нагрузки на активный ил в рабочем объеме – в зоне выпуска ила больше и очистка там идет интенсивнее, чем на выходе. У аэротенков-смесителей высокая скорость окисления загрязнений и равномерная органическая нагрузка на ил, но там процесс идет очень активно – все бурлит, кипит, а в результате в очищенную воду попадают неокисленные загрязнения, то есть качество очистки невысокое.

Ученые Московского инженерно-строительного института создали новую модель неравномерного распределения, сочетающего в себе достоинства обоих типов аэротенков (смесителя и вытеснителя). В нем используется неравномерный ввод сточной воды от смесителя при подаче активного ила с торца установки (как в вытеснителе). Сточная вода подается пропорционально концентрации активного ила в аэротенке, то есть в ту часть установки, где активного ила больше. В итоге качество очистки воды в новом аэротенке значительно повышается, возрастает скорость очистки.

Для создания регенерационных установок по очистке элементов экосистем необходимо провести поисковые эксперименты.

Методика проведения экспериментов может быть следующей:

– выбирается загрязненный элемент экосистемы и проводится измерение его физико-химических параметров. Результаты оформляются в таблице. При исследовании сточных вод, стекающих в реку Лиелупе, мы измерили параметры сточных вод из коллекторов.

– с помощью таблицы «Природные явления» составляются модели линий очистки. Примеры моделей линий очистки:

1) отстаивание → фильтрование → нагревание → фильтрование → пропускание воздуха → речной ил;

2) отстаивание → пропускание электрического тока → пропускание воздуха → введение химического вещества → дафнии.

– проводится экспериментальная очистка и измерение физико-химических параметров очищенного элемента. Результаты заносятся в таблицу.

– сравниваются физико-химические параметры элемента до и после очистки и делаются выводы о ее эффективности.

Планируя линию очистки, следует помнить о необходимости экономии затрат материалов и энергии для ее создания и работы. Идеальный вариант – линия работает практически без затрат материалов и электроэнергии. Вот только как этого достичь?

### Задачи:

1. Как вы думаете, можно ли очищать сточные воды, пропуская их через почвы сельскохозяйственных полей? Почему?

2. В одной газетной публикации предлагалось использовать для очистки залива катер, с которого будут пропускать через воду электрический ток. Что вы можете сказать по поводу этого проекта?

3. Предложите способы охлаждения нагретых промышленных вод.

4. Предложите способы получения и разведения бактерий для очистки почвы и воды.

## §14. Поиск ресурсов

Технический прогресс остановить невозможно. Техника будет развиваться, и это связано с постоянным возникновением потребностей человека в новых материалах, веществах, источниках энергии. Человечество хочет жить в комфорте. Для обеспечения всех потребностей требуются все новые и новые природные ресурсы и промышленные предприятия. Ученые подсчитали, что 70-80 процентов всех ресурсов, получаемых человеком от природы, возвращаются обратно в природу, но в измененном или загрязненном состоянии.

Если этот процесс не остановить, то через некоторое время... брать у природы будет нечего. «Нужно принять законы, — скажете вы, — для ограничения потребления природных ресурсов». А как же тогда развитие техники? Ведь придется остановить часть промышленных и аграрных предприятий, а это приведет к уменьшению комфорта и количества продуктов питания. Нет, на такое мы не согласны. Так что же делать? Ведь мы уже живем в эпоху экологического кризиса, при дальнейшем развитии которого может быть только экологическая катастрофа.

Вывод напрашивается однозначный: если нельзя увеличить получение природных ресурсов, а это действительно так, то необходимо подумать о том, как не допустить возвращения использованных загрязненных ресурсов в природу и использовать промышленные, сельскохозяйственные и бытовые отходы для получения новых материалов, веществ и энергии. Ресурсно-поисковые эксперименты уже ведутся во всем мире.

Население Земли производит теперь столько твердых бытовых отходов, что их свалки приобрели характер и масштаб геологических тел. Они занимают сотни гектаров, имеют глубину

«пласта» до 50 метров и уже всерьез влияют на круговорот веществ в биосфере — оболочку жизни живых организмов. Геологи провели исследование некоторых свалок в России и обнаружили высокое содержание тяжелых металлов: цинка, свинца, меди, а также углерода и азота. При разложении бытовых отходов на свалках образуется биогаз. Общие ресурсы биогаза лишь Московской свалки превышают 30 миллиардов кубометров.

Суммарная суточная мощность городских станций очистки сточных вод только по биогазу составляет более 110 тысяч кубометров, не говоря уже о сухом остатке. Крупные потенциальные ресурсы горючего сырья содержатся в твердых, жидких и газообразных отходах деревообрабатывающей и химической промышленности, сельского хозяйства.

В настоящее время разработаны термохимические (пиролиз) — нагревание, газификация, сжижение и биологические (ферментация — разложение под действием ферментов) процессы переработки биомассы. Газообразные продукты этих процессов могут быть использованы для синтеза искусственного жидкого топлива.

Уже сооружаются установки для получения из отходов древесины топлива.

При очистке сточных вод образуется осадок. Раньше предполагали его использовать в качестве удобрения, но, как выяснилось, это может привести к накоплению в почве вредных химических веществ. Возникла идея захоронения осадка вместе с бытовым мусором для получения биогаза.

Оригинальный способ улучшения качества воды разработан на Украине. В качестве материала для фильтра использован шлак — несгораемая минеральная часть топлива, сжигаемая на тепловых электростанциях. Оказалось, что шлак обладает прекрасными очистными свойствами, к тому же для создания шлакового фильтра не требуется каких-либо сложных технологических операций.

Сегодня уже невозможно представить наш быт без полимерных пленок. Однако до сих пор старую пленку в основном сжигали, но лишь недавно старые полиэтиленовые пакеты начали собирать с помощью специальной машины в скатку для дальнейшей переработки.

Еще одна проблема — переработка пластмасс.

Американские ученые предложили добавлять в пластмассы кукурузный крахмал — в результате такая пластмасса быстро разлагается в почве.

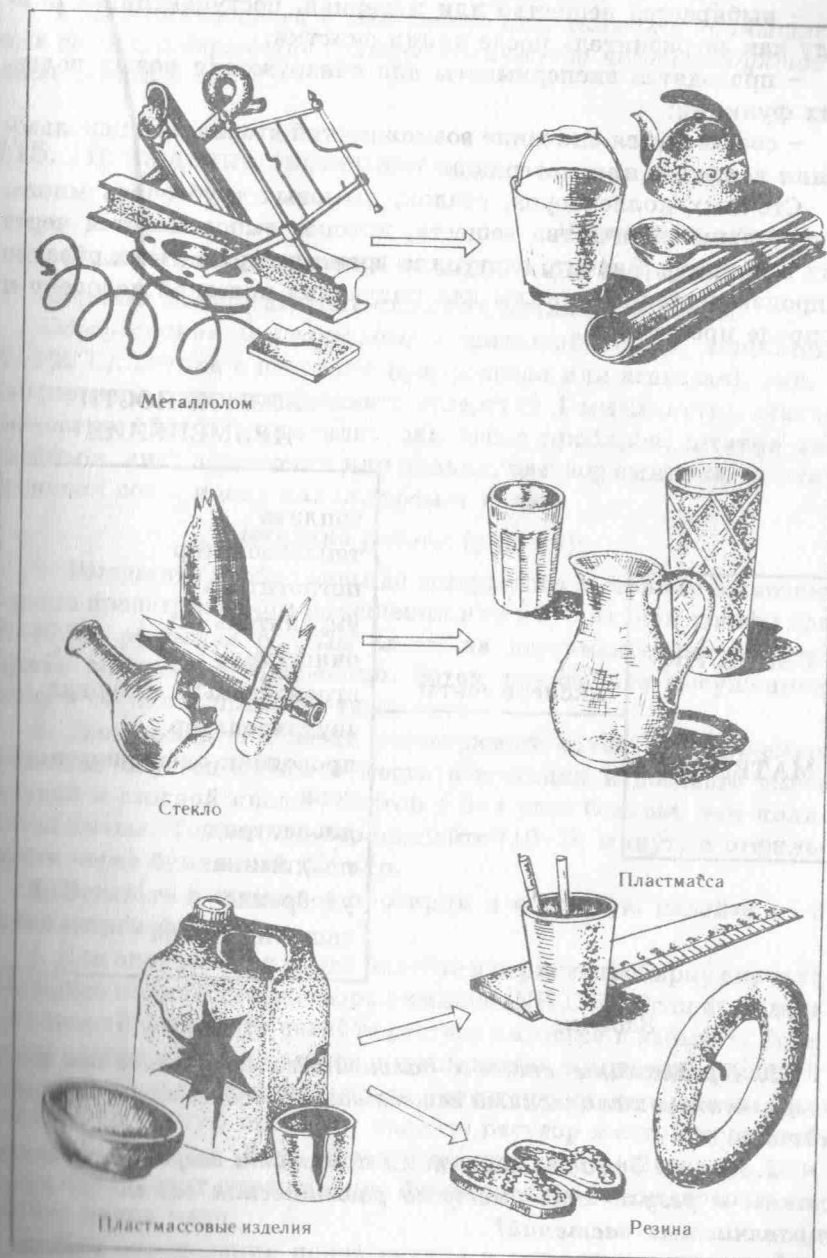
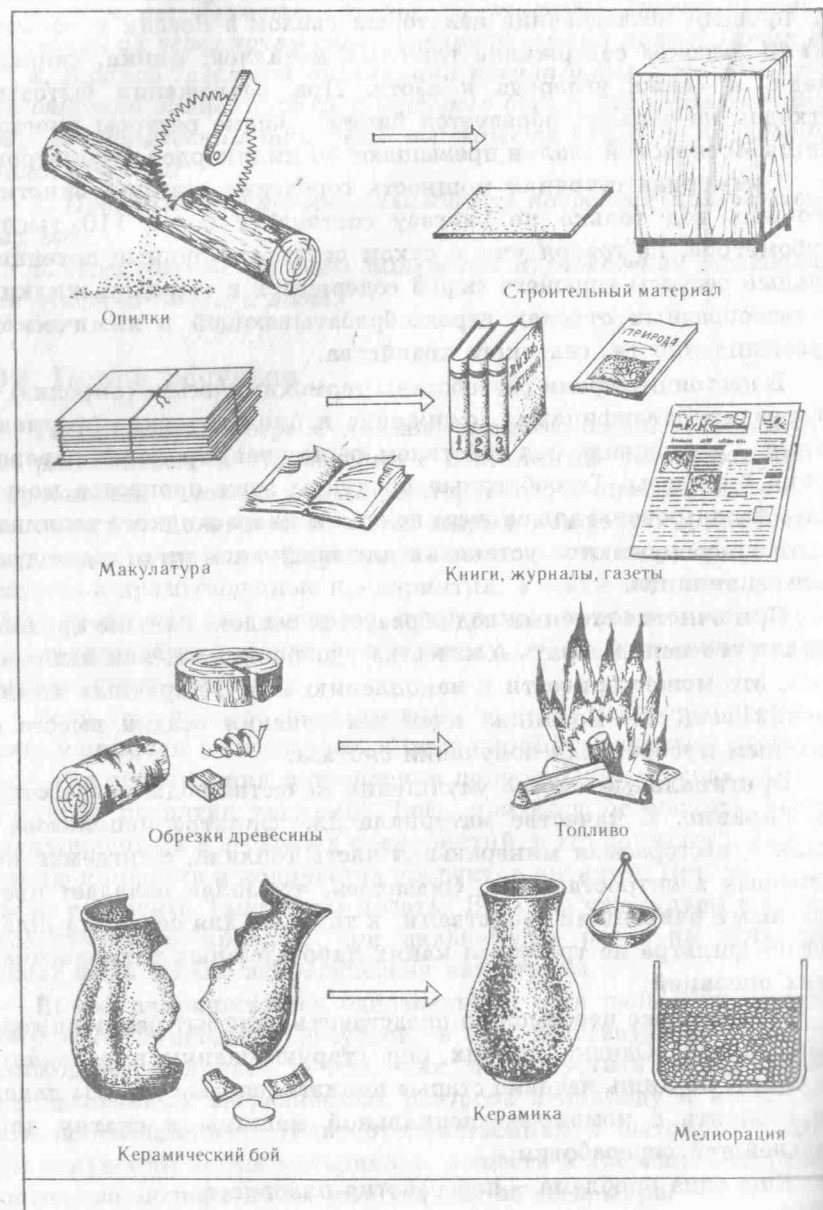


Рис. 28. Использование промышленных и бытовых отходов в качестве ресурсов

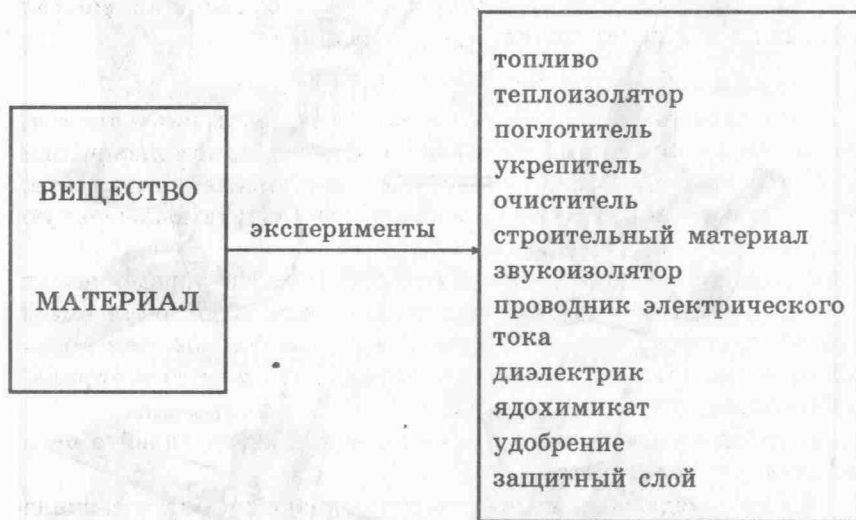


Для проведения ресурсно-поисковых экспериментов можно использовать такую методику:

- выбирается вещество или материал, поступающий в природу как загрязнитель после линии очистки;
- проводятся эксперименты для обнаружения новых полезных функций;
- составляется описание возможностей вторичного использования вещества или материала.

Сточных коллекторов, свалок, дымовых труб очень много. Еще больше количество веществ, которое выбрасывается через них в природу. Значит, наступило время возвращать их обратно в производственные циклы для получения полезной человеку и природе продукции.

### ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ



#### Задачи:

1. Предложите способы дальнейшего использования почв, загрязненных химическими веществами (удобрениями, ядохимикатами).

2. Как вы думаете, может ли произойти загрязнение экосистемы в результате быстрого размножения одного из видов травянистых растений?

3. Как вы считаете, способствует ли химическое загрязнение водоемов распространению червей-паразитов? Почему?

4. Для каких целей и как можно использовать промышленные стоки, содержащие большое количество нефтепродуктов и солей металлов?

## §15. Проведение экспериментов

Практическая работа № 19

### ОПЫТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ИНДИКАЦИИ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

Вариант 1. Определение тяжелых металлов в почве.

**Оборудование и реактивы:** сушильный шкаф, термометр (0–100 °C), ступка с пестиком (фарфоровая или агатовая), сито с капроновым полотном (диаметр отверстий 1 миллиметр), стакан (емкостью 150–200 миллилитров), набор пробирок, штатив для пробирок, лист пергаменты или кальки, раствор аммиака, желтая кровяная соль, иодид калия, хромат калия.

Методика работы (рис. 29):

1. Высушите пробу почвы до воздушного состояния в чистом, хорошо проветриваемом помещении или в сушильном шкафу при 30–40 °C, рассыпая ровным слоем на пергаменте или кальке, удаляя корешки и включения. Затем измельчите высушенную почву в ступке и просейте через сито.

2. Для получения легко растворимых солей определяемых элементов образец почвы поместите в стакан и добавьте смесь соляной и азотной кислот, взятой в 3–4 раза больше, чем количество почвы. Тщательно перемешайте (10–20 минут) и отфильтруйте через бумажный фильтр.

3. Вставьте в штатив 4 пробирки и в каждую налейте по 5 миллилитров фильтрата.

4. Для определения меди: налейте в первую пробирку сначала небольшое количество раствора аммиака (NH<sub>4</sub>OH). Если выпадает зеленоватый осадок, то налейте раствор аммиака в избытке. Если осадок растворяется и раствор окрашивается в интенсивно-синий цвет, то в исследуемом фильтрате присутствуют ионы меди. Для проверки во вторую пробирку налейте раствор желтой кровяной соли – K<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>]. Если образуется красно-бурый осадок или просто происходит окрашивание фильтрата, то это подтверждает наличие ионов меди.

5. Для определения ионов свинца в одну пробирку налейте раствор иодида калия (KI), а во вторую – раствор хромата калия



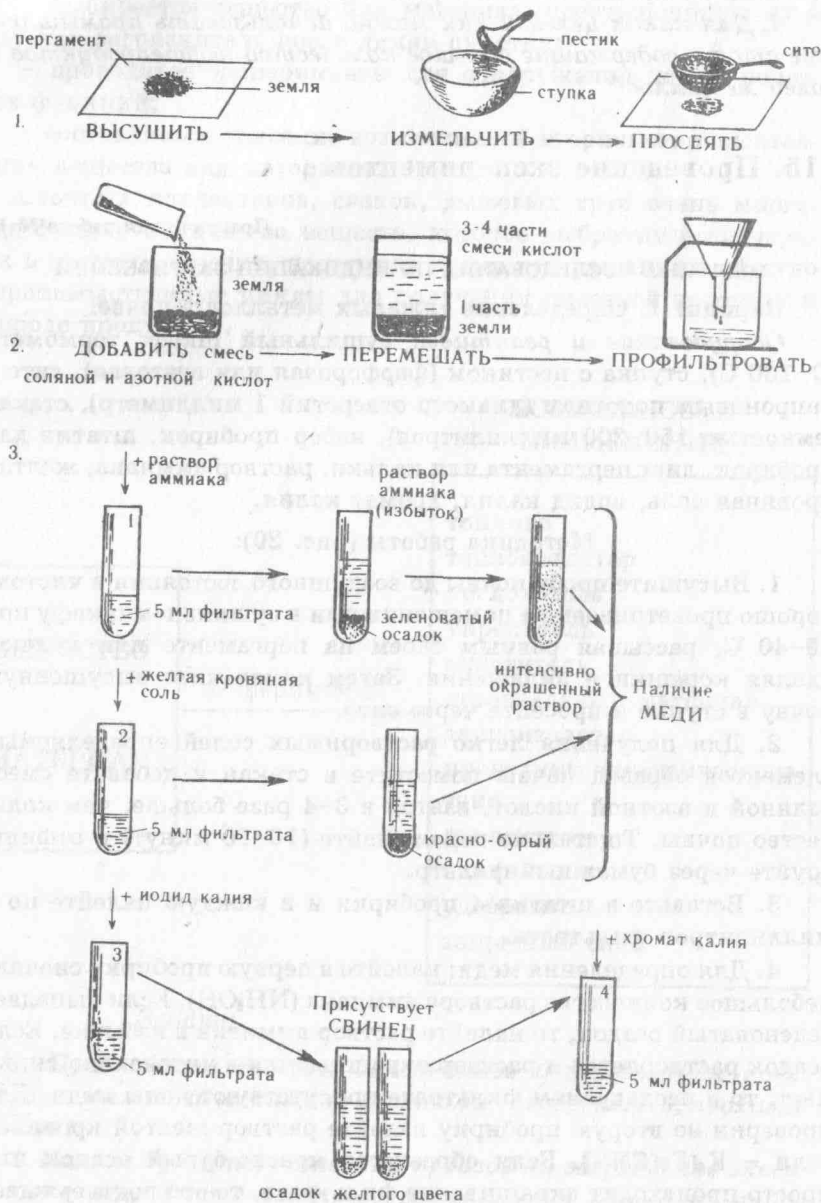


Рис. 29. Последовательность опыта по определению тяжелых металлов в почве

( $K_2CrO_4$ ), и наблюдайте за возможными изменениями в пробирках. Если в обеих пробирках выпадает осадок желтого (золотистого) цвета, то можно считать, что ионы свинца в фильтрате присутствуют.

6. Сделайте выводы на основе полученных результатов опыта.

**Вариант 2.** Определение количества минеральных и органических веществ в воде из водоема.

**Оборудование:** кварцевые или фарфоровые чашки (объемом 200 миллилитров), электроплитка, сушильный шкаф, муфельная печь или газовая горелка, теххимические (или аптекарские) весы.

**Методика работы (рис.30):**

1. Измерьте массу предварительно прокаленной чашки на весах ( $m_1$ ) и налейте в нее 100 миллилитров пробы воды. Проведите выпаривание воды на электроплитке.

2. После выпаривания внешнюю поверхность чашки протрите фильтровальной бумагой, перенесите в сушильный шкаф и просушите в течение 1 часа. Затем охладите и взвесьте ( $m_2$ ). Из полученной величины отнимите массу пустой чашки ( $m_1$ ) и определите массу растворенных веществ в мг/л.

3. В муфельной печи или с помощью газовой горелки прокалите осадок до тех пор, пока его цвет не станет белым или буроватым. Затем дайте чашке остыть и измерьте массу ( $m_3$ ). Из полученного результата отнимите массу пустой чашки и определите количество минеральных веществ в мг/л.

4. По разности между массой растворенных веществ и массой минеральных веществ найдите содержание органических веществ в пробе воды (в миллиграммах на литр).

5. Результаты измерений занесите в таблицу 25 и сделайте выводы.

**Вариант 3.** Определение загрязненности воздуха с помощью спектроскопа.

**Оборудование:** спектроскоп двухтрубный, школьный (рис. 31).

**Методика работы:**

1. Выберите экосистему с условно чистым воздухом, например, участок леса. В лесу установите спектроскоп на опоре параллельно земле, направьте коллиматорную трубку на не загороженный деревьями участок.

2. Луч света, проходя через щель коллиматорной трубки, падает на переднюю грань призмы, разлагается и выходит параллельными пучками разных цветов. Получающийся спектр рассмотрите через объектив зрительной трубки.



Рис. 32. Последовательность опыта по определению токсичных веществ в сточных водах

3. Металлическую нить, расположенную в фокальной плоскости окуляра вертикально, установите на границу перехода цветов спектра с помощью винтового микрометра и отметьте полученные значения.

4. Установите спектроскоп вблизи автомобильной дороги с интенсивным транспортным движением. Направьте коллиматорную трубку прибора в сторону дороги. Через окуляр зрительной трубки с помощью визирной нити и винтового микрометра отметьте смещение полос спектра.

5. Сравните полученные результаты измерений и сделайте выводы.

Вариант 4. Определение токсичных веществ в сточных водах.

Оборудование и реактивы: бутылка для отбора пробы воды, набор пробирок, подставка для пробирок, стакан емкостью 150–200 миллилитров, воронка, фильтровальная бумага, штатив, растворы: иодида калия, дихромата калия, желтой кровяной соли, роданида калия, сульфата железа, серной кислоты, дифениламина.

Методика работы (рис.32):

1. В полиэтиленовую бутылку наберите пробу воды из источника сточных вод для определения в ней свинца, железа, нитратов.

2. Пропустите пробу воды через бумажный фильтр в стакан. Образующийся фильтрат используется для дальнейшей работы.

3. Установите в подставку 6 пробирок. Налейте в каждую по 5 миллилитров профильтрованной пробы воды.

4. Для определения ионов свинца в одну из пробирок прилейте раствор иодида калия (KI), а во вторую – раствор хромата калия ( $K_2CrO_4$ ), и наблюдайте за изменениями в пробирках. Если в обоих случаях выпадает осадок желтого (золотистого) цвета, то это доказывает наличие в воде ионов свинца.

5. Для определения ионов железа: поочередно прилейте растворы желтой кровяной соли ( $K_4[Fe(CN)_6]$ ) и роданида калия ( $KSCN$ ). Если в первой пробирке образуется темно-синий осадок, а во второй раствор становится кроваво-красного цвета, то это свидетельствует о наличии в воде ионов железа.

6. Для определения нитрат-ионов поочередно прилейте растворы сульфата железа (II)  $FeSO_4$  + каплю концентрированной серной кислоты ( $H_2SO_4$ ) и дифениламина  $(C_6H_5)_2NH$ . Если в первой пробирке появляется бурое окрашивание, а во второй – темно-синее, то это доказывает наличие в воде нитрат-ионов.

### Задачи:

1. Составьте методику опыта для определения тяжелых металлов в листьях зеленых растений.

2. В последние годы в медицинских учреждениях стали широко использовать перевязочные материалы из морских водорослей. Какими функциями должны обладать эти материалы как перевязочные средства?

3. В некоторых районах США количество кактусов стало резко уменьшаться. Какие эксперименты необходимо провести для выяснения причин этого явления?

4. Какие особенности характерны для экосистем, расположенных в непосредственной близости от действующих вулканов?

5. При проведении экспериментов по выращиванию картофеля в условиях различной освещенности выяснилось, что освещение в течение длинного дня вызывает бурный рост и развитие надземной части растений, но совсем не дает клубней на корнях. Освещение в течение короткого дня приводит к слабому развитию зеленой надземной части куста, но значительно вырастают корни и клубни. Предложите объяснения результатам эксперимента.

Практическая работа № 20

### ОПЫТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО РЕГЕНЕРАЦИИ ЭЛЕМЕНТОВ ЭКОСИСТЕМ

#### Вариант 1. Восстановление почв

##### Методика работы:

1. Возьмите пробы почв из различных загрязненных экосистем – по результатам индикации.

2. Составьте несколько линий очистки почв и проведите экспериментальные исследования.

3. Проведите индикацию уровня загрязнения почвы после различных вариантов очистки и сравните полученные результаты.

4. Составьте описания наиболее эффективных линий очистки почвы.

#### Вариант 2. Восстановление воды

##### Методика работы:

1. Возьмите пробы воды из различных загрязненных экосистем – по результатам индикации.

2. Составьте несколько линий очистки воды и проведите экспериментальные исследования.

3. Проведите индикацию уровня загрязнения воды после различных вариантов очистки и сравните полученные результаты.

4. Составьте описания наиболее эффективных линий очистки воды.

### Задачи:

1. Предложите способы очистки воды от нефтепродуктов.

2. Во время военных действий против иракской армии при освобождении Кувейта в каждом американском военном подразделении находился курятник с белыми леггорнами.

Для каких целей были привезены куры в пустыню?

3. Из многочисленных экспериментов известно, что экстракты овсяницы – популярного в травосеянии злака могут подавлять прорастание и рост многих видов растений. Какие эксперименты необходимо провести, чтобы определить вещества, непосредственно оказывающие это подавляющее действие? Для каких практических целей можно использовать экстракты овсяницы?

4. Ученые обнаружили растения, на которые не действуют даже самые ядовитые гербициды (ядохимикаты против сорняков).

С помощью каких экспериментов можно определить механизмы защиты растений от гербицидов?

Для каких практических целей можно использовать это открытие?

5. С помощью каких экспериментов можно проверить – бумажная или полиэтиленовая упаковка больше загрязняет окружающую среду?

Практическая работа № 21

### ОПЫТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ПОИСКУ РЕСУРСОВ

#### Вариант 1. Твердые бытовые и промышленные отходы

##### Методика работы:

1. Возьмите пробы твердых бытовых и промышленных отходов. Определите долевое содержание в них различных веществ и материалов.

2. Определите возможности вторичного применения веществ и материалов и проведите эксперименты для их проверки.

3. Составьте описания возможностей вторичного применения веществ и материалов из твердых бытовых и промышленных отходов.



## Вариант 2. Жидкие бытовые и промышленные отходы

### Методика работы:

1. Возьмите пробы жидких бытовых и промышленных отходов. Определите содержание в них различных веществ.
2. Определите возможности вторичного применения веществ и проведите эксперименты для их проверки.
3. Составьте описания возможностей вторичного применения веществ из жидких бытовых и промышленных отходов.

### Задачи:

1. Какие из предложенных способов очистки грунта наиболее эффективны и наиболее безопасны: биологическое разложение, промывка водой, высокотемпературная обработка? Почему?
2. Предложите способы вторичного использования старой мебели.
3. Какие вещества и материалы из отходов можно использовать для получения тепла и электроэнергии?
4. Для каких целей в строительстве и сельском хозяйстве можно использовать отходы пластмасс и полиэтиленовой пленки?
5. Какие вещества и материалы из отходов можно использовать для накопления воды? В каких ситуациях необходимо применение подобных накопителей?

Практическая работа №11

## ОПЫТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ЭКОСИСТЕМ ПО ВЫБОРУ

### Задание:

Выберите элемент экосистемы, составьте методику и проведите индикаторные, регенерационные и ресурсно-поисковые эксперименты.

Составьте описания результатов.

### Задачи:

1. Составьте методику экспериментов для проверки уровня ядовитости химических веществ, используемых для защиты днищ морских кораблей от коррозии.
2. Что можно узнать при экспериментальном исследовании соков древесных растений, например, березы?

3. Ежегодно большое количество елочек используется на новогодних праздниках, после чего они просто выбрасываются. Предложите способы их вторичного использования.

4. С помощью каких экспериментов можно определить, что является основным в разрушении пирсов портов: морская вода, промышленные загрязнения, кислотные дожди, другие?

5. Как привлекают морские желуди других особей своего рода при расселении на камнях?

6. Составьте методику эксперимента для проверки возможностей применения яда животного происхождения для лечения домашних животных и человека.

7. Предложите возможные способы применения речных водорослей и эксперименты для их проверки.

## §16. Проблемы экспериментальных исследований

### ЭКСПЕРИМЕНТЫ В ПРИРОДЕ.

#### ПОЧЕМУ СОКРАЩАЕТСЯ ЧИСЛЕННОСТЬ ТЮЛЕНЕЙ НА БАЙКАЛЕ?

Откуда и когда появилась на Байкале нерпа, единственное водное млекопитающее, — подлинная загадка природы. Основная гипотеза связывает происхождение этой нерпы с полярным бассейном: считается, что тюлени пришли в Байкал по Енисейско-Алгарской или Лено-Витимской водным системам. В XVII столетии обилие этих зверей в озере отмечал в своих записях протопоп Аввакум.

В середине века численность нерпы определяли цифрой 25 тысяч голов, а в 1970-е годы чаще всего называли цифру 60-70 тысяч нерп. Отход животных был всегда (и погибшие звери, и подранки), но такой массовой и явной гибели, как сейчас, не наблюдалось. Причем для заболевших нерп характерна какая-то сильная «водобоязнь»: звери выбрасываются на берег.

Версия о залповом сбросе какой-то отравы не нашла подтверждения: массовая гибель нерпы была ранее всего отмечена не у реки ИЦВК или в устье реки Селенги, по которой, как считается,падают в Байкал основные ядовитые отбросы, а в Чивыркуйском заливе, наиболее чистом участке озера.

Так как нерпа в Байкале существует не изолированно, то гибель нерпы — это свидетельство глубоких нарушений, произошедших в экосистеме озера. Здесь необходимо учитывать возможное влияние на нерпу вредных веществ антропогенного проис-

хождения, которые могли поступить к ней по пищевой цепочке. На каждой трофической ступени происходит повышение концентрации вредных веществ из окружающей среды, от предшествующей ступени – на один порядок (в 10 раз). Нерпа находится на пятом трофическом уровне. Следовательно, в ее органах накапливаются вредные вещества, причем в сотню тысяч раз больше, чем в воде озера. А в Байкал, как известно, ежегодно сбрасывается 230–240 тысяч кубометров промышленных сточных вод, проходящих через сложную систему очистных сооружений Байкальского целлюлозного комбината, и около 100 тысяч кубометров условно чистых вод, которые поступают в озеро без очистки. Но даже эти так называемые очищенные сточные воды после разбавления их в 50 и даже 100 раз могут вызвать у обитателей озера мутационные изменения и даже гибель.

В настоящее время причиной гибели тюленей признана вирусная инфекция типа чумы хищных. И хотя вирус чумы всегда присутствует в популяциях тюленей (как вирус гриппа – у человека), то для того, чтобы этот вирус размножился и стал причиной гибели животных, необходимо наличие определенных условий, понижающих сопротивляемость (иммунитет) организма.

Мощным фактором понижения иммунитета являются вещества, чуждые природной среде. Среди них – пестициды, отходы промышленности и другие.

Таким образом, снижение иммунитета тюленей на Байкале могло произойти по причине загрязнения среды, а чума же просто завершила процесс.

#### *Вопросы и задания:*

*С помощью каких экспериментов можно проверить предполагаемые причины гибели животных?*

#### **ПОСЛЕДСТВИЯ ПЕРЕСЕЛЕНИЯ**

В 1911 году норвежские китобои, отправившиеся к берегам Антарктиды, взяли с собой десяток северных оленей. На острове Южная Георгия животных высадили.

Кругом лежала привычная для оленей тундра. Но Антарктида – не родное северное Заполярье, флора здесь совсем иная. Сосудистые растения почти не встречаются, а настоящего кустарника нет совсем. Пришлось животным акклиматизироваться. С традиционного «оленьего мха» они переключились на растущий пучками дернистый луговик. Свою родину олени покидали

начале весны, но ведь в Южном полушарии «все наоборот»: к их прибытию в разгаре была осень. И большинство детенышей, родившихся «не в сезон», погибло. Но через 2 года оставшимся в живых удалось «перевернуть календарь»: оленията стали появляться на свет в весеннем по южнополярному счету ноябре и набираться сил летом, в декабре-феврале. Организм оленя научился чутко следовать долготе здешних суток, подчиняться местным солнечным часам.

Лишь в одном переселенцы «выгадали» сразу: овод, столь неизбывный паразит всех жвачных на Севере, новых условий не выдержал. А ведь личинки под кожей животных, почти поголовно зараженных ими дома, наверняка благополучно преодолели экватор. Однако на родине у оленей кровососы вылупливаются обычно в мае-июне, а затем окукливаются в прогретой почве 1–2 месяца. Когда личинки вылезли на свет, Южная Георгия была в объятиях зимы, поэтому на снегу личинки погибли. В результате здесь возникло чуть ли не единственное в мире стадо полярных оленей, не знающее крылатого паразита.

Хищников здесь тоже нет, поэтому олени смогли размножаться без помех. Численность их возросла от одного десятка до трех тысяч.

Однако тут же возникла проблема, которую специалисты называют неуклюжим термином «перевыпас»: слишком много ртов, но особенно – снабженных копытами все вытаптывающих ног на единицу зеленого пространства. Даже у дернистого луговика стало не хватать выносливости и способности к восстановлению.

Но в дело включилась природа, то есть естественный регулятор, и рост поголовья несколько замедлился. Таким образом, данный опыт искусственного переселения вида на местность, где он никогда не существовал, можно считать успешным.

#### *Вопросы и задания:*

*Какие изменения произойдут в экосистеме острова с течением времени?*

#### **АККЛИМАТИЗАЦИЯ РАСТЕНИЙ И ЖИВОТНЫХ**

Время от времени та или иная страна, а то и целые континенты испытывают потрясения, начавшиеся, казалось бы, с незначительного события: случайного завоза животных или растений с других материков.

Водное растение с мягкими и длинными стеблями — канадская элодея — попала в Англию с грузом американского леса. Оно с необычайной быстротой заселило реки, озера, каналы, пруды по всей стране. Сплошная растительная масса мешала движению судов, рыболовству, забивала дренажные канавы.

В конце XIX века энтомолог-любитель Трувелло привез домой, в штат Массачусетс, некоторое количество яиц европейского непарного шелкопряда. По недосмотру несколько гусениц, которых он вывел из яиц, оказались на свободе. Размножившись, они положили начало одному из крупных нашествий вредителей на востоке США.

В конце 1930-х годов несколько африканских малярийных комаров попали (видимо, в авиатранспорте) в Бразилию. Через несколько лет в стране вспыхнула тяжелейшая эпидемия африканской малярии.

Но человек и намеренно перевозил животных с одного материка на другой, не ведая о возможных последствиях. Европейский кролик, привезенный в Австралию, стал там национальным бедствием. До сих пор страдает та же Австралия от европейских скворцов, опустошающих сады и огороды. В озере Виктория (Африка) с его уникальной ихтиофауной в 1950-х годах был выпущен нильский окунь, чтобы разнообразить рыбные уловы. Вопреки надеждам вселенец истребил многие местные виды рыб.

Таким образом, случайное попадание в новые места животных и растений — это беда, с которой борется санитарная служба в любой стране. Другое дело — намеренное переселение с целью акклиматизации: оно должно быть строго научно обосновано, проанализированы возможные результаты. Что же такое акклиматизация? Буквально это слово означает приспособление организмов к климату. Но издавна этот термин толковался более широко — как приспособление не только к климату, но и к почвам, к биоценозам. При таком понимании акклиматизация — это сложный биологический процесс.

В настоящее время считается справедливым разделить акклиматизацию на два процесса. Первый — это адаптация без генетических изменений. Так происходит акклиматизация растений, по-видимому также акклиматизируются и некоторые дикие животные, когда условия новой и родной среды очень близки. Поскольку индивидуальная адаптация не передается по наследству, акклиматизация в данном случае относится к каждой отдельно взятой особи и совершается в течение ее индивидуальной жизни.

Другой связан с приобретением генетически закрепленных адаптаций (передающихся по наследству).

Искусственное переселение животных явно различается целями и результатами, и его можно разделить на четыре формы.

Первая из них — переселение животных за пределы их естественного ареала, для обогащения фауны новым видом и использования его в хозяйственных или иных целях. Только эту форму можно считать акклиматизацией, поскольку внедрение животных в новый биоценоз сопровождается генетическим преобразованием, закреплением адаптаций в потомстве, изменением структуры биоценоза.

Вторая форма — возвращение животных в свой прежний ареал, из которого они некогда исчезли. Им нет нужды приспосабливаться, все генетически обусловленные адаптации у них уже есть, они просто занимают опустевшую было свою собственную экологическую нишу (то есть идет реакклиматизация).

Третья форма расселения — выпуск животных в популяции тех же видов для повышения плотности заселения угодий, улучшения продуктивности местных популяций, повышения их жизнестойкости. Однако такие особи либо вытесняются местными животными, либо бесследно растворяются в местной популяции. Эта форма переселения служит в основном селекционным целям, к акклиматизации она не имеет отношения.

И наконец, четвертая форма — выпуск диких животных для разведения под опекой человека с целью сохранить редкие виды или увеличить их численность.

Перестройка фауны путем акклиматизации новых видов — очень сложное дело. Если уж без нее нельзя обойтись, то проводить такую работу надо экологически грамотно. А для этого надо знать механизмы столь сложного процесса. С системной точки зрения, акклиматизационный процесс — это сложное взаимодействие биологических систем. Начинается он с вселения нового вида, что приводит к нарушению равновесия в биоценозе. Вселенцы попадают в новые условия среды, к которым частично или полностью не приспособлены. Часть особей, не сумев приспособиться, гибнет, а выжившие занимают свойственную им экологическую нишу. Если она была свободна, то вселенцы на первых порах не испытывают воздействия со стороны членов местного биоценоза, создаются благоприятные условия для размножения, что новый вид и использует. Численность нового вида стремительно растет, пока позволяют кормовые ресурсы. А затем снижается до безопасного для биоценоза уровня.



Одновременно в группе вселенцев происходят специфические процессы и на генетическом уровне. Часть особей гибнет, а будущая популяция начинает формироваться из немногих жизнеспособных особей. С каждым новым поколением накапливается генотипическая изменчивость, доходя до уровня, свойственного данному виду, то есть генетическое равновесие восстанавливается.

Таким образом, в акклиматизационном процессе можно выделить три ясно выраженные стадии.

В стадии натурализации не происходит генетических преобразований, идет лишь индивидуальная адаптация. Уцелевшие особи становятся основателями популяции нового вида.

Стадия экологического взрыва начинается с размножения уцелевших особей, численность которых быстро растет, но лишь временно и при наличии больших запасов пищи и отсутствии экологических конкурентов. Затем численность сокращается под действием регулирующих факторов биоценоза.

Если новый вид уцелеет, наступает третья и последняя стадия – популяционная. Здесь новый вид становится членом биоценоза, включается во все его взаимосвязи.

#### Вопросы и задания:

*С помощью каких методов можно заранее определить – будет ли акклиматизация успешной или нет? Какие условия необходимо соблюдать для успешной акклиматизации?*

### ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОЧВ

Многие начинают понимать: химизация почвы – это способ взятия урожая в долг. Теперь наступает время вернуть долг почве. Агрономам и почвоведом пришлось вернуться к использованию в качестве удобрения ранее отвергаемых навоза и компостов... Но ведь таковой возврат теперь уже ожидаемого эффекта почему-то не принес! Разумеется, опыты ежегодного внесения в почву навоза дали положительные результаты, но за полвека содержание гумуса в дерновоподзолистой почве таким способом, как свидетельствуют расчеты, можно поднять всего на несколько процентов! Причем, если поле окажется чуть дальше 15 километров, то прибавка урожая может не окупить затрат на производство и транспортировку компостов.

Где же выход из столь сложной ситуации? Выход есть! Это экологически чистая технология, которая рассматривает навоз

как источник питательных веществ, способных к быстрой трансформации: первое – в полноценный белок животного происхождения, пригодный для кормления свиней, кур и прудовой рыбы, и второе – в зернистое гумусное удобрение для полей, отличающееся непревзойденными качествами в смысле повышения плодородия почв и рентабельности их применения. То есть, выходит, «одним выстрелом можно двух зайцев убить»... При переработке дождевыми червями тонны сухого навоза получается 600 килограммов сухого гумусного удобрения с содержанием от 25 до 40 процентов гумуса, в котором около 1 процента азота, столько же фосфора и калия, в котором есть все другие микроэлементы, необходимые растениям. Ну а остальные 400 килограммов органических питательных веществ трансформируются в 100 килограммов полноценного белка в виде биомассы сухих червей. Как видим, коэффициент перевода 3:1, то есть лучший из известных коэффициентов перевода питательных веществ в живую биомассу.

Способность дождевых червей превращать навоз и другие органикосодержащие отходы и отбросы в полноценный белок и гумусное удобрение – выгоднейшая операция, не использованная в нашей экономике по какому-то странному недоразумению!

Ведь такие гранулированные гумусные удобрения превосходят навоз и компосты по содержанию гумуса в 4–8 раз. В отличие от них, они не обладают инертностью действия и дают резкую прибавку урожайности. Вегетационный период у растений при этом сокращается на 2–3 недели. Но ни один гектар даже самых лучших земель не может сравниться по продуктивности с гектаром, на котором «выращиваются» дождевые черви. Гектар пшеницы дает в умеренном климате 350 килограммов белка, гектар кукурузы (зерна) – 390 килограммов, клевера – тысячу... А гектар по данной технологии дает в год 40 тысяч килограммов белой муки (5 процентов влажности).

Из этого следует, что при промышленном культивировании черви могут восполнить в кормовом балансе страны весь дефицит в самой ценной его – белковой – части и повысить КПД использования кормов в среднем на 25 процентов. Черви могут успешно замещаться свиньям, курам, прудовой рыбе, бычкам как в сыром, так и в вареном виде в количествах, удовлетворяющих их потребности в белке. При скормливания курам и прудовой рыбе выборку червей из субстрата, не ленись, производят сами животные. Ведь это лакомый для них «кусочек». Мясу животных при этом сообщаются высокие товарные свойства.

## ОПЫТ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ФЕРМЕРСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Английский агроэколог М.Килей-Вортингтон опубликовал результаты 6-летнего эксперимента на ферме площадью 150 гектаров, расположенной на одном из Гибридных островов. Климат здесь, на северо-западной окраине Британских островов, влажный и прохладный (свыше 1200 миллиметров осадков в год, средние температуры самого холодного и самого теплого месяцев — +15 и +25 °C). Территория относится к так называемым «мокрым пустыням» и нарушена длительным использованием человеком — преимущественно в целях скотоводства. Первичная растительность почти полностью уничтожена. Население островов пользуется привозным продовольствием. В основу преобразования фермы были положены экологические принципы — общее повышение биологического разнообразия, замыкание циклов питательных элементов, создание ниш для диких и домашних животных (коровы, овцы, свиньи, ламы, гуси, утки, куры). Часть пашни (около 10 процентов) была осушена и обогащена органикой (в том числе и морскими водорослями), что остановило выщелачивание почвы, повысило содержание в ней гумуса и активировало микробиологические процессы. Выращивались рожь, ячмень, крестоцветные. Была проведена лесомелиорация.

Для корма скота широко использовались крапива, одуванчик. Умеренно применялись фосфорные удобрения, а пестициды были исключены вовсе. Увеличили поголовье лошадей, вдвое сократили тракторный парк и расход дизельного топлива (количество потребляемой электроэнергии за годы эксперимента не менялось). Было ограничено применение лекарств для животных, отменены хирургические операции.

Экологически чистый район привлек туристов и охотников, что дало дополнительный доход, и с четвертого года после создания инфраструктур ферма стала рентабельной. Производимых продуктов хватало для полного обеспечения работников (исключая кофе и чай), а часть продукции животноводства даже шла на рынок.

На ферме полностью реализованы требования устойчивого экологического сельского хозяйства — биологические, экономические, природоохранные, этические и эстетические.

### Вопросы и задания:

*Сравните обе технологии преобразования сельского хозяйства. Какая из них наиболее эффективна? Почему? Составьте объединенную технологию.*

## МНОГОЛЕТНИЕ УДОБРЕНИЯ

Широчайшее распространение аллергических заболеваний только один из видов отпора, который получает весьма могущественный, но не очень цивилизованный человек. Важнейшей конкретной причиной этих болезней стали минеральные удобрения.

Страдают от их бестолкового применения не только люди. В опасности оказываются птицы, когда ветер разносит по лугам и лесам минеральную пыль. Гибнут рыбы, когда дожди смывают в пруды и реки растворившиеся в воде удобрения. Да и для самой почвы не очень благотворна чрезмерная концентрация некоторых веществ, которые оставляются в кучах на полях нерадивыми аграрниками. Но что же делать? Ведь сегодня без минеральных удобрений невозможно прокормить все возрастающее население планеты.

Прежде чем ответить на поставленный вопрос, давайте помечтаем. Представим себе, что по нашему хотению любые требования выполняются. Какие же претензии предъявим мы тогда к минеральным удобрениям?

Прежде всего, они должны стать прочными, не крошиться. Это избавит нас от пыли. Сократятся потери при перевозках, разбрасывание удобрений уже не будет вредной работой, и, главное, существенно улучшится экологическая обстановка. Вторых, все известные неорганические удобрения — поликристаллы. Это значит, что они имеют постоянный состав. А очень бы хотелось плавно менять его, чтобы регулировать кислотность почвы, получать оптимальную концентрацию микроэлементов, подбирать удобрения под конкретную зону и вид агрокультуры. Третьих, хорошо бы иметь удобрения не одноразового действия, а, так сказать, многолетнее. Внести его, и года три-четыре не беспокоиться.

И наконец, последнее пожелание. Возможно, оно выглядит чрезмерным. Но пусть послужит нам оправданием бальзаковская мысль — если уж мечтать, то ни в чем себе не отказывая. Итак, потребуем, чтобы воображаемое удобрение активно действовало в период роста и плодоношения растений, а в остальное время переходило на приторможенный режим. Ну вот и все.

Может показаться, что весьма сложно обеспечить одновременное выполнение этих максималистических запросов. Однако на самом деле рецепт решения проблемы хорошо известен. В первую очередь фармацевтам, поскольку они уже давно используют «пластмассовые» растворимые капсулы для доставки всяческих снадобий в человеческий организм. Точно так же, приме-

няя полимерную упаковку, агрохимики создали «пилюли» для питания растений. По всей видимости, последнее слово в этой области принадлежит Санкт-Петербуржским ученым. Доктор химических наук Гарегин Оганесович Карапетян и его сотрудники из Санкт-Петербургского технического университета предложили оригинальную методику производства экологически чистых удобрений. Поскольку она сейчас патентуется, еще нельзя описать ее достаточно подробно. Но общая схема такова. Гранула удобрения размещается в стекле особого типа. Капсула превращается в твердую сверкающую «карамельку». Существенно, что при этом используется близкая к обычной технология стекольного производства. Конечно, ни о какой пыли нет и речи. Стекляшки удобрений можно хранить и перевозить, не опасаясь ветра и сырости, их удобно вносить в почву, нет нужды в респираторах, уже не грозят аллергические заболевания. В новую тару легко ввести компоненты любого состава, а это значит, что заранее можно подобрать наилучшие дозировки. Ведь стекла в отличие от кристаллов – соединения переменного состава. Причем подкормка растений пойдет не по принципу «то густо, то пусто», а умеренно и постоянно. С заданным темпом будет растворяться стеклянная упаковка, и в корневую систему поступят нужные растению вещества в необходимом количестве. Естественно, что питание станет качественным, своевременным и экономным.

Кроме всего прочего, отпадет необходимость вносить удобрения по весне. Ведь полное растворение капсулы может завершиться за 3–4 года. Сколько удастся сберечь топлива, времени, людских сил! Наконец, еще об одном преимуществе новинки. Естественно, что стекло быстрее растворяется при повышенной температуре. Выходит, летом, когда растениям особенно нужна подкормка, она будет интенсивной, а зимой практически прекратится. Если не забыли, это было наше последнее желание.

Новое удобрение, содержащее калий, кальций, магний, фосфор и множество микроэлементов, его создатели назвали «агровитакво». Набор этих латинских слов означает, что оно годится не только для полей, но и для прудов, где разводится рыба, питающаяся водорослями. Уже проведены испытания на суше и в воде. Результаты получены превосходные.

#### *Вопросы и задания:*

*Предложите другие решения для проблем применения минеральных удобрений на полях.*

## ИСПОЛЬЗОВАТЬ, СЖИГАТЬ ИЛИ ХОРОНИТЬ?

Проблема значительных скоплений бытовых отходов стала актуальной задолго до наших дней, с возникновением первых больших городов. Кстати, содержимое мусорных куч Древнего Египта и Вавилона для археологов едва ли более важный источник информации, нежели папирусы и глиняные таблички с клинописью. Однако в последних ничего не говорится об актуальности мусорной проблемы для фараонов и царей Междуречья. Практически все крупные города древности располагались, по меньшей мере, в субтропиках, а в тепле, как известно, любая органика быстро превращается в углекислый газ и воду.

Иная ситуация сложилась в Средние века в Западной Европе. Каждый город его жители превращали в самую настоящую крепость, то есть обносили прочными каменными стенами. Крестьяне близлежащих хуторов и сел, страдающие от жестоких притеснений своих феодалов и кровавых набегов соседей, при первой же возможности перебирались в города. Крестьянин, переехавший в город, еще несколько поколений оставался крестьянином. По старой сельской привычке помои выливались прямо за окно, на горе случайным прохожим и на радость свиньям, гусям, курам, в изобилии бродившим по улочкам.

В середине XIV века в Европе началась страшная эпидемия «черной смерти» – чумы, унесшей больше трети населения континента. Вопреки распространенному заблуждению, чума посетила Старый Свет не впервые: еще в 251 году в Средиземноморье свирепствовала «Чума Киприана», а с 531 по 580 года – «Юстинианова чума». Но только в эпоху Возрождения на обильном городском мусоре расплодилось небывалая по своим масштабам популяция крыс, ставших вместе с блохами главными переносчиками страшной инфекции.

После ужасной эпидемии всем стало ясно, что больше так жить нельзя. Решали проблему уничтожения мусора по-разному: например, знаменитый английский философ Юм пишет о Великом Лондонском пожаре 1667 года: «После огненной бури город очень быстро отстроился заново, и строители проследили за тем, чтобы улицы были сделаны более широкими и прямыми, чем до сих пор. Как ни велико было несчастье, его счастливые последствия оказались еще больше, так как после пожара Лондон оказался значительно здоровее. Чума, бушевавшая здесь по два-три раза в век, а в промежутке между крупными эпидемиями таившаяся в одном из самых грязных уголков города, со времени этого великого бедствия не появлялась ни разу».



В XX веке положение «на рынке мусора» вновь обострилось, поскольку рост населения, в первую очередь городского, значительно обогнал возможности городских служб уничтожать бытовые отходы в традициях прошлого – захоронением и сжиганием.

Первый из них до сих пор остается главным. В России таким образом утилизируют ни мало, ни много – 98 процентов городских отходов. Для этой цели в России отчуждено 0,8 миллиона гектаров земли, среди которых не только пустыри и овраги, но и плодородные черноземы. Практически каждый отечественный «полигон по захоронению отходов» не что иное, как отвратительная, сочащаяся всякой дрянью свалка под открытым небом, о чем присутствию близ дороги обоняние сообщает нам прежде любого другого органа чувств. Везут туда что попало, сливают как попало, а уж о каких-то природоохранных мерах и говорить не приходится.

Большую часть того, что не вывозят на свалки, сжигают на специальных заводах, а в городах – прямо во дворах. Но подобные мини-аналоги Великого Лондонского пожара имеют как плюсы, так и минусы. Вне зависимости от того, идет ли речь о спецзаводе самой последней модели или о примитивной мусоросжигательной печке, весьма распространенной в небольших городах США, результат вроде бы один: 90 процентов отходов окисляется и в виде летучих соединений попадает в атмосферу, а остальные 10 процентов золы несложно захоронить или даже использовать при строительных работах. Но вот беда: для того, чтобы с дымом в воздух не попадали более токсичные, нежели исходный мусор, вещества, нужно, во-первых, соблюдать определенный температурный режим, а во-вторых, хотя бы приблизительно представлять, что именно в печи находится. Например, поливинилхлорид необходимо сжигать при температуре 1200 °C. Если температура поднимается выше, дым насыщается фосгеном, если падает ниже – диоксинами. Тем не менее с экономической точки зрения сжигать мусор довольно выгодно. Теплотворная способность сухих отходов достигает 9 мДж/кг (для сравнения: у древесины такой же влажности – 18-20 мДж/кг). Причем, чем крупнее печь, тем больше отдача. Установки, сжигающие более 2 тонн отходов в час, могут служить источниками тепла.

Наиболее совершенную систему сжигания мусора применяют в Швеции, в частности, в небольшом городке Сандбиберг, к северу от Стокгольма. В каждом доме вместо мусоропровода приспособлен специальный желоб, закрытый на уровне первого этажа клапаном, который открывается несколько раз в день по сигналу

с мусоросжигательного завода. Накопившиеся к тому времени отходы пневматической тягой перемещаются по трубопроводу в бункер предприятия. Кстати, тепла, полученного при сжигании отходов из четырех домов, достаточно для отопления и горячего водоснабжения одного из них.

Но сегодня уже ясно: и сжигание, и захоронение – пути, ведущие в тупик. Сегодня весь мир переходит на другие методы борьбы с мусором – реутилизацию и пиролиз. Необходимое условие – предварительная сортировка мусора. Овчинка стоит выделки: в бытовом мусоре Гамбурга 30 процентов составляют пригодные для компостирования органические вещества; 23,1 – бумага и картон; 22,7 – стеклобой; 4,5 – металлы и 19,7 – прочие отходы (пластмасса, кожа, дерево). Пока системы сортировки налаживают в двух направлениях: в квартирах и непосредственно на перерабатывающих предприятиях. Металлы там извлекаются с помощью магнита, пластмассу, стекло и камни отсеивают, а органические отходы измельчают, определяют в них соотношение углерода к азоту и затем превращают в субстрат для компоста: в зависимости от результатов анализа добавляют туда либо высокоуглеродистые вещества (опилки, тряпье), либо высокоазотистые (отходы с боен, рыбу чешую, канализационный ил). Для поглощения неизбежных неприятных запахов субстрат пересыпают почвой. Наиболее простой и, само собой, неэффективный способ компостирования – обычное аэробное (то есть при доступе воздуха) брожение. Его очевидное достоинство в том, что гибнет большая часть вредных микроорганизмов и семян сорняков, поскольку такое брожение идет при повышенных (до 50–70 °C) температурах. Но по этой же причине субстрат теряет много азота, а значит, снижается ценность будущего удобрения. Более рационально проводить анаэробное брожение в специальных герметичных емкостях – метантенках. В этом случае удается утилизировать газовую фазу (смесь углеводородов с преобладанием метана), которую используют в качестве топлива. Перебродивший остаток – прекрасное удобрение.

Переработка неорганических отходов – вопрос чисто технологический, и после отделения их друг от друга проблема решается так же, как и с промышленными отходами. Пиролиз (по-гречески – разрушение огнем) – это процесс, при котором измельченный мусор без доступа кислорода нагревают во вращающемся барабане при температуре 450 °C. Образующиеся горючие газы улавливаются, а твердый остаток превращается в нефте- и коксоподобные вещества. И то, и другое вполне пригодно в

качестве топлива. Пиролизные установки способны «переваривать» очень многое – осадок сточных вод и отходы пластмасс, старые шины и древесину. По расчетам ученых Германии, пиролизная установка окупает себя там, где ею пользуются всего тысяча семей.

В заключение ознакомимся с передовым опытом борьбы против мусора в Дании. Это государство по праву считается одним из самых благополучных в экологическом отношении. Методы борьбы с отходами, принятые в этой стране, в порядке приоритетности располагаются следующим образом: 1) рециркуляция, или повторное использование; 2) сжигание, пиролиз с получением полезной энергии; 3) контролируемое захоронение (в перспективе сохраняется возможность рекультивации участка).

Но главная надежда властей – так называемая «Зеленая система». В каждый дом приносят два ящика: зеленый – для отходов, подлежащих утилизации и рециркуляции (картон, жестяные банки, пластмасса, фольга, стекло) и серый – для органических или влажных и грязных субстратов. Содержимое зеленых ящиков сортируют на специальном заводе, а содержимое серых доставляют на свалки, компостные площадки или сжигают. На сегодняшний день в эту систему включено около 70 тысяч домашних хозяйств. В 1990–1992 годах правительство выделило 8,5 миллиона фунтов стерлингов на разработку системы «трех ящиков», при которой серый ящик делится на два – для влажных отходов, подлежащих компостированию, и для сухих, подлежащих сжиганию.

#### *Вопросы и задания:*

*Составьте программу решения проблемы мусора в вашем крае.*

### ПРОБЛЕМА МОЛОЧНЫХ ПАКЕТОВ

Как переработать полиэтилен – вроде бы известно. С отходами бумаг тоже проблем не возникает. Но бумага, дублированная полиэтиленом да еще пропитанная парафином – например, для молочных пакетов – совсем не пригодна для вторичной переработки. Отделять полиэтилен от бумаги не только трудно, но и экономически невыгодно. А выброшенные на свалку молочные пакеты, долговечность которых не поддается точным измерениям, создают крайне серьезную экологическую проблему.

Однако кое-какие обнадеживающие результаты в борьбе с этим вторсырьем уже есть. Если пакеты измельчить и добавить

в почву, то это улучшит ее структуру и увеличит урожай. К тому же истертые в порошок молочные пакеты, добавленные в расплав синтетических полимеров, придают получаемым пластмассам легкость, прочность и красоту. И стоимость таких пластиков намного ниже.

Но все это методы промышленной переработки. А можно ли решить проблему молочных пакетов иначе? Оказывается, можно... если их не выбрасывать на свалку!

Молочные пакеты чаще всего прощаются со своим содержимым в кухне. Здесь им и самое место, причем отнюдь не в мусорном ведре.

В молочных пакетах (кроме пирамидок) очень удобно хранить некоторые продукты. Если нужна герметичная упаковка, то можно заварить сложенные вместе верхние кромки полоской полиэтилена, проглаженной утюгом или паяльником.

Равномерно заполнив пустые молочные пакеты, можно заморозить впрок домашние пельмени, ягоды, грибы, стебли ревеня, зелень и другие продукты. Пустой молочный пакет – прекрасный мусоросборник для мелкого сора на кухне. Поставив пакетик около плиты или раковины, можно не бегать с каждой спичкой или бумажкой к мусоропроводу. Положив пакет на бок и вырезав верх, можно легко превратить его в маленький огород на кухонном окне. В таком импровизированном ящичке хорошо выращивать зеленый лук из проросших головок или кресс – салат.

Если ведется строительство, молочные пакеты могут заменить дорогой нынче кирпич – ими выкладываются внутренние перегородки и теплоизолирующие обкладки стен. Для братьев наших меньших можно из пакетов изготовить кормушки, например, для птиц. Такую кормушку легко прикрепить не только к дереву, но и к переплету оконной рамы. А через стекло интересно наблюдать за повадками гостей.

Кирпич и бетонные плитки не всегда доступны садоводам. Но если есть цемент и пустые пакеты, то можно все сделать вручную. Заполненные бетоном молочные пакеты сделают намного привлекательней садовые дорожки, цветочные бордюры и бортики грядок.

Возможно найти и другие способы использования пакетов. Годятся все, кроме одного – выбрасывать на помойку.

#### *Вопросы и задания:*

*Какие еще упаковки и для каких целей можно использовать?*

## КАК ЗАМЕДЛИТЬ АНТРОПОГЕННОЕ СТАРЕНИЕ ОЗЕР?

Одни озера умирают сами по себе с течением времени, а другие – под влиянием хозяйственной деятельности человека. В своем развитии озеро проходит несколько стадий: формирование, естественное старение и умирание. Время жизни озер различно. Такие крупные озера, как Байкал в Азии и Танганьика в Африке, существуют уже много миллионов лет. Существуют и совсем недолго живущие маленькие озера в районах вечной мерзлоты или, например, провальные озера в Новгородской и Архангельской областях. Время протекания разных стадий жизни у разных озер также неодинаково. Есть озера, которые образовались в течение нескольких часов. Так, например, Сарезское озеро на Памире возникло в 1911 году в результате землетрясения, когда в долину реки Мургаб с пятикилометровой высоты обрушилась огромная скала, запрудившая русло. Медленно формировались большие озера – Ладожское и Онежское: они образовались десятки тысяч лет назад при отступлении ледника.

По-разному происходит и старение озер. Многие озера заполняются донными отложениями и превращаются в болота. Заметно старение озер Ладожского, Севан, Балхаш. Оно сопровождается появлением большого количества водорослей (цветение воды) из-за избытка так называемых биогенных элементов (фосфора, азота), замещением ценных форелевых пород рыб сиговыми и, наконец, карповыми породами. Интенсивное цветение водоема свидетельствует о глубочайших изменениях в его экосистеме. Значительно возросло количество азото- и фосфорсодержащих веществ, поступающих в воду вместе с минеральными удобрениями, со стоками предприятий алюминиевой промышленности, с моющими средствами... Все это способствует антропогенному или, как говорят, «культурному» старению озер. Процессам старения сопутствует уменьшение содержания в воде растворенного кислорода и снижение прозрачности воды, а также повышение интенсивности процессов гниения.

Можно ли прекратить или замедлить процесс старения и загрязнения озер? Если естественное старение озера остановить нельзя, то, оказывается, антропогенное старение можно замедлить или вообще прекратить. Для этого существует достаточно много способов.

Существенно замедлились темпы антропогенного загрязнения озера Эри в Северной Америке после того, как в результате принятия радикальных мер уменьшилось поступление биогенных веществ от предприятий, сброс биогенов с полей и поступ-

ление в воды озера моющих средств. Кардинальной мерой борьбы может считаться отведение стоков не только из озера, но и с водосбора. Введение очистки вод с изъятием из стоков фосфор- и азотсодержащих веществ эффективно, но сильно удорожает экологические мероприятия. Поэтому необходим переход на новые технологии оборотного водоснабжения, в том числе – безводные технологии.

Существуют способы, позволяющие переводить биогены стоков в форму, мало приемлемую для использования водорослями. Например, если добавлять к стокам сульфат меди, это приводит к осаждению биогенов и переходу их в малодоступную для водорослей форму. Такой опыт проводился в течение 58 лет на озере в штате Миннесота.

Для малых озер и водохранилищ применяется сбор специальными машинами макрофитов. Можно удалять их, спуская воду из водоемов. При наступлении ледостава водоросли вмораживаются в лед. Затем, когда уровень воды в озере повышается, происходит вырывание растений. Представляется целесообразной изоляция дна водоемов, так как загрязнения концентрируются в донных отложениях. Когда озеро замерзнет, лед можно покрыть полиэтиленовой пленкой и засыпать его песком. После того, как лед растает, пленка равномерно покроет дно. Можно также углубить озеро, это способствует расслоению вод по температуре, которое препятствует их перемешиванию и поднятию донных отложений.

Существуют и биологические методы борьбы со старением озер или экотехнология. Можно способствовать развитию травоядных рыб, которые, потребляя в массовых количествах растительную пищу, изымают из водной экосистемы биогенные вещества. Качество вод озера можно улучшить путем разведения хищных рыб, которые уничтожают рыб, потребляющих планктон. При этом возрастает численность рачков – фильтраторов, что способствует очистке воды. Такой эксперимент был выполнен на озере Раунд (Канада). При этом прозрачность воды увеличилась за два года с 2 до 5 метров.

Можно ли бороться с закислением вод озер, и каковы пределы этого закисления? Остановить этот процесс может только сокращение выбросов в атмосферу соединений серы и азота. Для этого необходимо не только совершенствовать очистку выбросов, но и переводить предприятия на такие виды топлива, как газ.

Существуют районы, в которых озера самой природой защищены от закисления. Обычно там преобладают известняки и



доломиты, которые легко вступают в реакцию с кислотами. В районах, сложенных изверженными породами — гранитами, гнейсами, базальтами — с тонким почвенным покровом, опасность закисления наибольшая.

#### Вопросы и задания:

*Какие из предложенных способов очистки озер наиболее эффективны? Почему? Какие еще способы очистки озер вы можете предложить?*

### ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ И ЖИВЫЕ ОРГАНИЗМЫ

Помните, как в сказке Пушкина царевич Гвидон превратился в комара. И впился тетке в правый глаз. Ужасная история! А ведь это могло бы и не произойти, сиди она под мощной линией электропередачи: у таких ЛЭП сильное электромагнитное излучение, которое начисто отбивает аппетит у комаров. И не только у них — например, возле ЛЭП намного сокращается сбор меда.

Конечно, земные обитатели постоянно имеют дело с электричеством, но влияние природных электромагнитных полей невелико. Лишь перед грозой их влияние на живые организмы возрастает, потому все живое затихает. Увы, под линиями электропередач затишье постоянно, независимо от погоды и времени суток. Например, у двукрылых насекомых резко сокращается количество передвижений. Совсем у малюсеньких раздвигаются крылышки, а ноги прилипают к заряженным поверхностям.

Для проверки такого поведения животных были проведены эксперименты на взрослых комарах, обычных обитателях лесных опушек. Их отлавливали за 1–1,5 часа до начала опытов. Сами эксперименты проводились в садках, в стенах лаборатории и в природе, у макета ЛЭП. Макет — это четыре провода, натянутых на высоте одного метра над землей. Результаты лабораторных и природных опытов почти ничем не отличались. При включении электрического поля возрастало число чистящихся насекомых, при еще большем напряжении почти все мошки взлетали, а у оставшихся на месте начинали неестественно дрожать усики и лапки. Дело в том, что электрическое сопротивление мягких тканей комаров ниже, чем покровы, и комары «кишками» чувствуют разряды. Только через три часа поведение комаров становится обычным.

Замечено, что у насекомых под действием электромагнитных полей нарушаются многие формы поведения. Так что ЛЭП становится для них экологическим барьером.

Но только ли на насекомых оказывает такое заметное влияние электромагнитное излучение?

Оказывается, нет. Еще в 1964 году в «Тайм Мэгазин» (США) появилась статья, в которой утверждалось, что симптомы нервозности, непрерывной усталости, головные боли, нарушение сна и рвота у тридцати детей, которых наблюдали два врача, были связаны с тем, что все эти дети проводили у телевизора от 3 до 6 часов в будние дни недели и от 12 до 20 часов по выходным дням. Эта статья заинтересовала американского ученого Джона Отта. Он предположил, что световые волны различной частоты могут влиять на физическое благосостояние людей вследствие воздействия радиации и, в частности, рентгеновских лучей. Для проверки этого постулата Отт закрыл половину кинескопа цветного телевизора свинцовым экраном, используемым обычно для защиты от рентгеновских лучей. Вторую половину он закрыл толстой черной фотобумагой, которая отсекает только видимый и ультрафиолетовый свет, а другие частоты электромагнитного излучения пропускает. Затем Отт разместил 6 горшков с побегами фасоли против каждой из половин кинескопа. Для контроля использовались еще 6 горшков с побегами фасоли, которые размещались снаружи, на расстоянии 50 футов от теплицы, где находился телевизор.

По истечении 3 недель растения фасоли, как экранированные свинцовым экраном, так и растущие снаружи, достигли высоты 6 дюймов и выглядели здоровыми и нормальными. Растения же фасоли, экранированные от телевизора только фотобумагой, оказались поврежденными радиацией, обнаружив несвойственный для фасоли рост. Аналогичные эксперименты с белыми крысами продемонстрировали, что подвергшиеся действию излучения грызуны стали более активными и агрессивными с последующим впадением в сонное состояние до такой степени, что возникла необходимость расталкивать их, чтобы заставить двигаться в клетках.

Затем Отт соприкоснулся с возможностью того, что диапазон частот световой энергии может оказывать влияние на развитие и рост раковой опухоли у людей. Данный вывод возник тогда, когда врачи, работающие в области исследования рака в одном из крупнейших госпиталей Нью-Йорка, согласились попросить 15 больных раком провести максимально возможное время снару-

жи, под естественным солнечным светом вне застеклений, устранив, таким образом, источники излучения при включении телевизора.

К концу лета имела место полная согласованность результатов применительно ко всем, участвующим в исследовании, так как у 14 из 15 пациентов не обнаружили дальнейшего развития опухоли.

Возвращаясь к проблеме с детьми, Отт смог провести исследования по возможному воздействию телевизоров на подростков, с анализом их поведения. Отт реализовал проверку домашних телевизоров, у которых просиживали малыши, и обнаружил измеряемые количества рентгеновского излучения у большинства из них, особенно у тех, которые работали уже много часов без ремонта. По его просьбе родители согласились создать детям возможность как можно больше играть на свежем воздухе в период летних каникул и сидеть достаточно далеко от телевизора, когда они его смотрят.

В ноябре, когда начался учебный год, Отт констатировал, что проблемы поведения у детей, прошедших такой курс лечения, значительно уменьшились.

Таким образом, Отт своими экспериментами убедил всех стать на путь контроля вредного излучения, порождаемого изделиями электроники. А растения фасоли можно поблагодарить за показ ему пути к истине.

#### *Вопросы и задания:*

*Составьте методiku и проведите эксперименты для проверки последствий воздействия электронного излучения на живые организмы.*

### ВАСИЛИЙ ВАСИЛЬЕВИЧ ДОКУЧАЕВ

Василий Васильевич Докучаев родился 1 марта 1846 года в селе Милуково Сычевского уезда Смоленской губернии. Детство свое он провел среди детей крестьян, принадлежавших помещику. Обученный отцом грамоте, прочитав самостоятельно все церковные книги, он поступил в Вяземское духовное училище.

Из Вязьмы Василия Докучаева, учившегося успешно, перевели в Смоленск, где он, окончив в 1861 году духовное училище, становится слушателем духовной семинарии. Требования здесь были новые, а обучали по старинке – царила зубрежка. Преподавали не только различные церковные премудрости, но и обу-

чали языкам, целому ряду наук. Казалось бы, профессиональная карьера священнослужителя была предрешена. Однако затем жизненные планы В. Докучаева резко меняются: вместо духовной семинарии он поступает в Петербургский университет. На последнем курсе в выборе темы дипломной работы ему помог профессор П. А. Пузыревский, читавший лекции по геологии. А сам путь в геологию начался у Василия Докучаева от берегов ничем не примечательной речки Качни у него на родине. Вооружившись лопатой, карандашом и блокнотом, он с восходом солнца отправлялся к реке. Писать приходилось мало, значительно больше – раскапывать обрывы. И земля охотно раскрывала перед ним свои тайны. Первое научное сообщение В. В. Докучаева, посвященное наносным отложениям речки Качни, состоялось 15 декабря 1871 года и было опубликовано в трудах Петербургского общества естествоиспытателей.

Осенью 1872 года он занимает предложенную ему должность консерватора (хранителя) при Геологическом кабинете Петербургского университета. Одновременно он продолжает изучать природу своей родной Смоленской губернии. Однако узкая научная специализация не привлекает Докучаева. В 1875 году появилась первая крупная работа Докучаева: «По вопросу об осушении болот вообще и в частности об осушении Полесья», в которой он обосновал важную роль болот в природе (подпитывают ручьи и реки, подобно лесам, регулируют поверхностный сток). С необычайной прозорливостью Докучаев отметил: «... прежде чем затрачивать миллионы на осушение болот, необходимо положительно доказать, что реки, берущие свое начало в торфянистых болотах, могут обойтись без них. Иначе нам придется еще больше затратить и труда, и средств, чтобы обводнить осушенную местность». Основной довод его работы: прежде чем вмешаться в жизнь природы, необходимо всесторонне и профессионально исследовать ее, обращая пристальное внимание на историю современных форм рельефа, ландшафтов в целом.

Для Докучаева гипотезы и теории, даже мнения известных специалистов не имели существенного значения. Он сам искал достоверные факты, обобщал их и на этой основе вырабатывал собственное мнение, в своих работах выступал против отклонений от научного метода, против гипотез, которые принимаются без должных сомнений и оговорок. Докучаев считал: необходимо ориентироваться на сбор фактов, причем самых разных, относящихся к природе, окружающей ученого. Потому что факт, а не гипотеза лежит в основе науки. В 1879 году освободилось место

заведующего кафедрой минералогии Петербургского университета, и Докучаеву предложили эту должность. Он стал доцентом (а с 1883 года – профессором). Появилась возможность вырваться из тисков бедности, иметь собственную научную базу (лабораторию) и учеников.

В своих лекциях Докучаев специальный раздел посвятил образованию и превращениям минералов. Он понимал, что минералы существуют не сами по себе, они включены в сложнейшую и не во всем еще разгаданную жизнь земной коры, на которую воздействуют воздух, вода, живые организмы, тепло и холод, солнечные лучи. Не ограничиваясь только описанием минералов, Докучаев уделяет внимание формам залегания и распространения минеральных тел, скоплений минералов в земной коре. Он описывает экологию минералов, их взаимосвязи и «места обитания» в природе, связывает минералогию с учением о полезных ископаемых.

Обычно ученый, набирая силу и знания, постепенно расширяет область своих исследований. С Докучаевым было иначе. В первое десятилетие занятий наукой ему удалось выступать как геологу, минералогу, кристаллографу, болотоведу, даже археологу. Но затем он все больше и больше увлекается изучением почв.

Еще до работ В.В. Докучаева было накоплено множество самых разнообразных сведений о строении, химическом составе, физических свойствах почвы, но преимущественно с точки зрения земледелия. Выяснилась огромная роль живых организмов в почвенном плодородии. Вот только собранные сведения еще не были обобщены, приведены в единую систему, сведены в убедительное учение, пронизанное сквозной идеей. Еще не выработались представления о жизни почв, их происхождении и развитии. Сделать это предстояло Докучаеву.

Первая научная работа, посвященная почвам, относится к 1874 году: «О подзоле Смоленской губернии». В дальнейшем Докучаев разработал программу изучения чернозема. И здесь проявился очевидный дар ученого выявлять проблемы, ставить плодотворные научные вопросы. В «Итогах о русском черноземе» он проанализировал фактический материал о распространении чернозема и показал достоинства и недостатки имевшихся в то время почвенных карт и классификаций. Докучаев отметил совершенно неудовлетворительные знания геологии чернозема. А ведь только геология, по его мнению, может предоставить сведения о происхождении почвы и ее связях с окружающей природной средой.

Идеи Докучаева были поддержаны государством, и для проведения исследований были выделены немалые средства. Полевыми работами Докучаев охватил огромные территории между речья Волги и Дона, Заволжья, Предуралья. За два полевых сезона он сумел обследовать не только всю черноземную зону России, пересекая ее несколько раз в разных направлениях, но и прилегающие территории. Помимо описаний, он отобрал почти полтысячи образцов почв, преимущественно черноземных. По результатам работы была издана почвенная карта и составлена объяснительная записка. Работая над ней, Докучаев издал в 1879 году крупное теоретическое сочинение «Картография русских почв». В нем он дал наиболее точное (для того времени) определение почв: «Это суть поверхностно лежащие минерально-органические образования, которые всегда более или менее окрашены гумусом; эти тела имеют свое собственное происхождение; они всегда и всюду являются результатом совокупной деятельности материнской горной породы, живых и отживших организмов (как растений, так и животных), климата, возраста страны и рельефа местности; почва, как и всякий другой организм, всегда имеет известное строение, нормальную толщину и нормальное положение...» Для Докучаева главными были не какие-либо конкретные методы исследований, а само природное тело в его взаимодействии с окружающей средой. Ученый приходит к убеждению, что для почвообразования решающее значение имеют климатические условия.

В 1880 году он выступает с докладом: «Какие общие меры могли бы способствовать поднятию крайне низкого уровня почвоведения в России». Не соглашаясь с теми, кто ссылаясь на неурожай, вызванный плохой климатической обстановкой, он доказывает, что главная причина – это люди, их неудовлетворительное знание природы. По его мнению, даже засухи не будут так страшны, если разумно организовать задержание снега, талых и дождевых вод. То есть впервые высказывается мысль о рациональном улучшении природы. В 1883 году за свой труд «Русский чернозем» Докучаев получает звание доктора минералогии и геологии и должность профессора. У него появляются ученики, складывается докучаевская школа почвоведения. Можно сказать так: Василий Васильевич создал свою научную семью, своеобразное товарищество по научным исследованиям, в котором он был наставником, руководителем, учителем. Результаты работы оказались внушительными. В 1886 году были опубликованы 14-томные «Материалы к оценке земель Нижегородской



губернии», а также геологическая и почвенная карты. Впервые указывается, что на истощение почв влияет не только научно-технический уровень земледелия, но и отношение человека к земле. И истощенные почвы как бы мстят человеку за свою беду, давая низкие урожаи. От этого еще больше скудеет земля. Создается замкнутый круг. Какой же выход? Докучаев утверждает, что выход может подсказать только наука. Но тут же предупреждает, что теория без практики суха и мертва, однако и практика без теории неуправляема, ненадежна, стихийна. Практические мероприятия, опыт взаимодействия с природой Докучаев признавал основанием и конечной целью любых научных исследований. А эти исследования должны направлять практику, содействовать гармонии человека и окружающей среды. Здесь Докучаев выступил наперекор мнению большинства. Не из склонности к противоречиям – из уважения к научному методу, из стремления к правде и желания помочь людям если не сейчас, то в будущем. Он защищает прежде всего природу России от неразумной эксплуатации, когда более всего страдает почва – это необычайное природное тело. Надо научиться путешествовать в далекое прошлое, чтобы уловить вековые изменения окружающей природы и постичь их закономерности. Катастрофическая засуха, по мнению Докучаева, не случайность, а тяжкая болезнь, для лечения которой надо прежде выяснить ее причины, поставить верный диагноз, а уж затем назначить меры лечения.

Докучаев занимался не только научными исследованиями, но и выступал как пропагандист и просветитель. В 1892 году он издает сборник материалов «Наши степи прежде и теперь». Самое замечательное в этой книге то, что она ориентирована в будущее. История степей и даже их настоящее интересуют Докучаева только в связи с их дальнейшей судьбой: чем лучше мы знаем прошлое, тем яснее понимаем настоящее и определеннее можем судить о будущем. Совместное творчество человека и природы – залог благосостояния народа. Еще одним важным практическим делом стало для Докучаева создание русской почвоведческой школы и подготовка специалистов. Позаботился он и о создании специальных исследовательских институтов и научных кадров. Предложил устроить почвенный, метеорологический и биологический институты или комитеты, опытные станции, на которых проводилось бы испытание научных рекомендаций, причем не только по вопросам общего земледелия и зоотехники, но и по отдельным отраслям: плодоводству, льноводству, пчеловодству, рыболовству.

К этому времени у Докучаева окончательно складываются научные идеи о зонах природы (биосферы). По его мнению, изменение климатических и растительных зон Земли происходит не только от экватора планеты к полюсам, то есть по горизонтали, но и по вертикали, включая и почву. По твердому убеждению Докучаева, хозяйственная деятельность человека должна не подавлять и переиначивать окружающую природную среду, а находиться с ней в гармоническом единстве. Значит, необходимо учитывать, в частности, зоны природы (ландшафты): «... Следует строго приурочить и наши севообороты, и наше скотоводство, и наши культурные растения, и наше садоводство, плодоводство и лесоводство к зональным, русским, физическим сельскохозяйственным условиям...»

Свою работу Докучаев понимал не как службу, а как служение – родине, народу, науке. Поэтому всегда взваливал на себя непосильный груз работ. Вопреки советам врачей, едва лишь справившись с очередной болезнью, вновь начинал работать в полную силу. Жизнь для него была самоотдачей. С конца 1900 года Докучаев безнадежно болел, работать не мог, постепенно и мучительно теряя рассудок, скончался 23 октября 1903 года.

#### ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ЧТЕНИЯ

1. *Виноградов А.К.* Превращать сточные воды в морские//Химия и жизнь. 1989. №7. С.34.
2. *Кузнецов А.* Лицом к планете//Природа и человек. 1989. №6. С.21-25.
3. *Маркин В.* Два драгоценных озера//Наука и жизнь. 1991. №11. С.16-22.
4. *Массаев К.* Яд в квартире//Природа и человек. 1990. №7. С.33.
5. *Миркин Б.* Размышления о траве//Знание – сила. 1988. №9. С.18-22.
6. *Низовцев В.В.* Баскунчак искалечен//Химия и жизнь. 1988. №10. С.8-10.
7. *Опасный туман*//Знание – сила. 1988. №11. С.64.
8. *Сухая С.* Пепел из Филадельфии//Природа и человек. 1990. №8. С.54-55.
9. *Финкельштейн А.И.* Кипяченая вода//Химия и жизнь. 1992. №11. С.80.
10. *Шаханов М.* Арал и наша нравственность//Техника – молодежи. 1989. № 5. С.14-17.

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ

### §17. Реконструкция экосистем

Вспомним, с чего начиналась экологическая экспертиза участка реки Лиелупе. На первом – исследовательском этапе – была поставлена проблема: выяснить причины гибели рыбы, составлена методика исследования экосистемы и проведены наблюдения и измерения параметров абиотических, биотических и антропогенных факторов. На втором этапе – аналитическом – была построена комплексная модель экосистемы реки, проведены системный и всеполюсный анализ и предложены гипотезы для объяснения причин гибели рыбы. Эти гипотезы следующие: гибель рыбы могла наступить в результате теплового и химического загрязнения воды в реке сточными водами из коллекторов и в результате бурного размножения водорослей, что привело к уменьшению воздуха в воде. Для проверки выдвинутых гипотез были проведены экспериментальные, в частности, индикационные исследования, по результатам которых можно достаточно точно утверждать о причинах гибели рыбы. Основная причина – это высокий уровень химического загрязнения воды в реке.

Мы подошли к третьему этапу экспертизы – проектному. Это – этап разработки комплексных предложений по изменению ситуации в экосистеме и предотвращению возможных экологических катастроф. Первым элементом проектного этапа является реконструкция экосистемы.

**Реконструкция** – это разработка и внедрение предложений по изменению строения экосистемы для уменьшения или полного прекращения отрицательных эффектов. В нашем случае отрицательные эффекты – это действие сточных вод, поступающих в экосистему реки по коллекторам. Вода, которая возвращается в экосистему после использования для промышленных и бытовых целей, должна соответствовать по параметрам воде в реке. Различия между параметрами (кислотность, температура, цвет, прозрачность) недопустимы. Реконструкция экосистемы – это не полное изменение всех ее элементов, а только тех из них, которые нарушают естественное развитие экосистемы. В экосистеме участка реки Лиелупе естественное развитие нарушают сточные воды.

Поэтому наше предложение сводится к необходимости возвращать воду в реку после ее использования примерно с такими же параметрами, с какими она поступает из реки для промышленного и бытового использования. Этого можно достичь, если

построить очистные сооружения непосредственно на промышленных предприятиях или общие для всех предприятий и жилых районов. Возможен вариант создания каскада очистных сооружений. А если очистные сооружения уже есть? Но ведь по коллекторам поступает загрязненная вода, значит, эти сооружения недостаточно эффективны, необходима их реконструкция. Для этого на аналитическом этапе экспертизы были проведены регенерационные эксперименты, результаты которых можно использовать для оформления конкретных предложений.

Таким образом, реконструкция экосистемы предполагает изменение тех элементов, которые вызывают отрицательные эффекты. Для проведения реконструкции можно использовать следующий общий алгоритм:

1. Определить элементы экосистемы, которые нарушают естественное развитие и создают отрицательные эффекты.
2. Предложить возможности полного вынесения данных элементов из экосистемы или их изменение для уменьшения отрицательных эффектов. Для этого используются результаты регенерационных и ресурсно-поисковых экспериментов.

Проведение реконструкции экосистемы позволит предотвратить повторение подобных катастроф в будущем.

#### Задачи:

*1. Сточные воды, попадающие в океаны, разрушают коралловые острова. Индийские ученые создали вещество, с помощью которого скорость роста кораллов увеличивается. Как вы думаете, можно ли будет с помощью этого вещества сохранить коралловые острова? Почему?*

*2. Лотос недаром считается символом чистоты. Его листья обладают любопытным свойством – грязь и пыль, попавшие на поверхность листа, легко смываются водой или сдуваются ветром. Почему грязь и пыль легко покидают поверхность листьев лотоса? Для каких практических целей можно использовать «эффект лотоса»?*

*3. В Италии созданы стабилизированные растения – деревья хвойных пород, в которые искусственно введены химические вещества. В результате этого деревья не растут, но и не умирают. Какое практическое значение имеет создание таких растений?*

*4. Для каких целей проводится озеленение наружной поверхности жилых домов и промышленных зданий?*

*5. Предложите способы реконструкции экосистемы луга, на окраине которого расположены огороды.*



Рис. 33. Структура и глобальные проблемы биосферы

## §18. Автономные технические системы

Даже самая эффективная реконструкция экосистемы не во всех случаях дает полностью положительный результат. Почему? Потому что любая реконструкция – это предотвращение последствий, а причины остаются без изменений. Предотвращение загрязнения реки Лиелупе путем строительства очистных сооружений еще не устраняет причину образования самих загрязнений. Какие бы эффективные очистные сооружения мы ни установили, полностью очистить сточные воды невозможно. Вода не станет такой же чистой, какой была в реке до того, как ее взяли для использования. Через сточные коллекторы в реку будет поступать вода, хотя бы незначительно загрязненная. Возможно, на первых порах это не приведет к серьезным последствиям, но через длительное время, в течение которого загрязнения будут накапливаться, изменения начнутся и можно предположить, что экосистема медленно, но будет разрушаться.

Так что же делать? Выход только один – создавать автономные технические системы или технику замкнутого цикла.

**Автономные технические системы** – это технические конструкции, которые работают на ограниченном использовании природных ресурсов, перерабатывая собственные отходы. Создание автономных технических систем (АТС) – это задача ближайших десятилетий. Промедление в этом вопросе недопустимо, мы уже живем в эпоху экологического кризиса. Автономность технической системы следует понимать как независимость от природы. Конечно, сразу построить технические системы, полностью автономные от природы, невозможно, еще длительное время они будут использовать природные ресурсы: воду, воздух, полезные ископаемые. Но можно уже сейчас резко снизить потребляемое количество этих ресурсов.

В перспективе перед инженерами стоит задача создания технических систем, использующих в качестве сырья отходы как промышленные, так и бытовые. Второе важнейшее направление – резкое снижение бытовых и промышленных отходов. Если внимательно присмотреться к экосистемам, то у них не бывает отходов, которые бы выбрасывались в другие экосистемы. Таким образом, в природе в течение многих сотен миллионов лет созданы безотходные технологии. Научиться у природы и построить аналогичные технические системы – автономные или замкнутые – вот цель, достойная человечества. Достижение этой цели позволит не только сохранить природу, частью которой является и сам



человек, но и значительно усовершенствовать технику. Что же сегодня делается в этом направлении?

В США есть аквариум, представляющий собой герметически запаянный сферический сосуд, не нуждающийся в каком-либо уходе. Его обитатели – рачки, водоросли и бактерии. Это полностью автономная экосистема, отличная модель для понимания принципов построения технических систем. А вот несколько примеров первых попыток создания автономных технических систем.

Для отопления своих коттеджей многие швейцарские фермеры используют натуральное тепло грунта на собственном земельном участке. В почву укладывают на глубине одного метра сеть пластмассовых труб, заполненных рассолом. Рассол нагревается за счет тепла почвы и поступает в систему обогрева теплиц.

В Великобритании и других странах действуют энергетические установки, вырабатывающие электроэнергию путем сжигания промышленного и бытового мусора. Остающаяся зола используется в качестве удобрения. Для этих же целей в США используется шелуха арахисовых орехов, что позволяет значительно экономить каменный уголь и природный газ. Из полиэтиленовых отходов в той же Америке начали изготавливать прекрасные пластмассовые доски и другие строительные материалы. налажен выпуск мебели из пустых молочных пакетов. Это лишь несколько примеров рационального использования того, что все мы долгие годы называли отходами производства. Теперь нужно серьезно задуматься над возможностями использования отходов в качестве сырья для промышленных предприятий. С помощью ресурсно-поисковых экспериментов такие возможности можно найти.

Не следует думать, что построение автономных технических систем – задача, быстро выполняемая. Это не так. Для ее реализации нужны десятилетия, а может быть, и сотни лет. Но уже сегодня нужно начинать. Завтра может быть поздно.

#### *Задачи:*

1. Нетканый материал, на котором вырастает трава, начали выпускать в Германии. В него вносят семена луговых растений прямо на заводе. Для каких целей можно использовать этот материал?

2. На сахарных заводах основные отходы – это свекловичный жмых, подслащенная вода после кристаллизации сахара и газовые выбросы после сжигания угля на ТЭЦ. Предложите способы вторичного использования этих отходов.

3. Предложите способы использования соломы, остающейся после уборки зерна на полях.

4. Один из основных недостатков электростанций – это выброс в водоемы нагретых вод. Предложите способы их использования.

5. Для каких целей можно использовать сучья, остающиеся после рубки деревьев в лесу?

## §19. Проектирование ландшафтов

Трудно исправлять собственные ошибки, еще трудней исправлять ошибки других. Столетиями люди строили города, промышленные предприятия, располагали агросистемы так, как им было выгодно. При этом мало задумывались над тем ущербом, который будет нанесен природе, когда эти системы начнут функционировать. Посмотрите, как расположены промышленные предприятия в вашем городе: рядом с ними находятся жилые дома, школы, детские площадки и парки. Часто промышленные предприятия и агросистемы расположены недалеко от реки, чтобы удобнее брать воду и ... сливать промышленные стоки. Такое расположение технических систем разрушает ландшафты.

Ландшафты – это крупные природные территории. В настоящее время происходит быстрая урбанизация – техническое обустройство ландшафтов. Следует признать, что урбанизация ландшафтов не соответствует законам экологии Коммонера. В частности, нарушаются два важнейших: 1) все должно куда-то деваться, то есть отходы промышленных и агропромышленных предприятий должны перерабатываться и ни в коем случае не накапливаться ни на поверхности земли, ни в ее недрах (вспомним наши свалки); 2) все связано со всем, то есть если мы используем какие-либо природные ресурсы (растения, животных, полезные ископаемые), то, чтобы не допустить нарушений природных связей, должны восстанавливать все взятое из природы – высаживать растения, восстанавливать численность животных и возобновлять запасы полезных ископаемых. Последнее кажется фантастикой, однако исследования ученых показывают, что в подземных пустотах, возникающих в результате добычи полезных ископаемых, можно накапливать различные отходы, которые в определенных сочетаниях дают горючие и другие полезные вещества.

Проектирование ландшафтов – это разработка проектов урбанизации природных территорий в соответствии с законами

экологии. А какие варианты размещения технических систем возможны? Таких вариантов очень много. Общие принципы размещения технических систем следующие: 1) использованные природные ресурсы должны искусственно восстанавливаться; 2) промышленные предприятия должны располагаться так, чтобы отходы одних служили бы сырьем для рядом находящихся других; 3) необходимо сохранять от воздействий человека эталоны природы – заповедные территории; 4) возле промышленных предприятий должны располагаться буферные (защитные) природные зоны и ни в коем случае жилые районы. Это лишь некоторые из принципов проектирования. Предложите другие...

В настоящее время разрабатываются проекты будущих городов. В 1991 году в штате Аризона на юго-западе США начат необычный эксперимент. Восемь «бионавтов»-добровольцев проведут два года в биологически замкнутой системе, площадью почти 13 тысяч квадратных метров, где будут воспроизводиться основные земные процессы, необходимые для поддержания жизни. В течение двух лет бионавты будут питаться продуктами, выращенными в лаборатории, пить воду и дышать воздухом, полученным в результате многократной регенерации в искусственной микробиосфере. Под стеклянными сводами лаборатории разместились тропические джунгли с водопадом, саванна, пустыня, мини-океан с коралловыми рифами, соленой водой и настоящими волнами, а также пресные водоемы, в которых водятся рыба. Среди 3800 видов растений (бананы, орехи, пшеница, картофель...) здесь обитают как весьма «прозаические» (свиньи, козы), так и экзотические животные (колибри, разнообразные бабочки).

В Японии принят проект «Геограница». Начальная его стадия предусматривает строительство частными компаниями подземного помещения для электростанции. Затем предстоит соорудить подземную железную дорогу. В дальнейшем будет построен подземный городок. Он включает сооружение на глубине 110 метров здания цилиндрической формы, высотой 60 метров и диаметром 80 метров. Здесь предстоит разместить ряд отелей, магазинов, предприятие по переработке бытовых и промышленных отходов. И, наконец, ведутся разработки проектов подводных и космических городов для возможных поселений людей уже в недалеком будущем (рис. 34, 35). Разработки подземных, подводных, наземных и космических биосфер несомненно нужны, но их создание не означает, что жизнь на Земле прекратится. Наоборот, жизнь будет развиваться, и для этого необходимо научиться экологически правильно проектировать ландшафты.

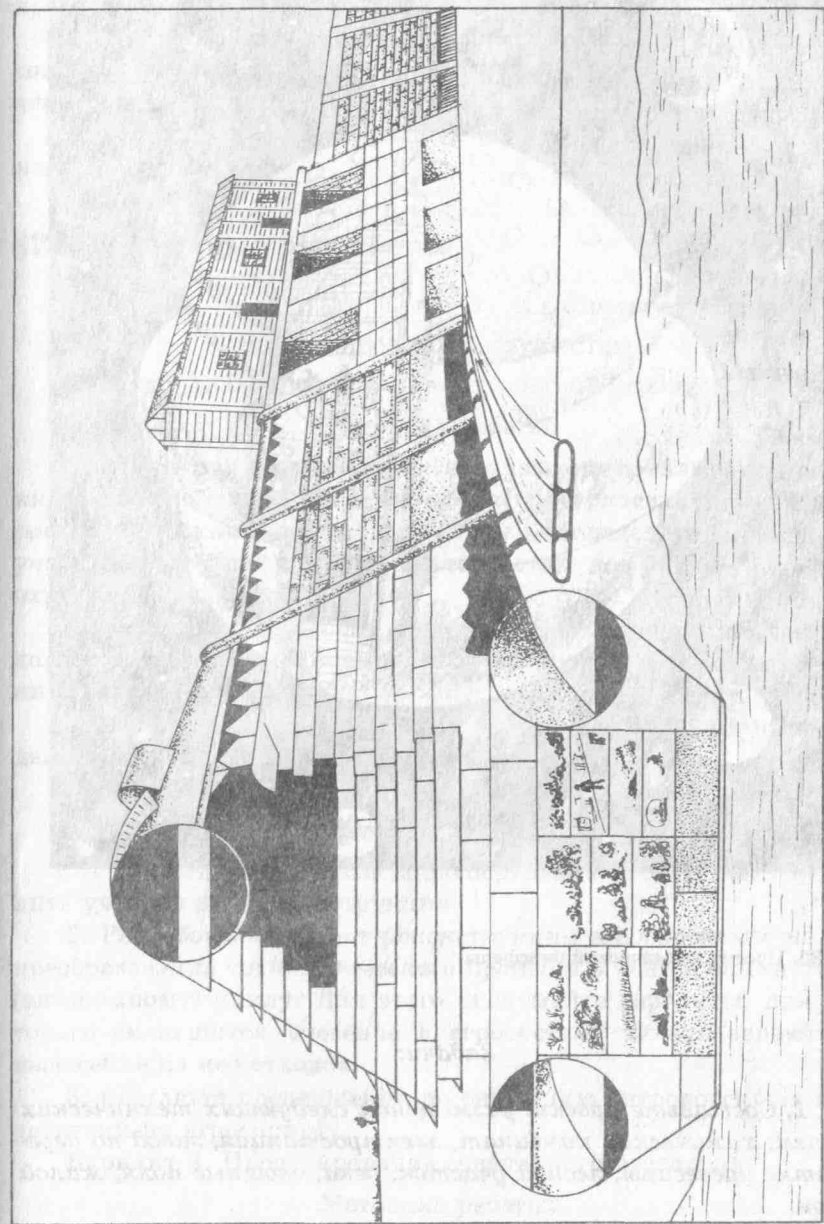


Рис. 34. Проект подводно-надводной биосферы

3. Какие проблемы необходимо решить при разработке проектов подводной и подземной биосфер? Какие решения этих проблем вы можете предложить?

4. К каким последствиям для окружающей среды приведет создание водохранилищ для электростанций? Какие решения этой проблемы вы можете предложить?

5. Составьте проект комплексной подземно-подводно-наземной биосферы.

## §20. Проектные разработки

Практическая работа № 23

### ПРОЕКТИРОВАНИЕ АГРОСИСТЕМ

Вариант 1. Проектирование охраняемой территории

Методика работы:

1. Используя результаты экспертизы, материалы из Красной книги и периодической печати о распространении охраняемых растений и животных в вашем крае, определите возможные участки в городе или его окрестностях для проектирования охраняемой территории.

2. Разработайте проект охраняемой территории, в которой должны быть: 1) охраняемая зона; 2) зона отдыха и просвещения; 3) буферная зона.

3. Составьте предложения по снижению антропогенных воздействий на охраняемую территорию.

Вариант 2. Проектирование замкнутой агросистемы

Методика работы:

1. Используя результаты экспертизы агросистемы, определите участки для реконструкции.

2. Разработайте проект реконструкции агросистемы с целью преобразования технологического процесса в ней по замкнутому (автономному) циклу. Для этого продумайте варианты, при которых уменьшится внесение в агросистему любых веществ и вынесение из нее отходов.

3. Составьте предложения по снижению антропогенных воздействий на агросистему.

Вариант 3. Проектирование санитарного лесопарка

Методика работы:

1. Используя результаты экспертизы участка санитарного леса, определите территории для реконструкции.

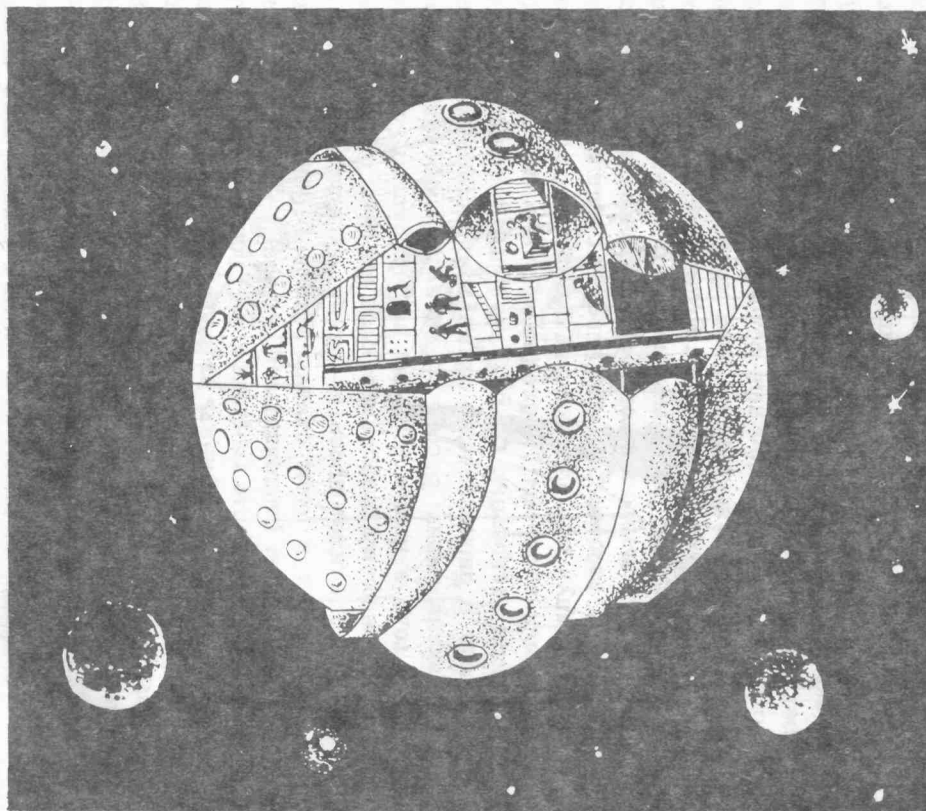


Рис. 35. Проект космической биосферы

Задачи:

1. Составьте проект размещения следующих технических систем: химический комбинат, электростанция, завод по переработке древесины, лесной участок, река, овощные поля, жилой район.

2. Составьте проект электростанции, использующей тепло земной коры.



2. Разработайте проект реконструкции санитарного леса в лесопарк, в котором должны быть: 1) охранная лесная зона; 2) лесной парк для отдыха людей; 3) буферная зона.

3. Составьте предложения по снижению антропогенных воздействий на зону лесопарка.

#### Задачи:

1. При изучении остатков цивилизации древних майя обнаружена система каналов, которые использовались для орошения полей. Однако в одном из каналов вода была очень соленой, явно не пригодной для использования на полях. Для каких целей использовался этот канал?
2. В каких случаях невозможна организация охраняемой территории в экосистеме?
3. Для каких целей создается буферная зона вокруг охраняемой территории?
4. Предложите способы задержания минеральных удобрений на полях.
5. По каким признакам можно определить, нуждается ли участок санитарного леса в реконструкции или нет?

Практическая работа № 24

#### ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОСИСТЕМ

Вариант 1. Проектирование автономного промышленного объекта (с замкнутым производственным циклом)

#### Методика работы:

1. Используя результаты экспертизы промышленного объекта, определите производственные участки для реконструкции.
2. Разработайте проект реконструкции производственных участков, в котором: 1) уменьшено потребление природных ресурсов для производства используются отходы; 2) налажена переработка отходов; 3) введены дополнительные системы очистки отходов.
3. Составьте предложения о возможности совмещения данного промышленного объекта с другими для переработки отходов производства.

Вариант 2. Проектирование регенерационных реакторов для комплекса утилизации

#### Методика работы:

1. Используя результаты регенерационных и ресурсно-поисковых экспериментов, составьте модель линии утилизации бытовых и промышленных отходов.

2. Разработайте проект регенерационных установок, в которых должны быть: 1) реакторы для уничтожения ядовитых веществ; 2) реакторы для разделения веществ; 3) реакторы для получения тепла. Кроме этих могут быть и другие реакторы.

3. Составьте предложения о возможности использования отходов, поступающих на свалки в промышленном производстве.

Вариант 3. Проектирование жилого района

#### Методика работы:

1. Используя результаты экспертизы жилого района, определите участки для реконструкции.
2. Разработайте проект реконструкции жилого района, в котором должны быть: 1) дополнительные зеленые зоны; 2) предложения по озеленению зданий; 3) предложения по уменьшению автомобильного движения; 4) предложения по использованию бытовых отходов.
3. Составьте предложения по уменьшению антропогенных воздействий на жилой район.

#### Задачи:

1. Допустим, вы решили создать грибную поляну в одном из парков города. Какие грибы вы будете выращивать и какие агротехнические мероприятия необходимо для этого провести?
2. Американские ученые пробовали создать искусственные болота с целью компенсации утраченных естественных. Однако исследования показали, что искусственные болота бедны питательными веществами, в них плохо развиваются растения и животные. Как вы думаете, почему?
3. Предложите способы защиты огородов, расположенных на берегу реки, от весенних наводнений.
4. Возможно ли строительство жилого района непосредственно в лесном массиве? Какие ограничения необходимо соблюдать при этом?
5. По каким признакам можно судить о значительных антропогенных нарушениях в жилом районе?

Практическая работа №25

#### ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБЪЕКТА ПО ВЫБОРУ

Выберите объект, разработайте проект его реконструкции и составьте предложения по снижению антропогенных воздействий на его территории.

### Задачи:

1. Ежегодно определенное количество диких животных получает травмы, и возникает необходимость в их лечении. Какие возможные варианты для их лечения вы можете предложить?
2. Предложите способы защиты растений субтропиков от снегопадов.
3. С помощью каких экспериментов можно проверить, вредны ли растения-паразиты растениям-хозяевам?
4. Какие условия необходимо соблюдать при разведении рыбы на фермах?
5. Предложите способы защиты грунтовых вод от антропогенного засоления.
6. С помощью каких экспериментов можно проверить экологическое состояние вашей квартиры?
7. Почему в отдельные годы без, казалось бы, видимых внешних причин резко возрастает кислотность почвы?
8. Недавно опубликовали описание американского изобретения, суть которого в том, что овощные культуры и садовые деревья покрываются тонким слоем полимеров для защиты от засухи. Насколько безопасно это изобретение для природы? Какие еще решения этой проблемы вы можете предложить?

## §21. Проблемы проектирования

### БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА ВОДЕМОВ

Самое простое определение того, что можно назвать чистой, биологически полноценной водой, звучит так: это прозрачная вода без запаха и цвета, в которой неопределенно долго могут без вреда для себя существовать водные организмы. Именно такая вода становится все большим дефицитом, все сильнее мы страдаем от ее недостатка.

В чем же состоит чудесный секрет, которым владеет Природа, заключающийся в том, что только она одна способна дарить нам идеальную по качеству воду? Это секрет человечеству удалось разгадать, и его необходимо использовать. Дело в том, что в естественных условиях, первоначально не потревоженной человеком Природой, подчас происходило ухудшение качества воды, но вода сама собой постепенно «исправлялась».

Обычная речка имеет четыре взаимозависимых природных механизма самоочищения воды. Рассмотрим первый. Предста-

вим себе речку, извилистое русло которой выносит воду на широкий плес с замедленным течением. Низкий берег здесь порос различными растениями, часть из них выступает из воды, а часть полностью уходит под воду. Существуют еще и растения с плавающими на поверхности воды листьями или вообще свободно плавающие растения. К первой группе следует отнести манник или тростник, ко второй — многие виды рдестов, к третьей — гречиху земноводную, кубышку, ряску. В зарослях водных растений бурно кипит жизнь: ползают по стеблям улитки, разные рачки, прячутся личинки насекомых, в илистый грунт забиваются черви и комары-драгуны, на живых и неживых предметах под водой селятся водоросли эпифитона. В каждой капле воды, взятой отсюда под микроскоп, обнаруживаются тысячи различных микроорганизмов. Все вместе — растения, животные и микрорганзисмы — составляют единую совокупность, биоценоз, выполняющий фильтрующую, окислительную и деминерализующую функции, а вода оставляет здесь большую часть органических и минеральных взвесей, микроорганизмов и солей. С другой стороны, эти заросли служат естественным барьером для загрязняющих веществ, смываемых с берега, например, во время дождя.

Второй механизм дезактивации можно проследить на песчаном пляже, куда загрязняющие вещества выносятся с набегающими волнами и уходят в песок, который обладает прекрасной фильтрационной способностью.

Третий механизм наблюдается у высокого берега, где в реке образуются глубокие ямы — омуты, выполняющие роль ловушек отстойников. На дне омутов происходит медленное разрушение различных органических остатков до полной их минерализации, в том числе трупов животных. Кислород сюда не попадает, вместо процессов гниения здесь протекают процессы брожения с образованием метана, сероводорода и других продуктов бескислородного, анаэробного процесса распада.

Наконец, четвертый механизм самоочищения связан с обогащением воды кислородом на каменистых мелких, быстрых и шумных перекагах. Вода здесь хорошо просвечивается до самого дна.

Уровень активности обменных процессов в водоемах и водотоках зависит от концентрации в воде некоторых особенно важных, можно сказать, ключевых элементов. В первую очередь, это фосфор и азот, иногда кремний. С повышением их содержания увеличивается концентрация в воде живых организмов и продук-

так как из-за замедленности водообмена, свойственной внутреннему Балтийскому морю, нефть и нефтепродукты здесь наиболее опасные загрязнители. Долгое время считали, что пляжи Янтарного берега на всем протяжении образуются в результате единого вдольберегового потока наносов. Однако проведенные опыты позволили выявить существование местных систем перемещения наносов — своеобразных почти замкнутых ячеек, внутри которых происходит циркуляция. Из-за этой особенности загрязняющие вещества, попадающие в воду с суши, концентрируются именно в прибрежной зоне шириной в несколько десятков метров. В этой прибрежной зоне находятся основные богатства Янтарного берега. Это берега, окаймленные зарослями тростника и камыша, подводные луга злодей, роголистника, богатая водная флора (лещ, судак, салака). Большинство участков берега заняты сосновыми борами или смешанными лесами из бука, ели, дуба и граба. На берегах живет масса различных млекопитающих: олени, лоси, дикие кабаны, белки, барсуки.

Поэтому всякая угроза жизнедеятельности растительного и животного мира Янтарного берега должна быть исключена. Как же улучшить состояние береговой зоны? В настоящее время при разработке берегоукрепляющих мероприятий учитывается механизм местного перемещения наносов, то есть создание волногасящих пляжей, когда песок для них перебрасывается из других мест по трубам гидромеханическим способом. Полагают, что таким способом за 4 года песок образует волногасящие пляжи шириной 200–250 метров. Укреплению побережья способствует также уполаживание береговых склонов, проведение дренажных работ, посадка деревьев и кустарников.

Улучшает береговую среду и создание искусственной суши у низменных побережий, так называемых польдерных земель. Для этого прибрежные участки моря или залива отгораживаются дамбами, а морская вода откачивается насосами. Такие «построенные» земли используются в основном для выращивания многолетних трав.

Обогащению и укреплению береговой зоны благоприятствует акклиматизация некоторых видов растений. Особенно успешно акклиматизированы канадская ель и горная сосна, имеющая альпийское происхождение. Эти деревья скрепляют перемещающийся песок своими корнями, противостоят сильному приморским ветрам, выдерживают частые изменения температуры воздуха.

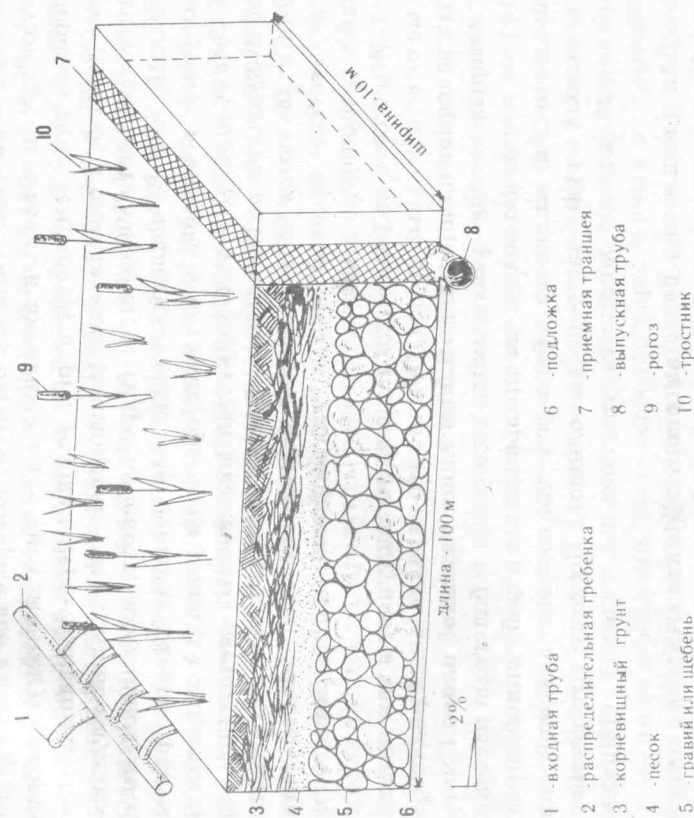


Рис. 36. Ботаническая площадка для доочистки сточных вод как биотехническое сооружение

## ПРОБЛЕМЫ ЯНТАРНОГО БЕРЕГА

Побережье Калининградского полуострова и отходящие от него Куршская и Вислинская косы известны многим под названием Янтарный берег. Но не одним янтарем славится юго-восточное побережье Балтики. Этот уникальный уголок природы обладал бесценными ресурсами для восстановления здоровья людей и давно является одним из крупных курортов. Любая береговая зона — результат сложного многовекового взаимодействия моря и суши, система, чутко реагирующая на понижение уровня моря, его течения и волнения, колебания климата. Но в последние годы к факторам, всегда изменявшим берега, прибавилась хозяйственная деятельность человека, часто приводящая к негативным последствиям. В прибрежной зоне обнаружены небольшие нефтяные месторождения. Однако риск эксплуатации очень велик,



У Янтарного берега немало проблем. До сих пор в море сбрасывают отходы производств, загрязняя при этом воду. А ведь создание малотоннажных предприятий или предприятий, перерабатывающих отходы в полезный продукт, могло бы решить эту экологическую проблему.

И наконец, искусственное образование пляжей на основе правильного использования знаний о естественных процессах должны стать стержнем укрепления береговой зоны.

#### *Вопросы и задания:*

*К каким нарушениям в экосистеме побережья приводит массовое перемещение людей по береговой линии? Какими способами можно устранить эти нарушения?*

### КАК ЗАМЫКАЕТСЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦИКЛ?

В свое время постройка целлюлозных комбинатов на берегах Байкала вызвала целую бурю страстей. За год вырубалось около семи миллионов кубометров лесов. Один Селенгинский комбинат сбрасывал за сутки 75 тысяч кубометров промышленных сточных вод. Необходимо заметить, что строительство целлюлозных комбинатов вблизи Байкала — не столь уж явное головопалство, как считают некоторые. Требуется увеличение производства бумаги, а оно, в свою очередь, невозможно без достаточного количества чистой воды. Но где же еще взять ее, как не из самого крупного пресноводного моря — Байкала?

Не следует забывать, что Селенгинский комбинат принял на себя функции лесного санитара. Он работает на бросовой древесине. Обычно она идет в отвалы, сжигается на лесосеках, гниет на просеках. Страшно сказать, но только в Иркутской области и Красноярском крае ежегодно гибнет в кострах около 15 миллионов кубометров отходов лесозаготовок из-за отсутствия мощностей по их переработке.

Конечно, можно возразить, что проще вообще прекратить рубки в водосборном бассейне озера и тем самым избавиться от необходимости иметь такого санитара. Но тогда возникает другой вопрос: чем компенсировать потерю почти четверти всей местной товарной продукции?

С 3 августа 1990 года опломбирована загрузка, преграждающая путь промышленным стокам в реку. Сейчас в нее сбрасывается только вода из бытовых, столовых, душевых. Как же удалось этого добиться?

Задача решалась в два этапа. На первом — максимально сокращался расход воды и соответственно уменьшался сброс. А на втором — сброс выходил на нулевую отметку и использовались технологии вывода солей из отработавшей воды. Реализация первого этапа не вызвала особых затруднений, и было реализовано много эффективных предложений. Так для производственных нужд стали использовать не свежую воду, а прошедшую очистные сооружения. По сухому методу начали обрабатывать древесину в подготовительном цехе. Для промывки целлюлозы дополнительно подали конденсат выпарного цеха. Просмотрели внимательно технологическую цепочку и устранили все утечки и переливы. В результате часовой сток сократился с 3300 кубометров до 240. Правда, резко возросла концентрация солей и минеральных веществ. Дальнейшее снижение стоков требовало решить проблему их вывода, так как в противном случае ухудшалось качество выпускаемой продукции.

Первоначально сравнивалось несколько методов очистки воды. В частности, предлагалось выпаривать стоки в специальной опреснительной установке, рассматривался вариант обессоливания на ионообменных фильтрах. Интерес вызвал способ удаления солей, использующий климатические сибирские условия. Предлагалось поэтапно вымораживать стоки в особых резервуарах. Известно, что температура заморозания соленой воды несколько ниже, чем пресной. Весной соленая вода растает первой и сконцентрируется в нижнем слое, зимой же замерзнет последней и образует свой слой. Поэтапно удаляя соленые воды, можно на последних ступенях вымораживания получить опресненную воду. Лучшим был признан проект замкнутого водооборота.

Было предложено осуществлять деминерализацию сточных вод непосредственно в действующем технологическом потоке регенерацией химикатов, с повторным использованием их в производственном процессе.

Переход к замкнутому водообороту — лишь начало пути, первый шаг. Второй шаг — максимальное сокращение пылегазовых выбросов. Здесь тоже есть впечатляющие успехи. За пять лет атмосферные загрязнения сокращены вчетверо. Третий шаг — утилизация твердых отходов. Уже сейчас на основе отходов щепы и золы ТЭЦ начали получать прекрасные компосты, которые используются подсобное хозяйство. Тщательные анализы показали их полную экологическую безопасность. Создан цех, выпускающий шлакоблоки из золы ТЭЦ.

ружаемые поперек морских заливов или перегораживающие устья рек.

Еще одна мера защиты территорий от наводнений – отвод воды из русел рек в период паводка в водоемы-накопители или естественные понижения в рельефе. Одна из крупнейших таких систем существует в нижнем течении Миссисипи. Сами русла рек углубляются, спрямляются и расширяются для увеличения пропускной способности. В Киеве, Архангельске, Нижнем Новгороде и других городах осуществляют «подсыпку» территорий с целью повышения отметок местности, дренируют затопленные территории, укрепляют берега.

Ливневые паводки собирают в специальные системы ливневой канализации. На замерзающих реках, чтобы предотвратить скопление льда, искусственно разрушают ледовый покров перед началом ледохода ледоколами или взрывами. Очень часто все перечисленные мероприятия осуществляются в комплексе. Однако практика показывает, что одни инженерные мероприятия не могут обеспечить полной защиты от наводнений.

Новые подходы в борьбе со стихией. Основным критерием при выборе типа инженерной защиты должна быть ее максимальная эффективность при минимальном нарушении природной среды. Оптимальным оказывается сочетание инженерных и неинженерных методов защиты, которые учитывают природно-хозяйственные особенности территории и осуществляются не на отдельных участках водосбора, а охватывают его полностью.

Неинженерные (или хозяйственно-административные) защитные мероприятия направлены на ограничение или полное запрещение тех видов хозяйственной деятельности, в результате которых возможно наводнение, и на расширение мероприятий, уменьшающих максимальный сток. На водосборах ограничивается или запрещается сведение лесов, проведение осушительных мелиораций. Осуществляются лесовосстановительные мероприятия. На поймах ограничивается строительство мостов, дорожных насыпей и других сооружений. Возрастает роль систем предупреждения и сигнализации, прогнозирования паводков и половодий на основе совершенствования методик и улучшения сбора информации.

#### *Вопросы и задания:*

*Какие условия необходимо учитывать при урбанизации береговой линии, чтобы не допустить наводнений?*

## МЕЖДУНАРОДНЫЕ ПРИГРАНИЧНЫЕ ЗАПОВЕДНИКИ

Границы государств, отражающие этническую, политическую, социально-экономическую дифференциацию человечества, в пределах континента редко совпадают с природными рубежами. К тому же последние преимущественно не линейны, а представляют собой переходные полосы различной ширины. Иногда границы проходят по крупным рекам (Амур, Дуфи, Рио-Гранде), деля пополам долинные природные комплексы, или пересекают большие озера (Охрид и Преспа на Балканах, северо-американские Великие озера, Ханка и Буир-Нур, Танганьика) с их целостными экосистемами. Как правило, через территории многих государств простираются видовые ареалы растений и животных: иногда же по разные стороны границы оказываются части локальных популяций, разобщение которых создает угрозу их выживанию. Теперь, с назреванием глобального экологического кризиса, настало время переоценить многие привычные представления, включая концепцию государственных границ, обогатить ее новым – биосферным – содержанием. Необходимо сотрудничество государств для создания двусторонних (или многосторонних) приграничных охраняемых природных территорий.

Создание заповедников у границ государства имеет свои преимущества: малонаселенность приграничных территорий, преобладание малонарушенных природных комплексов, представляющих особую ценность для заповедников. Выделить для охраны участок значительной площади, необходимый для крупных хищных зверей и птиц, кочующих копытными силами двух (или более) государств легче, чем в одиночку. Если на границе имеются какие-либо заградительные сооружения, препятствующие свободному перемещению животных, именно заповедники могут открыть пути для восстановления популяционных контактов, послужить своего рода воротами. В мире существуют уже многие десятки пар охраняемых природных территорий у границ соседствующих государств. Лидирует Европа, где насчитывается 24 пары приграничных заповедных территорий, принадлежащих 20 странам. Однако первым возник «международный парк мира» в Северной Америке в 1932 году на базе национального парка Глейшер в штате Монтана (США) и канадского парка Уотертон-Лейкс в провинции Альберта.

Обширный биосферный резерват, включающий международный парк Ла-Амистад, формируется на стыке территорий Коста-Рики и Панамы. В Кении и Танзании большинство заповедных территорий сосредоточено вблизи границы между этими государ-

ствами, среди них крупнейший в мире резерват Серенгети-Нгоронгоро, в Кении его продолжением служит национальный резерват Маси-Мара.

Небольшой опыт в образовании приграничных заповедников накоплен, хотя и не обобщен; проблемы, сопутствующие их учреждению и функционированию, пока специально не анализировались.

На границе Белоруссии с Польшей находится заповедник Беловежская пушча, который в результате раздела некогда единой территории, оказался в двух государствах. Костомукшский заповедник, созданный на границе Карелии с Финляндией – пример решения природоохранной задачи по хорошо скоординированному плану. На Западно-Карельской возвышенности охраняется живописный ландшафт. У границы с Финляндией сохранились довольно обширные леса, не пострадавшие от вырубок, среди них лежит одно из самых чистых среди крупных озер республики – Каменное. В 1983 году в Карелии, почти вплотную к финской границе, на площади 47 569 гектаров был учрежден Костомукшский заповедник. Спустя 3 года начали организацию международного заповедника на территории Финляндии, где выделено пять отдельных участков. Структура международного заповедника «Дружба» соответствует типу «крупный остров с архипелагом маленьких островков».

Приграничных территорий, где целесообразно, а иногда и необходимо создавать международные заповедники, много, особенно в горах Средней Азии, на юге Сибири и на Дальнем Востоке. В Средней Азии (с участием Китая, Афганистана и других стран) выдвинуты предложения по организации приграничных заповедников в связи с охраной снежного барса. На Дальнем Востоке намечается до десятка вариантов приграничных заповедников. Они затрагивают как сухопутные, так и морские границы с Китаем, Северной Кореей, Японией, США.

Разрабатываются планы организации обширного международного парка мира по обе стороны Берингова пролива. Здесь будут охраняться природные комплексы на берегах древней суши, морские млекопитающие и колониальные морские птицы, канадский журавль и другие.

Недалеко расположены друг от друга Курильские острова, где существует Курильский заповедник и заказник «Малые Курилы», и остров Хокайдо (Япония), на котором разместился национальный парк «Акан». Есть условия для строительства «экологического моста», что поможет обеспечить эффективную

охрану морских млекопитающих и птиц, а также японского журавля, рыбного филина, зимовок лебедей и орланов. В материковой части Дальнего Востока необходимо организовать заповедник на озере Ханка и Приханкайской равнине, где осенью и весной отдыхает огромное количество перелетных водоплавающих птиц.

В заповеднике Кедровая Падь обитает амурский барс. Популяция его находится под постоянной угрозой исчезновения, так как обеспечить охрану на очень небольшой площади невозможно. Выход один – включить Кедровую Падь в систему охраняемых территорий природной области Восточно-Маньчжурских гор. Проект совместно с Китаем, Кореей разрабатывается. Подведем некоторые итоги. У границ государств могут и будут создаваться охраняемые территории различного статуса: заповедники, в том числе биосферные, предназначенные прежде всего для научных исследований; специализированные резерваты; национальные парки.

Формировать международные приграничные охраняемые территории можно по-разному: образовывать «сестринскую пару» из уже созданных, но не координировавших свою деятельность заповедников; организовывать новый заповедник по соседству с уже существующим за границей; одновременно создавать блок новых заповедников усилиями двух и более государств. Пространственная структура тоже может быть разной – от монолитной до сложно фрагментированной с промежуточными вариантами. Единого критерия выбора того или иного варианта нет, однако предпочтительней выделять крупное целостное ядро, простирающееся по обе стороны границы. В любом случае заповедные участки должны связываться буферными зонами с режимом строго регулируемого использования.

Приграничные заповедники должны быть в пределах одного природного района и не иметь между собой естественных или искусственных рубежей, препятствующих свободному взаимодействию популяций.

Международные приграничные заповедники – ключевой фактор формирования целостной мировой сети охраняемых природных территорий.

#### *Вопросы и задания:*

*Какие проблемы возникают при организации международных приграничных заповедников?*



## СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

В течение нескольких веков потребности человечества в энергии удовлетворялись, по существу, лишь топливом, необходимым для приготовления пищи и отопления в холодное время, мускульной силой животных, обрабатывающих пашню или перевозящих тяжести, и, наконец, простейшими установками типа водяных или ветровых мельниц, выполняющих элементарную механическую работу.

Потребление энергии во всем мире начало значительно возрастать после того, как в XVIII–XIX веках произошла промышленная и техническая революция, и человек понял, что он может заставить работать на себя энергию, таящуюся в угле и нефти.

Однако во второй половине 70-х годов нашего столетия мир столкнулся с серьезными симптомами энергетического голода, человечество впервые почувствовало, что запасы ископаемого топлива (нефти) не беспредельны.

Кроме того, в последние годы весьма остро встал вопрос о защите окружающей среды, поскольку развитие промышленности ведет к необратимым нарушениям существующего в природе равновесия. Современная топливная энергетика играет не последнюю роль в загрязнении воздушного и водного бассейнов вредными выбросами, а также оказывает существенное влияние на тепловое загрязнение окружающей среды.

Таким образом, новый энергоисточник, призванный заменить ископаемое топливо и обеспечить энергетические потребности будущего, должен быть не только достаточно мощным, но и достаточно экологически чистым.

Солнечное излучение по своим энергетическим ресурсам вполне способно удовлетворить энергетические потребности будущего. Кроме того, солнечная энергия является исключительно чистым источником энергии, ее использование не сопровождается загрязнением окружающей среды. Земля получает от Солнца в течение года количество лучистой энергии, в 20 раз превышающее энергетические расходы всего человечества. Поэтому понятно то большое внимание, которое уделяется вопросам использования солнечной энергии. Тысячи лет тому назад люди пытались непосредственно использовать энергию Солнца с помощью гелиотехнических устройств. Первые установки для нагревания за счет солнечной энергии уходят в глубокую древность: есть основания полагать, что знаменитая древнеегипетская поющая статуя Аменофиса III, воздвигнутая во второй половине II тысячелетия до нашей эры и приписываемая мифическому Мехнону,

представляла собой первую солнечную тепловую установку. В постаменте этой статуи по предположению Соломона-де-Ко (построившего около 1615 года первый солнечный двигатель) была помещена камера, разделенная глухой перегородкой на две части. Воздух передней части этой камеры, нагреваясь лучами восходящего с этой стороны солнца, давил на воду, наполнившую низ этой камеры, и заставлял ее передвигаться по трубам к голове статуи, где находились музыкальные клапаны.

Существует также легенда, согласно которой Архимеду удалось поджечь римский флот, осаждавший Сиракузы, с помощью большого числа плоских зеркал, отражение от которых концентрировалось на кораблях противника.

Несмотря на то, что в настоящее время разработаны различные конструкции солнечных установок, многие из которых опробованы в лабораториях и даже в производственных условиях, они мало распространены и медленно внедряются. Частично это объясняется тем, что серийное производство этих установок еще не налажено, а получаемая от них энергия даже в благоприятных условиях обходится немногим дешевле энергии, получаемой другими путями, и потребители предпочитают пользоваться привычными устройствами. Главная трудность состоит в прерывистости и малой плотности потока лучистой энергии. Рассеянность и низкая концентрация солнечной радиации создают проблему поиска земельных площадей под установки большой мощности. Прерывистость поступления солнечной радиации приводит к необходимости создания аккумулирующих устройств.

Многие энтузиасты гелиотехники проводили теоретические исследования в этой области и довольно успешно конструировали различные солнечные устройства: водонагреватели, сушилки, кипятильники, водоопреснители.

С энергетической точки зрения наибольший интерес представляет вопрос о создании крупных установок мощностью в несколько сотен и даже тысяч киловатт, например, солнечных тепловых станций (СТС), основой которых служит паровой котел, расположенный в фокусе оптической системы, образуемой отражателями (плоскими зеркалами).

Кроме тепловых солнечных установок, разработаны полупроводниковые устройства, непосредственно преобразующие солнечную энергию в электрическую. Принцип действия солнечного термоэлектрогенератора заключается в нагреве слоев термобатарей путем непосредственного облучения концентрированной солнечной энергией. Действие полупроводникового фотоэлектриче-

ского генератора основано на принципе взаимодействия фотонов света с полупроводниковым материалом.

В Ашхабаде внедряется ряд солнечных установок для эксплуатации в малонаселенных и горных районах: водонагреватели и опреснители, насосы и теплицы, холодильные установки и целые гелиокомплексы. В основном они используются в животноводстве.

Разработаны проекты и сооружается в предгорьях Тянь-Шаня Научно-производственный металлургический комплекс «Солнце», где солнечная энергия используется для получения температуры 3500 °С в солнечных печах; в Краснодаре - фотоэлектрическая станция; построена Крымская солнечная станция.

Крайняя неравномерность поступления солнечной радиации в зависимости от годового цикла, времени суток и погодных условий обуславливает необходимость регулировать распределение солнечного тепла во времени с помощью аккумуляторов солнечной энергии. В Швеции используют тепло, накопленное в грунте, в скальных породах, водоемах, подземных водоносных пластах. В Судаке (Крым) с межсезонным аккумулярованием тепла существует система солнечного теплоснабжения жилого дома, в Дагестане используется солевой солнечный пруд, в пустынях Каракум и Кызылкум в качестве межсезонных аккумуляторов предлагается использовать водные линзы.

Во многих странах ведутся разработки более экономичных и энергоемких аккумуляторов с практически неограниченной длительностью хранения энергии. Оптимальное решение вопросов использования солнечной энергии в том или ином регионе всегда будет находиться в зависимости от климатических условий и технических возможностей.

#### *Вопросы и задания:*

*Разработайте проект солнечной станции для вашего края.*

### НАУЧНЫЕ КОЛЛЕКЦИИ

Всякая научная коллекция – высокоорганизованная система, хранящаяся долго и доступная для многократного исследования. Ее развитие – это ответ на запрос практической науки. Каждый экземпляр коллекции – факт, основной источник аргументации, прообраз отдельной буквы в книге знаний. Долговременное существование и открытость таких коллекций – это залог того, что

они будут служить любому ученому, желающему обратиться к первоисточнику того или иного толкования «книги Природы».

Итак, биологическая коллекция – один из источников первичной информации о разнообразии живого. В этом ее основное значение, поскольку все сведения, содержащиеся в публикациях или компьютерных базах данных, даже если они имеют чисто описательный характер, есть вторичная, преобразованная информация.

Между первичной и вторичной информацией нет и не может быть взаимно однозначного соответствия. Первичная информация существует объективно и определяется разнообразием коллекционных предметов. В отличие от этого, вторичная информация определяется нашими суждениями о названных предметах и поэтому со временем может обесцениваться. В каких направлениях можно использовать научные коллекции в биологии? Таких направлений по меньшей мере два. Во-первых, постоянно хранимые коллекционные предметы служат для извлечения новой информации. Первичная информация, заложенная в музейные коллекции, практически неисчерпаема. Развитие новых идей и методов, постановка новых и расширение старых задач заставляют постоянно обращаться к «старым материалам».

Во-вторых, долговременно хранимые коллекционные материалы обеспечивают воспроизводимость результатов исследований, что составляет неременное условие нормального развития науки. Если исходная фактология не сохраняется, корректная проверка результатов исследований, подчас необходимая на новом витке развития биологии, невозможна. Наиболее очевидный случай, когда такая проверка нужна, – упомянутое переопределение систематической принадлежности экземпляров.

Чтобы выполнять свои функции, научные коллекции должны отвечать определенным критериям. Самый общий из них – научная значимость, которую можно понимать, как вклад коллекции в рост научного знания. Важнейшими показателями значимости представляются следующие.

**Информативность** – соответствие разнообразия материалов коллекции разнообразию биоты. Это достигается увеличением объема коллекций, разнообразия форм сохраняемого материала, объема достоверных сведений об экземплярах.

**Решающие возможности** – количество вторичной информации, которую можно получить, используя коллекции на данном этапе развития науки. Ключевое значение здесь имеет инструментарий, ограничивающий наши возможности преобразования первичной информации во вторичную.

Используемость — объем вторичной информации, реально извлекаемый из коллекции при ее вовлечении в научные разработки. Широкие контакты между разными научными коллекциями позволяют расширить круг реальных пользователей. «Скупой рыцарь» не может участвовать в коллекционном движении. Каждому коллекционеру полезно помнить одну из христианских заповедей: дающий — приобретает, берущий — теряет.

Коллекционное дело развивается, происходит оптимизация коллекций, делающая их более соответствующими потребностям биологической науки на каждом этапе ее развития. Согласно общему принципу оптимальности, всякая достаточно сложная система в каждый момент может быть улучшена только по какому-то одному из многих своих компонентов. Остальные при этом вынужденно «подстраиваются» под изменения ключевого для данной конкретной ситуации компонента (что следует из свойств системности). В коллекционном деле выделяют четыре направления, по которым может идти оптимизация: пополнение, подготовка к хранению, собственно хранение (и учет), использование. Так как «оценить» коллекцию можно, только используя ее в исследовательской работе, именно использование служит той ключевой составляющей, по которой совершенствуется коллекционное движение.

Так, можно полагать, что в связи со всеобщей «экологизацией» человеческой деятельности, в том числе науки, в ближайшее время приоритетным будет то направление коллекционного дела, которое позволит ему наиболее естественным образом вписаться в экологические (в частности, природоохранные) разработки. Наибольшие перспективы здесь усматриваются в подключении научных коллекций к программам биологического мониторинга — слежения за динамикой таксономического состава биоты, накоплением некоторых загрязняющих факторов в природных экосистемах, мутационного груза в популяциях.

С другой стороны, уже сейчас очевидно, что в отношении каких-то элементов биоты важнее сохранить их в природе, нежели в коллекциях. Коллекционное дело должно обращаться к более щадящим методам (темпы сбора коллекции не должны расти так интенсивно). Необходимо совершенствовать формы учета коллекций.

#### Проблемы:

1. До 30-х годов текущего столетия происходило развитие естественно-исторических музеев, которые служили центрами научной, коллекционной и учебно-просветительной деятельно-

сти. Затем наступил возврат к традициям средневековья: источником знания стали считать книгу, а не факты. Разрушилась функциональная целостность естественно-исторических музеев: им оставили только просветительство, науку отдали научно-исследовательским институтам. В результате для коллекционного движения сложились неблагоприятные условия. Для музеев накопление научных коллекций стало побочным занятием: в центре внимания только экспозиция, все прочее — «запасники». А в научно-исследовательских институтах материалы собирались лишь по ходу выполнения конкретных научных задач, по завершении которых коллекции просто ликвидировались.

Из этого ясно, что ключевое условие развития научных коллекций — восстановление функциональной целостности естественно-исторических музеев как организующих центров коллекционного движения, единых «в трех лицах» — хранительской, научной и просветительской работе.

2. Коллекционное движение — одна из составных частей профессиональной науки. Эту науку делают отдельные личности, однако их работа принадлежит всем. Научные коллекции тоже собираются, хранятся и исследуются отдельными специалистами, но вместе с тем они, несомненно, — общенаучное достояние. Только в таком качестве коллекции значимы как собрание научных фактов.

Подобное отношение к научным коллекциям — идеал, который исповедуют далеко не все. Нередко специалист рассматривает собранный им научный материал как свою собственность. Причин здесь множество, среди них и достаточно серьезные. Так, существует реальное противоречие, затрагивающее свободу научного творчества, — противоречие между наукой как системой, в известной мере подавляющей индивидуальность, и ученым не слишком охотно «вписывающимся» в систему рутинных отношений. Специалист стремится сохранить за собой авторское право на собранные им материалы, обеспечить свой приоритет в их исследовании.

Преодолеть это может традиционная система этических норм и неофициальных правил, позволяющая учесть интересы обеих сторон — системы и индивида, предоставляя специалистам льготы. Например, по требованию сборщика передаваемые им в коллекцию материалы могут быть временно закрыты для прочих пользователей. С другой стороны, специалист, участвующий непосредственно в поддержании коллекционного фонда, получает



преимущества при работе с ним. В итоге выигрывают и коллекционное движение в целом, и каждый из его участников.

### Вопросы и задания:

Какие экологические коллекции необходимы для научной и просветительской работы? Где и как их можно организовать?

#### ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ЧТЕНИЯ

1. Баландин Р. Рис без риска//Техника — молодежи. 1989. №11. С.2-4.
2. Ветряк выходит в море//Химия и жизнь. 1988. №5. С.35.
3. Дамба Питеру к лицу//Наука и жизнь. 1992. №11. С.120
4. Дренаж из ткани//Знание — сила. 1988. №7. С.50.
5. Леус Т. До пенсия успею!//Природа и человек. 1989. №8. С.28-29.
6. Нью-Йорк и живая природа//Знание — сила. 1989. №11. С.31.
7. Пирумян Ю. И остается осадок//Химия и жизнь. 1992. № 7. С.41-43.
8. Проскурин Ю.В. Вперед — к лабазу//Химия и жизнь. 1989. №8. С.61.
9. Рыжкова Т. Патент Семирамиды для пятиэтажек//Химия и жизнь. 1988. №12. С.95.
10. Экологически чистое тепло//Химия и жизнь. 1987. №7. С.16-17.
11. Янтовский Е. Дым уходит под землю//Наука и жизнь. 1992. №11. С.34-36.

## §22. Экологическая карта

Первую карту, по-видимому, создал Геродот. С тех пор прошло много времени. Появились самые разнообразные карты: физические, климатические, геологические, карты природных зон и другие. В 80-е годы XX века ученые начали создавать экологические карты.

Экологическая карта — это модель экологического состояния определенной территории земной поверхности. Нет необходимости объяснять, зачем нужны экологические карты. Люди должны знать реальную экологическую ситуацию в регионе проживания. Это необходимо для предупреждения возможных экологических катастроф. Опасность возникновения таких катастроф постоянно увеличивается.

Пользуясь материалами данного пособия, на протяжении определенного времени вы проводили экологическую экспертизу окружающей среды в своем крае. Теперь наступило время объединить усилия, точнее результаты экологической экспертизы и составить экологическую карту вашего края. Как составить экологическую карту?

Вначале необходимо изобразить на листе ватмана контуры вашего края, обозначить города, реки и озера, лесные и сельскохозяйственные угодья, болота. После этого нанести на карту результаты экологической экспертизы в экосистемах. На заключительном этапе с помощью фоновых обозначений указываются ареалы с неблагоприятным экологическим состоянием.

Экологическая карта с каждым годом будет уточняться и дополняться другими учениками. Таким образом, осуществится многолетний мониторинг экологического состояния в вашем крае.

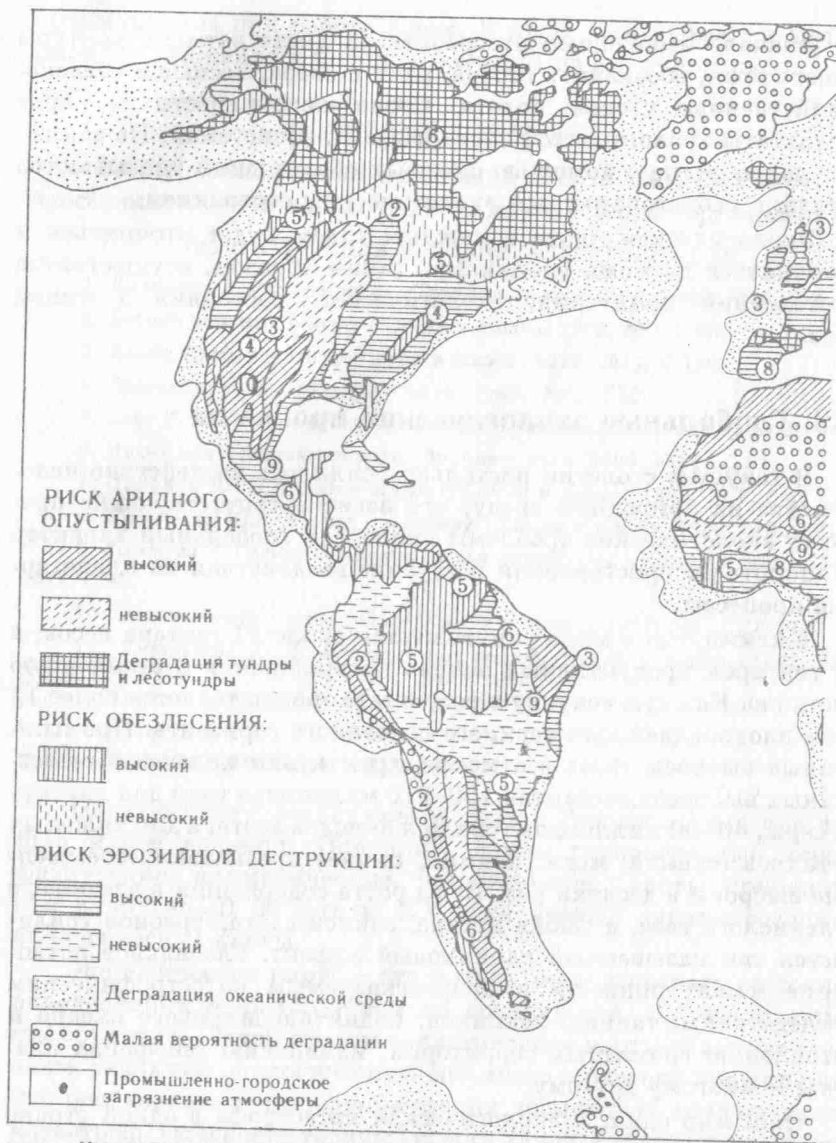
## §23. Глобальные экологические проблемы

В текущем столетии настолько усилилось воздействие человечества на природную среду, что извечно сопутствующие прогрессу экологические проблемы приобрели глобальный характер по широте распространения и глубине воздействия на планетарные процессы.

Ежеминутно в мире уничтожается около 21 гектара лесов, а 12 гектаров продуктивных земель превращаются в бесплодную пустыню. Каждую секунду в результате эрозии теряется более 12 тонн плодороднейшего верхнего почвенного горизонта. Промышленные выбросы газов в атмосферу достигают половины естественных выбросов, составляя 150–210 миллионов тонн для двуокиси серы, 40–90 миллионов тонн для окислов азота, а для тяжелых металлов (свинца, меди, кадмия, цинка) превышают естественные выбросы в десятки раз. Из-за роста содержания в атмосфере углекислого газа, а также метана, закиси азота, фреонов усиливается так называемый парниковый эффект. Глобальное потепление может привести к непредсказуемым катастрофическим последствиям: таянию ледников, поднятию Мирового океана и затоплению громадных территорий, изменению генофонда планеты и многому другому.

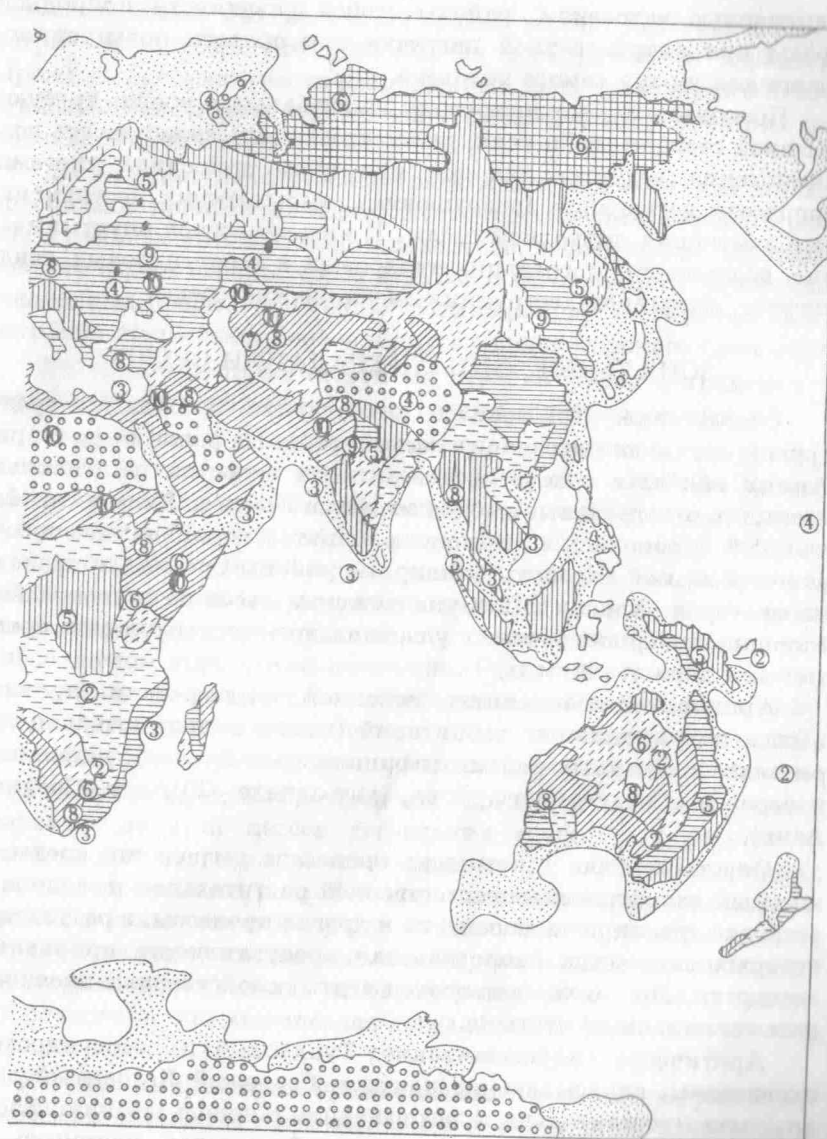
Наш мир един, и экологическая катастрофа в одной стране может оказаться бедствием для всех остальных. Очевидно, что разработка стратегии борьбы с нарастающим экологическим кризисом должна опираться на знание происходящих в окружающей среде процессов, их причин и последствий для природной среды и человека.

В связи с необходимостью перспективной оценки возможных направлений влияния человечества на природную среду возникает идея создания карт, которые указывают территории, наиболее



Условными обозначениями показана возможная деграляция среды в результате деятельности человека и промышленно-городское загрязнение атмосферы, цифрами — реальная деграляция: 2 — комплексное нарушение земель в результате добычи минерально-сырьевых ресурсов; 3 — загрязнение Мирового океана при добыче и транспортировке нефти; 4 — радиоактивное загрязнение (ядерные полигоны, районы крупных аварий); 5 — сведение лесов из-за чрезмерных рубок и интенсивного подсечно-огневого земледелия; 6 — деграляция пастбищ из-за чрезмерного выпаса скота; 7 — сокращение речного стока

Рис. 37. Экологические проблемы мира



ка в результате хозяйственного водозабора; 8 — подкисление, засоление почв, потеря питательных веществ, вызванные кислотными осадками, орошаемым земледелием, истощением почв; 9 — водная эрозия, вызванная сведением лесов, распашкой земель, выпасом скота; 10 — ветровая эрозия, вызванная теми же причинами, что и водная.

измененные человеком, районы особой уязвимости природной среды при антропогенной нагрузке или области повышенного риска для жизни самого человека.

Поскольку любые построения на глобальном уровне требуют высокой степени обобщения, рассмотрим лишь возможность возникновения ведущих для той или иной природной системы процессов деградации (разрушения), вызывающих деструктивные изменения природной среды. К ним относятся опустынивание, обезлесение, деградация тундровых и лесотундровых ландшафтов, эрозийная деструкция океанической среды.

### ЗОНАЛЬНЫЕ ТИПЫ ДЕГРАДАЦИИ СРЕДЫ

**Обезлесение.** Этот процесс, как правило, преобладает среди других процессов деградации ландшафтов. На равнинных территориях наиболее опасно сведение лесов в постоянно влажных тропиках (центральные части бассейнов Конго и Амазонки, Малайский архипелаг), в умеренных широтах, в районах распространения вечной мерзлоты (обширные районы Средне-Сибирского плоскогорья, Аляски). При уничтожении лесов на относительно больших площадях в таких условиях лесные ландшафты практически невозобновимы.

**Аридное опустынивание** — основной тип деградации пустынных и полупустынных территорий (может возникнуть в центральных и северных районах африканского Сахеля, на южном побережье Средиземного моря, юго-западе США, в Средней Азии).

**Опустынивание** — комплекс процессов деградации среды, в который входят сведение естественной растительности, водная и ветровая эрозии почв, засоление и другие процессы, в результате которых снижается биологическая продуктивность природных экосистем. При этом появляются черты, свойственные экосистемам естественных пустынь.

**Арктическое опустынивание.** Тундровые и лесотундровые экосистемы, опоясывающие кольцом Северный Ледовитый океан, очень чувствительны к загрязнению, к использованию наземных транспортных средств (гусеничный вездеход, например, за 10-километровый пробег уничтожает 1 гектар растительности), к незначительным изменениям термодинамики почв и грунтов в связи с перевыпасом, пожарами, рубкой растительности (это приводит к эрозиям, оползням).

**Эрозийная деструкция земель.** Ветровая и водная эрозии земель — явление практически повсеместное. При хозяйственном

освоении земель интенсивность эрозии за счет действия воды и ветра всегда возрастает, приобретая деструктивный характер. Прежняя продуктивность разрушенных почв практически невозможна из-за физического уничтожения плодороднейших почвенных горизонтов.

**Деградация океанической среды** как среды обитания живых организмов происходит в результате загрязнения мирового океана в районах интенсивного судоходства, нефтедобычи, промышленного сброса неочищенных вод. Загрязнение ведет к угнетению жизненных форм, снижению размножения, а следовательно, сокращению рыбных уловов и других видов морского промысла.

Деление акватории морей по степени риска деградации в результате антропогенного воздействия довольно условно.

**Территории с малой вероятностью деградационных процессов.** К этой категории отнесены территории с наиболее низкой биологической продуктивностью: районы покровного оледенения (Антарктида, Гренландия), территории с сухим климатом (Сахара, Центральная часть Аравии), высокогорья. Из-за незначительной биомассы этих территорий, деградация здесь не столь интенсивна, как в других регионах мира, снижение биопродуктивности в абсолютном выражении ничтожно. Реальной угрозой, с экологической точки зрения, при хозяйственном освоении этих районов является лишь возможность исчезновения отдельных редких видов флоры и фауны в связи с изменением условий обитания.

**Реальные процессы деградации.** Среди современных реально развивающихся процессов деградации среды, как результата деятельности человека, можно выделить 11 наиболее значимых и распространенных в глобальном масштабе: промышленно-городское загрязнение атмосферы; комплексное нарушение земель; загрязнение вод суши; загрязнение мирового океана; радиоактивное загрязнение; сведение лесов; деградация пастбищ; сокращение речного стока; химическая деградация почв; водная эрозия, ветровая эрозия.

К ведущим факторам промышленно-городского загрязнения атмосферы относятся промышленное производство, транспорт и коммунальное хозяйство.

В отличие от обрабатывающей промышленности развитие горнодобывающей ведет к комплексному нарушению земель: сведению растительного покрова на больших площадях, изменению рельефа, загрязнению окружающей среды. Наиболее опасны в экологическом отношении районы добычи урана, сурьмы, ртути, бериллия, свинца, меди, ванадия и ряда других металличе-



ских руд. Из неметаллического сырья наиболее опасны центры добычи натуральной серы, поваренной и калийной солей, фосфоритов, баритов, флюоритов, бор- и фторосодержащих минералов, а также высокосернистые нефтегазовые месторождения.

Загрязнение мирового океана связано с добычей и транспортировкой нефтепродуктов. Места радиоактивного загрязнения соответствуют расположению ядерных полигонов и районов наиболее крупных аварий на АЭС.

Одна из серьезнейших проблем сельского хозяйства – почвенная эрозия из-за сведения естественной растительности, распашки земель, выпаса скота. К химическим видам деградации почв можно отнести подкисление, засоление почв и потерю питательных веществ. Их причины – кислотные осадки, орошаемое земледелие, общее истощение почв из-за чрезмерной эксплуатации.

Решение экологической проблемы в мировом масштабе, по сути дела, означает и решение ряда других глобальных проблем, практически являющихся ее составными частями: энергетической, продовольственной, роста городов. Это многосторонняя и комплексная проблема.

#### ТЕМЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

1. Экспертиза района будущей новостройки.
2. Экспертиза на границе водоема и агросистемы.
3. Экспертиза окрестностей водозабора.
4. Экспертиза экологически опасных районов.
5. Экспертиза окрестностей транспортных узлов.
6. Экспертиза окрестностей природоохранной зоны.

#### ЛИТЕРАТУРА

(по порядку использования)

1. Матишов Г.Г. Море на грани опустошения // Природа. 1990. №3. С.30-37.
2. Скокова Н.Н. Эхо «новгородского веча» // Природа. 1991. №8. С. 49-55.
3. Фурсов В.И. Четыре закона экологии // Свет. 1992. №6. С.24-25.
4. Игонин А.М. Живая пашня // Человек и природа. 1988. №10. С.42.
5. Бобров Р. На пути к национальной программе «Лес» // Наука и жизнь. 1991. №3. С.12-17.
6. Хефлинг Г. Тревога в 2000 году. Бомбы замедленного действия на нашей планете. - М.: Мысль, 1990. С.204.
7. Кронитис Я. Охрана природы. Рига: Авотс, 1989. С.326.
8. Павлова Л.Н. и др. Осторожно – Ялта // Свет. 1992. №3-4. С.27.
9. Вальдберг А.Ю. Пыль и дым // Химия и жизнь. 1990. №8. С.71-76.
10. Лумова Т. Зелень общего пользования // Химия и жизнь. 1992. №5. С.58-61.
11. Карпачевский Л.О. Постоянство и изменчивость «четвертой стихии» // Природа. 1992. № 11. С.52-62.
12. Нинбург Е.А. Долгая губа: изоляция естественная и искусственная // Природа. 1988. №7. С.44-48.
13. Зернова В.В. Океан обороняется физиологическим оружием // Природа. 1992. №5. С.38-41.
14. Наугольных С.В. Экологическая катастрофа в пермском периоде // Природа. 1992. №4. С.64-66.
15. Незлин Л.П. и др. От охраны вида к биосферному заповеднику // Природа. 1989. №7. С.52-59.
16. Юфит С.С. Но вреден север для меня // Химия и жизнь. 1992. №2. С.52-53.
17. Берлин В.Э. Заповедник в Лапландии // Природа. 1991. №1. С.35-46.
18. Курдин Р.Д. Загадка озера Иссык-Куль // Человек и стихия. 1992. С.120-123.
19. Штродаха И. Сохранит ли Латвия леса? // Элпа. 6.10.1993.
20. Музрукова Е.Б., Чеснова Л.В. Осуществленная мечта. История создания Неаполитанской зоологической станции // Природа. 1992. №12. С.34-42.

|                                                                                    |            |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| №17. Анализ экологических проблем в окрестностях<br>комплекса утилизации . . . . . | 81         |
| №18. Анализ экологических проблем экосистемы<br>по выбору . . . . .                | 81         |
| § 11. Проблемы модельного анализа . . . . .                                        | 82         |
| Литература для дополнительного чтения . . . . .                                    | 100        |
| <b>ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ . . . . .</b>                                    | <b>100</b> |
| § 12. Индикация уровня загрязнения . . . . .                                       | 100        |
| § 13. Регенерация элементов экосистем . . . . .                                    | 107        |
| § 14. Поиск ресурсов . . . . .                                                     | 110        |
| § 15. Проведение экспериментов . . . . .                                           | 115        |
| Практические работы . . . . .                                                      | 115        |
| №19. Опытные исследования по индикации загрязнений                                 | 115        |
| №20. Опытные исследования по регенерации элементов<br>экосистем . . . . .          | 122        |
| №21. Опытные исследования по поиску ресурсов . . . . .                             | 123        |
| №22. Опытные исследования элементов экосистем<br>по выбору . . . . .               | 124        |
| § 16. Проблемы экспериментальных исследований . . . . .                            | 125        |
| Литература для дополнительного чтения . . . . .                                    | 149        |
| <b>ПРОЕКТИРОВАНИЕ . . . . .</b>                                                    | <b>150</b> |
| § 17. Реконструкция экосистем . . . . .                                            | 150        |
| § 18. Автономные технические системы . . . . .                                     | 153        |
| § 19. Проектирование ландшафтов . . . . .                                          | 155        |
| § 20. Проектные разработки . . . . .                                               | 159        |
| Практические работы . . . . .                                                      | 159        |
| №23. Проектирование агросистем . . . . .                                           | 159        |
| №24. Проектирование техносистем . . . . .                                          | 160        |
| №25. Проектирование объекта по выбору . . . . .                                    | 161        |
| § 21. Проблемы проектирования . . . . .                                            | 162        |
| Литература для дополнительного чтения . . . . .                                    | 182        |
| § 22. Экологическая карта . . . . .                                                | 182        |
| § 23. Глобальные экологические проблемы . . . . .                                  | 183        |
| Темы для самостоятельных исследований . . . . .                                    | 188        |
| Литература (по порядку использования) . . . . .                                    | 189        |

**ПРОГРАММА  
·ОБНОВЛЕНИЕ  
ГУМАНИТАРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
В РОССИИ·**



**В.А.БУХВАЛОВ, Л.В.БОГДАНОВА  
Л.З.КУПЕР**

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ  
ЭКСПЕРТИЗА**