

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
ФГБОУ ВПО «Красноярский государственный аграрный университет»

Г.А. Демиденко, Н.В. Фомина

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Учебно-методическое пособие

Рекомендовано научно-методическим советом Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Красноярский государственный аграрный университет» для внутривузовского использования в качестве учебно-методического пособия для студентов, обучающихся по специальностям 110809 «Механизация сельского хозяйства», 260203 «Технология мяса и мясных продуктов»

Красноярск 2014

ББК 20.1

Д 30

Рецензенты:

*А.А. Баранов, д-р биол. наук, проф., зав. каф. биологии и экологии
Красноярского государственного педагогического университета
им. В.П. Астафьева*

*И.М. Данилин, д-р биол. наук, проф., ведущий научный сотрудник
Института леса им. В.Н. Сукачева*

Д 30 *Демиденко, Г.А. Экологические основы природопользования:*
учеб.-метод. пособие / *Г.А. Демиденко, Н.В. Фомина*; Краснояр. гос.
аграр. ун-т. – Красноярск, 2014. – 88 с.

В издании представлен учебно-методический материал по изучению экологических основ природопользования. Рассмотрены законы экологии и принципы рационального природопользования.

Предназначено для студентов, обучающихся по специальностям 110809 «Механизация сельского хозяйства», 260203 «Технология мяса и мясных продуктов».

ББК 20.1

© Демиденко Г.А., Фомина Н.В., 2014
© ФГБОУ ВПО «Красноярский государственный
аграрный университет», 2014

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	4
Глава 1. Законы, принципы, правила экологии как теоретический фундамент природопользования.....	5
1.1. Законы экологии.....	5
1.2. Основные принципы экологии.....	9
1.3. Некоторые правила экологии.....	10
Глава 2. Принципы рационального природопользования.....	14
2.1. Принципы управления природопользованием.....	14
2.2. Ресурсный цикл.....	15
2.3. Системность и оптимизация в природопользовании.....	17
Глава 3. Природные ресурсы.....	21
3.1. Почва.....	22
3.2. Водные ресурсы.....	29
3.3. Леса.....	33
3.4. Пастбища.....	36
Глава 4. Основные типы загрязняющих веществ и их характеристика.....	39
4.1. Понятие о химическом загрязнении.....	40
4.2. Пыль, тяжелые металлы и ядовитые химические соединения...	43
4.3. Биологическое и физическое разрушение и загрязнение природной среды.....	46
4.4. Радиация, радиоактивное загрязнение и атомная энергетика...	49
4.5. Глобальные проблемы: рост парникового эффекта и разрушение озонового слоя.....	50
Глава 5. Научно-технический прогресс и экологизация природопользования.....	54
5.1. Научно-технический прогресс и развитие цивилизации.....	54
5.2. Экологизация мирового хозяйства.....	54
5.3. Концепция безотходного и малоотходного производства.....	58
Практические задания.....	62
Тестовые задания.....	75
Заключение.....	82
Вопросы для подготовки к зачету.....	83
Список рекомендуемой литературы.....	86

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в мире происходит массовое уничтожение лесных массивов, истощение биологических и минеральных ресурсов, масштабное загрязнение рек, озер, подземных вод, морских акваторий, атмосферного бассейна, а также разрушение почв и уменьшение площади сельскохозяйственных угодий. Экологические катастрофы давно приняли глобальный характер.

Деграция природной среды характерна и для современной России, что во многом обусловлено затратным характером экономики и физическим старением техники, инфраструктуры, слабой мотивацией по внедрению в производство природоохранных и ресурсосберегающих технологий.

В учебно-методическом пособии подробно изложены экологические основы природопользования. Рассмотрены законы и принципы основ экологии и рационального природопользования. Предлагаемый учебный материал поможет студентам не только сформировать творческое мышление, но и применить полученные знания в процессе экологических исследований.

Практические задания подготовлены авторами с учетом того, чтобы студенты могли самостоятельно проводить некоторые экологические исследования, работать с аналитическим материалом, статистическими данными и географическими картами.

ГЛАВА 1. ЗАКОНЫ, ПРИНЦИПЫ, ПРАВИЛА ЭКОЛОГИИ КАК ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ФУНДАМЕНТ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

1.1. Законы экологии

1. *Закон внутреннего динамического равновесия.* Вещество, энергия, информация и динамические качества отдельных природных систем (ПС) и их иерархии взаимосвязаны настолько, что любое изменение одного из этих показателей вызывает сопутствующие перемены, сохраняющие общую сумму качеств систем, где эти изменения происходят. Эмпирические следствия закона:

- любое изменение среды (вещества, энергии) неизбежно приводит к развитию природных цепных реакций, идущих в сторону нейтрализации произведенного изменения или формирования новых ПС, образование которых при значительных изменениях среды может принять необратимый характер;

- взаимодействие вещественно-энергетических экологических компонентов (энергии, газов, организмов и др.) количественно не линейно, то есть слабое воздействие или изменение одного из показателей может вызвать сильные отклонения в других (и во всей системе в целом);

- производимые в крупных экосистемах перемены относительно необратимы. Проходя по иерархии снизу вверх (от места воздействия до биосферы в целом) они меняют глобальные процессы и тем самым переводят их на новый эволюционный уровень;

- любое местное преобразование природы вызывает в глобальной совокупности биосферы и в ее крупных элементах ответные реакции, приводящие к относительной неизменности эколого-экономического потенциала («правило Тришкина кафтана»), увеличение которого возможно лишь путем значительного возрастания энергетических вложений.

Комментарий. Этот закон один из узловых в природопользовании. Пока изменения среды малы (например, доля пашни в Средние века была менее 1 % территории любой страны), они или ограничиваются конкретным местом, или гаснут в цепи иерархии экосистем. Но как только перемены достигают существенных значений (в бывшем СССР площадь пашни достигала 228 млн га, или 38 % сельскохозяйственных угодий), ограниченных *правилами одного и десяти процентов*, они приводят к существенным сдвигам в природных ком-

плексах и во всей биосфере. Попытки нейтрализовать последствия ведут к столь значительным вложениям энергии, что подрывают природно-ресурсный потенциал (ПРП) вплоть до деградации земель.

Например, при перегораживании на Каспии пролива Кара-Богаз-Гол глухой плотиной для уменьшения потерь воды во всем Каспии от испарения не были учтены первое, второе и третье следствия закона, что вызвало к жизни действие четвертого следствия. Последующие материальные и энергетические затраты и потери значительно превзошли те, что были изначально необходимы.

Противоположный пример дает рациональная агролесомелиорация степных и пустынных пространств на юге России, когда восстановление ранее уничтоженной лесистости приводит к смягчению климата, увеличению продуктивности земель.

2. Четыре закона экологии Коммонера:

- все связано со всем;
- все должно куда-то деваться;
- природа знает лучше;
- ничто не дается даром.

Первый, второй и четвертый законы отражают закон внутреннего динамического равновесия, обращают внимание на всеобщую связь процессов и явлений в природе. Третий закон говорит о том, что пока мы не имеем достоверной информации о механизмах и функциях природы, мы подобно человеку, незнакомому с устройством часов, но желающему их починить, легко вредим ПС, пытаюсь их улучшить. Он призывает к предельной осторожности хозяйствования в природе и ее преобразования.

3. Закон необходимого разнообразия. Любая система не может сформироваться из абсолютно одинаковых элементов. Из этого закона вытекает закон неравномерности развития систем, поскольку это один из способов увеличения разнообразия, а также закон (правило) полноты составляющих (компонентов) системы и правило оптимальной компонентной дополненности.

4. Закон неравномерности развития систем. Системы одного уровня обычно развиваются не всегда синхронно: в то время как одни из них достигли более высокого уровня развития, другие еще остаются в менее развитом состоянии. Значение данного закона для природопользования заключается в том, что он «запрещает» абсолютное однообразие (как и закон необходимого разнообразия), пространственно создаваемое человеком (сплошная распашка), а в области

управления природопользованием требует неравномерного капиталовложения к его различным сторонам.

5. *Закон ограниченности природных ресурсов (ПР)*. Все природные ресурсы (и условия) земли конечны. Закон основан на том, что, поскольку планета представляет собой естественно ограниченное целое, на ней не могут существовать бесконечные части. Следовательно, категория «неисчерпаемых» ПР возникла по недоразумению и является вредной, создавая у хозяйственников иллюзию возможности непомерного расширения производства.

6. *Закон оптимальности*. С наибольшей эффективностью любая система функционирует в некоторых пространственно-временных рамках. Никакая система не может сужаться и расширяться до бесконечности. Закон диктует необходимость поиска наилучших с точки зрения продуктивности размеров культивируемых полей, строящихся городов. Игнорирование этого закона (создание огромных площадей монокультур хлопчатника, пшеницы) приводит к однообразию, что вызывает функциональные срывы: нашествие саранчи, шелкопряда, эпидемии и прочего.

7. *Закон падения природно-ресурсного потенциала (ПРП)*. В рамках одной общественно-экономической формации и одного типа технологии ПР делаются все менее доступными, требуют увеличения затрат труда и энергии на их извлечение и транспортировку. Примером могут быть добыча нефти и газа из все более глубоких горизонтов (скважины бурятся не до 2–3 км, как ранее, а до 4–6 км) и более северных районов (арктическое побережье и шельф).

8. *Закон равнозначности всех условий жизни*. Все природные условия среды, необходимые для жизни, играют равнозначную роль. Их игнорирование в землепользовании выразилось в применении на полях тяжелой техники, которая, переуплотняя почву, нарушила ее структуру.

9. *Закон развития природной системы (ПС) за счет окружающей ее среды*. Любая ПС может развиваться только за счет использования материально-энергетических возможностей окружающей ее среды. Абсолютно изолированное саморазвитие невозможно. Закон есть следствие из начал термодинамики. Вследствие этого:

- абсолютно безотходное производство невозможно;
- любая более высокоорганизованная биотическая система (например, вид животного), используя и видоизменяя среду жизни,

представляет потенциальную угрозу для более низкоорганизованных систем;

- биосфера Земли как система развивается не только за счет ресурсов планеты, но опосредованно за счет космических систем (в периоды солнечной активности растет число инфарктов, психических срывов, автокатастроф и т.д.).

10. *Закон растущего плодородия.* Агротехнические и другие прогрессивные приемы ведения сельского хозяйства, появляющиеся в практике земледелия, ведут к увеличению урожайности полей. При этом высокие урожаи обеспечиваются огромными энергетическими вложениями, порой угрожающими серьезными экологическими последствиями, если, конечно, не учитываются экологические ограничения.

11. *Закон снижения энергетической эффективности природопользования.* С ходом исторического времени при получении из природных систем полезной продукции на ее единицу в среднем затрачивается все больше энергии. Расход энергии на 1 человека в каменном веке составлял 16 тыс. ккал/сут, в аграрном обществе – 48, в индустриальную эпоху – 280, в развитых странах в настоящее время – до 1 млн ккал/сут, то есть в 60 раз больше, чем у наших далеких предков. С начала XX века количество энергии, затрачиваемое на 1 ед. сельскохозяйственной продукции, в развитых странах возросло в 8–10 раз, на 1 единицу промышленной продукции – в 10–12 раз.

12. *Закон совокупности (совместного) действия природных факторов.* Величина урожая зависит не от отдельного, пусть даже лимитирующего фактора, но от всей совокупности экологических факторов одновременно.

13. *Закон соответствия между уровнем развития производительных сил и ПРП.* Развитие производственных сил происходит относительно постепенно до момента резкого истощения ПРП, который характеризуется как экологический кризис. Кризис разрешается через революционное изменение производительных сил (переход от охоты и собирательства к скотоводству и земледелию, техническая революция и пр.).

14. *Закон убывающего плодородия.* В связи с постоянным изъятием урожая и нарушением естественных процессов почвообразования, а также при длительной монокультуре в результате накопления токсичных веществ, выделяемых растениями, на культивируемых землях постепенно происходит снижение естественного плодородия

почв (почвоутомление). К концу XX века плодородие в той или иной степени потеряно у 50 % всех пахотных угодий мира. Интенсификация сельского хозяйства позволяет получать все большие урожаи при меньших затратах человеческого труда и частично нейтрализовать снижение плодородия, но в то же время падает энергетическая эффективность землепользования.

15. Закон увеличения оборота вовлекаемых ПР. В историческом процессе развития мирового хозяйства быстрота оборачиваемости вовлечения ПР (вторичных, третичных и т.д.) непрерывно возрастает на фоне относительного уменьшения объемов их вовлечения в производство (относительно темпов роста самого производства). Закон указывает на увеличение интенсификации цикличности производства. В этом процессе требуется все больше энергии для ускорения оборачиваемости вовлеченных ПР.

1.2. Основные принципы экологии

Принцип обманчивого благополучия. Первые успехи (или неудачи) в природопользовании могут быть кратковременными: успех мероприятия по преобразованию природы или управления ею объективно оценивается лишь после выяснения хода и результатов природных цепных реакций в пределах естественного природного цикла (от 2–3 до нескольких десятков лет). Например, даже знак процесса может колебаться от положительного до отрицательного в течение ряда лет. Молодые растущие леса забирают и иногда иссушают местность. Сформировавшийся лес сначала балансирует приток и расход влаги, затем постепенно приводит к повышенному увлажнению. Уже перестойные леса вновь оказывают иссушающее воздействие. Отсюда следует, что только глубокий по времени экологический прогноз может обеспечить истинный успех хозяйственного мероприятия.

Принцип удаленности события – явление, отдаленное во времени и в пространстве, кажется менее существенным. В природопользовании этот принцип часто становится основой неверных практических действий. Предполагается, что в будущем на основе НТП экологические проблемы будут решаться легче, чем сейчас. На самом же деле потомки будут платить дороже, прежде всего, согласно закону снижения энергетической эффективности природопользования, закону развития ПС за счет окружающей среды и правилу интегрального

ресурса, действие которых в совокупности приводит к более напряженной ресурсной ситуации со временем, вплоть до коренного перелома – экологической (хозяйственной) революции, сопровождаемой социальными изменениями.

1.3. Некоторые правила экологии

Правило 10 процентов. Среднемаксимальный переход с одного трофического уровня экологической пирамиды на другой составляет 10 % (от 7 до 17 %) энергии или вещества в энергетическом выражении и, как правило, не ведет к неблагоприятным для экосистемы последствиям.

Согласно опыту в стационарных популяциях, не подверженных в данный момент массовому размножению или катастрофическому падению численности, изъятие 10–30 % особей не ведет к выведению популяции из стационарного состояния. В нестационарных популяциях при их росте возможно изъятие до 95 % особей, что не предотвращает дальнейшего увеличения численности. В противовес этому, из популяций, снижающих численность, изъятие особей в пределах правила 10 % может привести к полному их исчезновению. Использование этого правила позволяет иногда определить возможный и безопасный объем промысла, а чаще найти лишь общий подход к решению определения объема изъятия биоресурсов.

Правило интегрального ресурса. Конкурирующие в сфере использования конкретных ПС отрасли хозяйства неминуемо наносят ущерб друг другу тем сильнее, чем значительнее они изменяют совместно эксплуатируемый экологический компонент или всю экосистему в целом. Это правило – еще одно прикладное следствие закона внутреннего динамического равновесия. Например, в водном хозяйстве гидроэнергетика, транспорт, коммунальное хозяйство, орошаемое земледелие и рыбная промышленность связаны таким образом, что в наименее выигрышном положении оказывается промысел рыбы.

Правило меры преобразования природных систем. В ходе эксплуатации ПС нельзя переходить некоторые пределы, позволяющие этим системам сохранять свойство самоподдержания (самоорганизации и саморегуляции), обычно ограниченные заметным изменением систем трех сопряженных уровней иерархии. Поскольку это свойство и саморегуляция ПС поддерживаются двумя механизмами – соотношением экологических компонентов внутри системы и взаимодейст-

вием подсистем, систем того же уровня и подсистем в их иерархии, то это правило справедливо для обоих этих механизмов. Подсистема высокого уровня иерархии может поддерживать некоторые подсистемы разрушенной системы низшего уровня, но не восстанавливать их. Например, черноземы, возникшие в лесостепях при распашке, зонально поддерживаются, но постепенно деградируют, сохраняя возможность к восстановлению лишь при создании естественных условий их образования. Из этого правила следует ряд выводов:

- единица возобновляемого ПР может быть получена лишь в отрезок времени, определенный скоростью функционирования системы;

- перешагнуть через фазу последовательного развития ПС невозможно;

- проведение хозяйственных мероприятий рационально лишь в рамках определенных размеров, выход за которые в меньшую и большую сторону снижает их хозяйственную эффективность;

- преобразовательная деятельность не должна выводить ПС из состояния равновесия путем избытка какого-то из средообразующих компонентов, или, если это необходимо, требуется достаточная компенсация в виде относительно непреобразованных ПС (оптимальная территориальная структура – оптимальная лесистость);

- преобразование природы (если оно невозстановительное) дает локальный или региональный выигрыш за счет ухудшения каких-то показателей в смежных ландшафтах или в биосфере в целом;

- хозяйственное воздействие затрагивает не только ту систему, на которую оно направлено, но и ее подсистемы, стремящиеся нивелировать производимые изменения. В связи с этим расходы на преобразование природы никогда не ограничиваются лишь вложениями на объекты, подвергающиеся непосредственно планируемому воздействию;

- природные цепные реакции никогда не ограничиваются изменением вещества и энергии, но затрагивают и динамические качества ПС;

- вторичное сложившееся экологическое равновесие устойчивее, чем первичное, но потенциальный запас преобразования при этом сокращается;

- несоответствие целей естественно-системной регуляции и целей хозяйства может приводить к деструкции ПС;

- технические системы воздействия в конечном итоге всегда менее хозяйственно эффективны;

- технические воздействия имеют тенденцию превращаться в перманентные (переходящие от одного звена к другому) и все более усиливающиеся вплоть до полной замены саморегуляции ПС техногенным регулированием, что в конечном итоге экономически разрушительно.

Правило "мягкого" управления природой. «Мягкое» (опосредованное, направляющее, восстанавливающее экологический баланс) управление природными процессами способно вызвать желательные цепные реакции и потому социально и экономически предпочтительнее «жесткого», или техногенного управления. Это правило целесообразного преобразования природы. Примером является сопоставление двух форм ведения лесного хозяйства: сплошной лесосечной («жесткое» воздействие) и выборочной рубки («мягкое»).

Правило одного процента. Изменение энергетики в пределах 1 % выводит ПС из равновесного состояния. Эмпирически это правило подтверждается исследованиями в области мировой климатологии и других процессов. Все масштабные явления на планете (мощные циклоны, извержения вулканов) имеют суммарную энергию, не превышающую 1 % от энергии солнечного излучения, получаемого Землей. Переход энергетики процесса за это значение приводит к существенным аномалиям: резким климатическим отклонениям, переменам в растительности, крупным лесным пожарам. Этот непреодолимый порог, обозначенный природой, сигнал человеку в его необузданной гонке техногенных преобразований в биосфере, который может среагировать «ядерной зимой».

Правило оптимальной компонентной дополненности. Никакая экосистема не может самостоятельно существовать при искусственно созданном значительном избытке или недостатке одного из экологических компонентов. Это правило предупреждает о том, что длительное искусственное изменение одного из экологических компонентов неминуемо приведет к замене существующей экосистемы другой, не всегда хозяйственно желательной. При этом полезные для человека ресурсы экосистемы быстро иссякнут. Отсюда становится понятной причина гибели многих цивилизаций прошлого, строивших свое благополучие на предельном экологическом дисбалансе и необходимости вложения все большего количества энергии для получения единицы продукции. Исчерпание приводило цивилизации к краху.

Правило ускорения развития. Чем стремительнее от антропогенного воздействия изменяется среда обитания человека и условия ведения им хозяйства, тем скорее по принципу обратной связи происходит перемена в социально-экологических свойствах человека, экономическом и техническом развитии общества. Например, длительность каждой последующей общественно-экономической формации короче предыдущей. Это ускорение распространяется не только на общество, но и на всю биосферу.

Контрольные вопросы

1. Назовите примеры, показывающие, что любое изменение одного из элементов природной среды приводит к цепной реакции изменений других.

2. Какие количественные перемены в ПС приводят к существенным сдвигам и какими правилами экологии они объясняются?

3. Каким экологическим законам противоречит часто практикуемая в сельском хозяйстве сплошная распашка земель?

4. Какому закону противоречит тезис о возможности безотходного производства?

5. Какими последствиями для природы и экономики оборачивается увеличение урожайности полей?

6. Как человек борется с "почвоутомлением"?

7. Почему только глубокий по времени экологический прогноз может обеспечить истинный успех хозяйственного мероприятия?

8. Почему за экологические последствия современности наши потомки будут платить дороже? Обоснуйте ответ соответствующими законами и правилами.

ГЛАВА 2. ПРИНЦИПЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

2.1. Принципы управления природопользованием

Управление природопользованием строится на определенных принципах и подходах использования ПР. К ним относятся комплексность, полнота извлечения и переработки ПР, ресурсосбережение, планирование и прогнозирование их потребления.

Комплексность подразумевает извлечение как можно большего числа компонентов. В качестве примера можно привести как месторождение полезных ископаемых, где наряду с основным компонентом добывается ряд попутных, так и лесоразработки, где, кроме стволовой древесины, используют для производства скипидара живицу (смолу), хвою для производства хвойных концентратов.

Полнота извлечения подразумевает, что совокупность компонентов добывается из контуров всего месторождения, а не из самых богатых блоков. Последнее порой происходит при хищническом подходе. Похожее бывает на лесной деляне, где часть заготовленной впрок древесины не успевают вывезти, и она сгнивает, неся лесу различные болезни.

С двумя вышеназванными принципами органично сочетается решение проблемы *вторичного использования* компонентов, когда полученные отходы рассматриваются уже с точки зрения рационального природопользования не как отходы, а как вторичные ресурсы, используемые в дальнейшем. Так, например, при использовании углей в качестве топлива получали золу, которая при складировании занимала изрядную площадь земель, отравляя атмосферу и подземные воды. То же можно сказать о пустых вскрышных породах, возвышающихся терриконами. Все эти отходы превращаются во вторичные ресурсы, когда при рациональном подходе находят применение в строительстве (для производства шлакоблоков, отсыпки полотна дороги и т.д.).

Ресурсосбережение подразумевает экономное расходование природных ресурсов, чему способствуют экономические механизмы: введение лимитов, лицензирования, экологической экспертизы.

Планирование использования природных ресурсов тесно связано с перечисленными подходами и подразумевает такой подход, когда заранее на стадиях экологической экспертизы проекта, составления

технико-экономического обоснования (ТЭО) и бизнес-плана продумываются и просчитываются научно обоснованные объемы добычи ПР, полнота, комплексность их извлечения и соблюдение других принципов.

В природопользовании рассматривают два уровня управления:

- управление природопользованием (рационализацией использования ПР и охраной природной среды);
- управление природными системами (ПС).

Управление природопользованием осуществляется с помощью природоохранного законодательства, ведомственных инструкций, норм, постановлений, экономических механизмов (лицензирование, лимитирование и т.д.). Управление ПС может быть «жестким» и «мягким».

Эти уровни управления взаимосвязаны между собой: управление ПС основывается на изучении и использовании естественных (экологических) законов и осуществляется через первый уровень, опирающийся на юридические и экономические законы.

Прогнозирование основывается на анализе практики использования ПР в прошлом и настоящем и подразумевает прогноз использования их в будущем. При этом особенно скрупулезно должны выявляться стороны нерационального природопользования с целью коррекции в сторону рационализации. Так, анализ лесопользования в Приморском крае показал, что оно проводилось хищническими методами: только за XX век кедрово-широколиственные леса были вырублены на площади 85 %, а это означает, что последующему поколению осталась доля в 15 %. Эта порочная практика продолжается и в начале XXI века (данные 2001 года), значит, при таком природоразрушающем подходе мы потеряем эти уникальные леса еще до конца наступившего столетия.

2.2. Ресурсный цикл

Чтобы лучше увидеть необходимость введения данного понятия, познакомимся с тем, как происходит движение вещества и энергии в биосфере и техносфере. В биосфере оно организовано в виде совокупности естественных природных циклов. Возьмем, например, круговорот воды в природе или те процессы, когда в экосистемах продукты жизнедеятельности одних живых существ служат пищей

для других. При этом мы наблюдаем, что поток энергии и круговорот веществ имеет характер бесконечного замкнутого цикла.

В отличие от природы, процессы, протекающие в техносфере, имеют совершенно другой характер. Любой технологический процесс начинается с извлечения из окружающей среды ПР и заканчивается возвращением в нее разнообразных отходов, а также отслуживших свой срок изделий. Это процесс линейный, незамкнутый, имеющий начало и конец. Кардинальные различия между первым и вторым процессами и порождают в современном обществе все более обостряющееся противоречие, когда, с одной стороны, наблюдается нехватка ресурсов, с другой – увеличение потребности в них, обусловленные стремительным ростом населения (последствия демографического взрыва) и неумным желанием людей жить с большим комфортом (например, иметь в одной семье уже не один, а два автомобиля).

В связи с этим обострился вопрос необходимости найти путь согласованного и гармоничного развития этих процессов. Именно на этом пути стоит теория ресурсных циклов, разработанная И.В. Комаром.

Ресурсный цикл (РЦ) – это обмен веществ между природой и обществом, включающий извлечение естественных богатств из природы, вовлечение их в хозяйственный оборот и возвращение после утилизации в окружающую среду (в трансформированном виде). РЦ организуется по принципу малоотходного производства, которое по мере развития общества все больше должно приближаться к безотходному.

О том, что РЦ приближается к замкнутому природному циклу, свидетельствует практика введения во второй половине XX века утилизации промышленных и бытовых отходов в ряде развитых стран. Мощная экологическая пропаганда среди населения, экономическое стимулирование, жесткие правовые санкции (штрафы и т.д.) привели к тому, что значительная часть отходов превратилась во вторичные ресурсы, дающие дополнительную продукцию. Очень нагляден в этом отношении пример Германии, которая планирует в 2005 году перерабатывать 100 % своих отходов. В противоположность этому в России дело по утилизации отходов продвигается крайне медленно, более того, имеются шаги регресса: если раньше макулатура сдавалась в приемные пункты, то сейчас сеть их свернута, а бумага и картон выбрасываются на свалку или сжигаются. В городах Приморья

проблема мусора решается устаревшим и нецивилизованным методом: он вывозится на свалку, а это значит, что загрязнитель просто перемещается в пространстве с одного места на другое, отравляя природную среду.

2.3. Системность и оптимизация в природопользовании

Рассмотрим, на каких принципах основано совершенствование теории и практики ресурсного цикла.

Принцип системного подхода предусматривает всестороннюю комплексную оценку воздействия производства на среду и ее ответные реакции. С позиции системного подхода ни один ПР не может использоваться или охраняться независимо друг от друга. Так, например, повышение плодородия почв за счет орошения с помощью оросительных систем может привести к истощению водных ресурсов, что необходимо предвидеть и предупредить. Именно такие последствия, сопровождаемые засолением почв, наблюдались в Узбекистане. К этому привело повсеместное насаждение в качестве монокультуры хлопчатника.

Сбросы отходов в реку должны оцениваться не только по воздействию их на рыбу, но и на биохимию, планктон и на всю систему водоснабжения района, где протекает эта река, включая тот водоем, куда эта река впадает.

Принцип оптимизации природопользования заключается в принятии наиболее целесообразных, экономически и экологически просчитанных решений в использовании природных ресурсов на основе прогноза развития различных отраслей и регионов. Данный принцип нарушается в топливно-энергетическом комплексе, когда среди электростанций доминируют те, которые работают на угле и нефтепродуктах. Между тем Россия занимает первое место в мире по запасам природного газа, и увеличение его доли даст эколого-экономический эффект: уменьшение выбросов загрязняющих веществ в атмосфере и удешевление производства электроэнергии. Такого же эффекта можно было бы добиться в Приморье, так как здесь гидроэнергетические ресурсы используются непростительно мало. Имеются в крае свои значительные запасы угля, но его добыча свернута, и необходимые объемы ввозятся из других регионов (даже из Кузбасса), что удорожает выработку тепла и электроэнергии, ввергает край в энергетический кризис.

В соответствии с принципом оптимизации техногенная система должна напоминать собой природную экосистему, характеризующуюся широким набором различных видов жизнеобеспечения. В частности, энергетическая система не должна опираться на монополизм одного вида топлива, как мы часто наблюдаем, а иметь разнообразие источников для получения энергии. Чем разнообразнее техническая система по своим источникам получения энергии, тем она устойчивее противостоит негативным последствиям (стихийным бедствиям, конъюнктуре рынка, давлению монополий).

Принцип оптимизации природопользования предполагает прирост продукции не за счет экстенсивного, то есть возрастающего вовлечения в производство больших объемов природных ресурсов, а за счет более интенсивного использования сырья на принципах энерго- и ресурсосбережения, совершенствования технологических процессов на снижении образующихся отходов в процессе производства. Так, переход на новые технологии получения целлюлозы в Швеции позволил сократить водопотребление в 20 раз. Кардинальность решения вопроса здесь заключается в преодолении явно устаревшего экстенсивного подхода на путях повсеместного внедрения интенсивного подхода. Особенно это ценно при замене быстро истощающихся топливных ресурсов. Например, в качестве топлива для автотранспорта традиционный бензин (исчерпаемый ресурс) заменяется в ряде стран (Бразилия) спиртом, получаемым из возобновляемого сырья (тростника).

Принцип гармонизации отношений природы и производства решается при создании и эксплуатации природно-технических и эколого-экономических систем, представляющих собой совокупность какого-либо производства и взаимодействующих с ним элементов природной среды и обеспечивающих, с одной стороны, высокие производственные показатели, с другой – поддержание в зоне своего влияния благоприятной экологической обстановки, максимально возможное сохранение и воспроизводство ПР. В таких системах имеется структура, задачей которой является своевременное выявление возможных вредных воздействий и внесение необходимых коррективов в тот или иной компонент системы (производство или окружающую среду). Если обнаружено ухудшение состояния окружающей среды, служба управления принимает решение о необходимости сократить (даже остановить) производство, уменьшить при этом объем выбросов и сбросов. На практике это

происходит совсем нечасто, что подтверждает яркий пример с Байкалом. Еще в 60-е годы XX века на берегу этого уникального озера, концентрирующего в себе 22 % запасов питьевой воды всей планеты, был построен целлюлозно-бумажный комбинат. Несмотря на явное загрязняющее воздействие экосистемы Байкала, история с закрытием комбината тянется уже на протяжении 40 лет. В настоящее время срок его работы продлили еще на год, то есть все постановления высоких инстанций по закрытию, перепрофилированию предприятия игнорируются или обходятся различными ведомствами.

Своевременное и точное обнаружение опасных ситуаций достигается непрерывным сбором информации о состоянии окружающей среды с помощью наблюдений за ее изменениями, вызванными антропогенным воздействием или природным явлением (наводнением и т.д.), что позволяет прогнозировать их развитие. Такие системы носят название *мониторинга (контроля, наблюдения)* за состоянием окружающей среды. Самые простые функции этих систем заключаются в контроле загрязнения воздуха, воды, почвы, в наблюдении за биологическими объектами (животными, растениями и т.д.), а непосредственно на предприятиях в контроле стоков и выбросов с целью предупреждения населения (организаций) о возможности возникновения опасных ситуаций.

Система мониторинга особенно эффективно себя показывает в крупных городах, где есть датчики, контролирующие концентрацию загрязнителей в атмосферном воздухе. Они поставляют информацию на центральный диспетчерский пункт. В этом пункте на карте высвечиваются места смоговых явлений от автомобильных пробок, что сразу же вводит в действие план оперативных мероприятий (например, пробки разблокируются полицейскими путем закрытия одних улиц и открытия других в качестве улиц-дублеров для ускоренного движения автотранспорта).

Другой случай, когда система мониторинга востребована слабо, имеет противоположный пример. Долгие годы в Охотском море велся экстенсивный вылов объемов морепродуктов (особенно минтая и крабов) крупными судами (супертраулерами) разных стран. Несмотря на то что ученые, проводящие мониторинг промысловых популяций, забили тревогу еще в 90-е годы, реакция властей оказалась явно запоздалой и меры по запрету (ограничениям) добычи морепродуктов начали принимать лишь в начале XXI века.

Принцип комплексного использования ПР и концентрации производства заключается в том, что на базе всестороннего рационального использования ПР в конкретном регионе создаются территориально-производственные комплексы, которые имеют возможность оптимизировать и гармонизировать техногенные процессы, снизив антропогенное давление на окружающую среду. Насколько недостаточно используется этот принцип, показывает следующий пример. Так, поступления от туристического бизнеса в госбюджет Испании превышают поступления в российский бюджет от экспорта нефти. Между тем уникальных природных уголков, где можно рационально использовать рекреационные ресурсы, в Российской Федерации множество (Байкал, вулканы и гейзеры Камчатки и Курил).

Главное нарушение принципа комплексности в Приморском крае состоит в том, что на него до сих пор смотрят как на объект сырьевого характера (лес, рыба, металлы). Все это не позволяет дать дорогу крупным инвестициям в рекреационную сферу и производство глубокой переработки сырья.

Контрольные вопросы

1. Какая из трех форм использования ПР является приоритетной и почему?
2. Какой формой регулирования природопользования является лицензирование и какие виды лицензий выделяются?
3. Какая общественная необходимость вызвала введение лимитирования в природопользовании?
4. По каким природным объектам распределяются лимиты?
5. Назовите договорные формы природопользования.
6. С какой целью была введена в хозяйственную деятельность экологическая экспертиза? Какие формы выделяют?
7. На каких принципах базируется экологическая экспертиза?
8. В чем заключается значение эколого-санитарной экспертизы?
9. Приоритет чего должна обеспечить экологическая экспертиза?
10. Какие виды документации подлежат обязательной экологической экспертизе?

ГЛАВА 3. ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ

Земля – благодатная планета с огромными и разнообразными природными ресурсами. Основная масса проблем, с которой сталкивается человечество, связана не с нехваткой ресурсов как таковых, а с их неразумной и неэффективной эксплуатацией. Все используемые человеком природные ресурсы обычно разделяют на три категории: *невозобновимые, ограниченно возобновимые, неограниченно возобновимые*.

К **невозобновимым ресурсам** относятся, прежде всего, полезные ископаемые: нефть, уголь, природный газ, уран (энергетические ресурсы и сырье для химической промышленности), руды многих металлов, фосфаты, как основа фосфорных удобрений, и минеральное сырье, используемое в строительстве. Потребление всех этих ресурсов во второй половине XX века очень быстро росло, и геологические запасы многих из них сильно истощены. Однако содержание алюминия, железа, титана и кремния в земной коре столь велико, что потенциальные ресурсы этих веществ в принципе можно считать также неограниченными. К подобным веществам можно отнести и такие металлы, как золото и ванадий. В силу своей огромной способности к рассеянию эти металлы дороги, хотя их содержание в литосфере и гидросфере сравнительно велико.

Проблема состоит в наличии месторождений, где концентрация металла достаточно велика, чтобы его добыча была экономически целесообразна.

Сохранению многих ресурсов полезных ископаемых способствует многократное использование получаемых материалов. Прежде всего это относится к *переделу металлов*. В промышленно развитых странах сбор и переплавка металлического лома играют все большую роль. Примерно 50 % стали, около 40 % алюминия и до 70 % меди и свинца в промышленно развитых странах используется повторно, и тенденция к росту вторичного использования постоянно растет. Хотя данная тенденция и обусловлена в основном чисто экономическими причинами, она весьма благотворна как с точки зрения сохранения рудных ресурсов, так и с точки зрения минимизации ущерба природной среде: снижается энергопотребление, уменьшаются вредные выбросы в атмосферу, сокращаются площади карьерных горных выработок.

Ограниченно возобновимые ресурсы – это территория (земля) и плодородные почвы, запасы пресной воды, древесина, пищевые ресурсы в океане и т.п. В перспективе к этим ресурсам, к сожалению, приходится отнести атмосферный воздух и даже океанические воды в силу их значительного загрязнения. Загрязнение, бездумное уничтожение и деградация вследствие избыточной антропогенной нагрузки могут превращать эти ресурсы в невозобновимые. Чрезвычайно важным, но «невидимым» ресурсом, является накопленная в биосфере генетическая информация. До тех пор, пока биологический вид существует, это возобновимая часть генофонда планеты. Однако исчезновение вида ведет к безвозвратной ее утрате.

По-настоящему **неограниченно возобновимым ресурсом** можно считать только солнечную энергию и ее производные – энергию ветра и падающей воды. Некоторые ресурсы могут быть невозобновимыми, но в известной мере заменяемыми. Проблема обычно заключается в экономической возможности такой замены.

Основные трудности, связанные с истощением ресурсов, с которыми человечество может столкнуться в обозримом будущем, – это дефицит традиционных видов топлива, прежде всего, нефти и природного газа, уничтожение и деградация ограниченных **возобновимых ресурсов** – плодородных почв, пресных вод, лесов и рыбы в мировом океане. Истощение этих ресурсов грозит снижением производства продовольствия, а далее чрезвычайно опасными нарушениями биосферных циклов.

Проблема истощения возобновимых ресурсов и отношения к ним цивилизации подобна проблеме предпринимателя, обладающего определенным капиталом. Возобновимые ресурсы достались человечеству даром – это исходный основной капитал. Разумно им распоряжаясь, его можно даже приумножить и получать прибыль для собственных нужд и запросов. Но если предприниматель будет тратить на удовлетворение своих запросов не только прибыль, но и основной капитал, он рано или поздно разорится. Сегодня ситуация такова, что человечество живет подобно легкомысленному предпринимателю, растрачивая свой основной капитал – природные ресурсы.

3.1. Почва

Почти все, чем мы питаемся, дает почва. Она же накапливает и очищает пресную воду, обеспечивая питание растений. Растения в

свою очередь предохраняют почву от разрушения – *эрозии* под действием выветривания и смыва поверхностными водами. Таким образом, растительность и почва образуют единую систему.

Почва представляет собой смесь взаимодействующих между собой неорганических веществ (глина, песок, ил), разложившегося органического вещества (гумус), воды, воздуха и огромного числа живых организмов – бактерий, простейших, грибов, червей, насекомых и т.д.

Зрелая почва вместе с произрастающими на ней растениями есть климаксовый биогеоценоз, состоящий из нескольких слоев, – *почвенных горизонтов*.

Поверхностный горизонт О состоит из листопада, веток и других органических остатков, гумусовый слой А – это пористая смесь частично разложившихся органических остатков, в которой обитают многочисленные почвенные живые организмы – детритофаги и сапрофаги. Именно этот гумусо-перегнойный слой почвы отвечает за ее плодородие. При эрозии почв разрушение слоя А ведет к потере плодородия. Восстановление этого слоя происходит (если происходит!) в результате многолетней сукцессии. Горизонты В и С состоят в основном из неорганического материала и являются долговременными хранилищами для воды, заполняющей поры между минеральными частицами.

Дождевая вода, просачиваясь через слои О и А, растворяет минеральные и органические вещества и выносит их в слой Е, откуда они могут вместе с водой подниматься к корням за счет капиллярного эффекта.

Корням растений требуется не только вода с растворенными в ней веществами для питания, но и кислород воздуха для дыхания (*аэрация*). Способность почвы удерживать воду и поддерживать дыхание корней сильнейшим образом зависит от ее пористости, которая в свою очередь определяется минеральной основой почвы, состоящей из частиц различных размеров. Глина состоит из частиц меньше 2 мкм, плотно слипающихся друг с другом, поэтому глинистые почвы хорошо удерживают влагу и минеральные вещества, но препятствуют аэрации.

Пески, состоящие обычно из частиц со средним размером около 200 мкм, плохо держат влагу и питательные вещества. Поэтому суглинки, содержащие примерно равные доли песка и глины, оказываются наилучшей минеральной основой почвы.

Структура почвы и ее сохранность сильнее всего зависят от растений, корни которых пронизывают ее верхние горизонты. Биомасса корней может составлять от 10 до 99 % от биомассы растений. Биогеоценозы с относительно большой массой корней обладают и большей устойчивостью к неблагоприятным воздействиям, так как сеть корней препятствует эрозии. Для плодородия почвы чрезвычайно важно наличие в ней почвенных бактерий, прежде всего, фиксаторов азота, грибов-детритофагов и дождевых червей, которые, помимо переработки органических остатков, производят непрерывное рыхление почвы, обеспечивая ее аэрацию и улучшая структуру. Поэтому в хорошей почве количество дождевых червей должно быть порядка миллиона на 1 га и более.

Значительную роль в характере растительности и возможности для растений усваивать питательные вещества играет кислотность почв. Наиболее благоприятными для земледелия являются нейтральные и слабокислые почвы с водородным показателем $pH = 6-7$, так как они обеспечивают наилучшие условия по усвоению растениями минеральных веществ. Некоторые культуры, например, картофель и ягоды хорошо растут и при высоких уровнях кислотности с $pH < 6$.

При выращивании пшеницы или кукурузы кислотность почвы снижают путем внесения на поля извести (*известкование почв*). Щелочные почвы с $pH > 8$ засоляются, и требуются специальные меры для борьбы с этим явлением. Выпадение кислотных дождей часто ведет к нежелательному закислению почв.

В почвоведении различают более десятка только основных типов почв. Для земледелия особо важны черноземы с мощным, до 50 см, слоем гумуса и суглинистые (подзолистые, серые лесные) почвы, остающиеся после сведения лиственных лесов. Суглинки сравнительно быстро истощаются и требуют постоянного внесения удобрений в гумусовый горизонт.

В целом почвенные ресурсы Земли, пригодные для земледелия, в настоящее время исчерпаны примерно на 40 %. Площади, занятые черноземами, а также суглинистые почвы, расположенные в областях с наиболее благоприятными для земледелия условиями, практически полностью хозяйственно освоены.

Вовлечение новых земель в сельскохозяйственный оборот происходит главным образом за счет вырубки тропических лесов, что само по себе таит угрозу глобальной экологической катастрофы. Освоение этих земель не может решить проблемы роста производства

продовольствия. Почвы тропических лесов малопродуктивны. В горизонте В этих почв накоплено много соединений железа и алюминия. После сплошной вырубке тропические ливни смывают тонкий слой гумуса, и под совместным влиянием кислорода воздуха и воды на поверхности образуется очень прочная красная твердая порода – железняк. Земля становится бесплодной и непригодной для обработки. По различным оценкам, железняки уже покрывают более 10 % площади тропиков, а в Западной Африке – до 15 %.

Сохранение и умножение плодородия почвы есть одна из ключевых проблем выживания человечества. Между тем усиленная эксплуатация наиболее плодородных почв ведет не только к их истощению (это еще полбеды, так как с помощью удобрений и агротехники эта проблема вполне разрешима), но и к эрозии.

Эрозия – процесс разрушения почвы вследствие перемещения и рассеяния ее частиц под действием ветра и поверхностного стока воды. Различают несколько типов эрозии. Плоскостная эрозия происходит под действием выветривания и тогда, когда водяные потоки стекают по полю сплошным потоком, унося с собой частицы верхних слоев почвы. Этот тип эрозии особо опасен тем, что разрушение и истощение почвы происходит исподволь, почти незаметно, и последствия обнаруживаются со значительным опозданием.

Ветровая эрозия особо интенсивна на больших открытых пространствах распаханых полей, так как для подъема частиц почвы скорость ветра у поверхности должна превышать определенное пороговое значение, называемое *критической скоростью подъема*.

При струйной водной эрозии на поверхности образуются ручьи, которые промывают себе русла и сливаются в овраги. В конце концов происходит полное заовраживание сельскохозяйственных угодий, которые становятся непригодны для использования. За счет эрозии площадь наилучших пахотных земель сокращается примерно на 5–7 % за десятилетие.

Слой плодородной почвы нарастает очень медленно – примерно на 1/10 мм в год. В естественных условиях зрелых биогеоценозов скорость образования почвы примерно равна суммарной скорости эрозии. Но практически все используемые человеком территории в той или иной степени поражены эрозией.

Еще более страшным бичом для почвы являются строительные работы и открытые карьерные разработки. Сохранение снятого почвенного покрова и его последующая рекультивация проводятся

строителями и производителями горных работ в очень редких случаях. По меткому выражению известного специалиста по эколого-экономическим системам К.Г. Гофмана, «как правило, после них остается сплошной лунный пейзаж». По счастью, эти отрасли человеческой деятельности в целом охватывают относительно небольшую площадь. Однако в некоторых регионах России, Украины, США и Южной Африки эта проблема стоит очень остро, так как горно-, угле- и нефтедобывающие территории завалены миллионами тонн отвалов, «хвостов» обогатительных фабрик и разливами нефти.

Антропогенная эрозия почв опасна не только для самих почв, но наносит значительный ущерб водным ресурсам. Смытые с полей верхние слои почвы, попадая в водоемы, засоряют их и способствуют процессам *эвтрофикации*.

Крайней степенью эрозии является *опустынивание*. При умеренном опустынивании пастбищ и пахотных земель их продуктивность падает на 10–25 %, при сильном – на 25–50 %. Очень сильное опустынивание означает падение продуктивности земли более чем вдвое и образование на месте плодородных угодий глубоких оврагов и песчаных дюн. Опустынивание может происходить и в силу естественных причин, но в природе это достаточно медленный процесс, к тому же, как правило, обратимый, и происходит он на границах существующих пустынь.

Под антропогенным воздействием опустынивание может происходить гораздо быстрее и охватывать территории, далекие от природных пустынь, но находящиеся в зонах недостаточного увлажнения. Судя по всему, современные полупустыни и пустыни Ближнего Востока, а возможно и большая часть Сахары, – дело рук человека.

Основными причинами антропогенного опустынивания являются:

- перевыпас скота на протяжении длительного времени;
- неправильное орошение, ведущее к засолению почв и разрушению их верхнего слоя;
- распашка земель, непригодных для земледелия;
- вырубка и уничтожение лесов и кустарников;
- деградация земель за счет многолетней добычи полезных ископаемых, строительства и пр.

По различным оценкам, за вторую половину XX века опустыниванию подверглись от 300 до 800 млн га, но действенных мер в должном масштабе до сих пор никто не предпринимает.

С сожалением приходится констатировать, что Россия вместе с Китаем, Индией и США является лидером по скорости развития эрозии. В этих странах эрозией поражены около 35 % почв, и только сравнительно высокие значения коэффициента увлажнения спасают их от тотального опустынивания.

Для подавления эрозионных процессов существует целый ряд эффективных приемов. Чтобы сохранить почвенную структуру, минимизируют механическое воздействие на почву, используя безотвальную обработку. Верхний слой почвы при этом рыхлится без переворачивания пластов. В результате сохраняются прошлогодние растительные остатки и влага, уменьшаются расходы энергии на обработку. Однако при этом приходится использовать много *гербицидов* – пестицидов, предназначенных для борьбы с сорняками.

На склонах пахота и сев должны вестись строго поперек, а не вдоль склона. Тогда ряды растений препятствуют стоку воды и смыву верхнего слоя почвы. На более крутых склонах используется террасирование.

На поливных землях должны применяться дождевальные установки, позволяющие минимизировать смыв верхнего слоя почвы и правильно дозировать поступление воды, чтобы избежать заболачивания и засоления.

Особую роль в сохранении почв способны сыграть меры, которые можно назвать экологическими. В их основе лежит восстановление видового и ландшафтного разнообразия в антропогенных системах, что является основным условием повышения системной устойчивости любого биоценоза, а также в максимально возможной степени восстановление в антропогенных биогеоценозах естественных геохимических круговоротов.

Сохранению почвы способствует использование чересполосицы, при которой сельскохозяйственные культуры высеваются чередующимися широкими полосами поперек уклона. Этот прием используется совместно с севооборотом на полосах. Чередование полос не только снижает эрозию. Посев на части полос бобовых обогащает почву азотом, а смена типа растительности препятствует распространению болезней, сорняков и вредителей.

Чтобы избежать заовраживания, производятся посадки деревьев и кустарников. Эти посадки одновременно дают приют птицам, потребляющим насекомых, что позволяет сократить использование ин-

сектицидов. Уже образовавшиеся овраги перегораживаются плотинами, которые удерживают наносы, постепенно заполняющие сам овраг.

Лесопосадки в виде полос не только уменьшают смыв почвы, дают приют птицам и препятствуют миграции нежелательных видов. Они являются одним из главных средств борьбы с ветровой эрозией. Резко увеличивая трение воздушных потоков о поверхность, лесные полосы уменьшают поверхностную скорость ветра, что может практически полностью подавить ветровую эрозию и во всяком случае предотвратить возникновение пыльных бурь.

В природных экосистемах взятые из почвы питательные вещества возвращаются в нее, что обеспечивает поддержание ее плодородия в естественных условиях. В антропогенных биогеоценозах этот геохимический цикл оказывается разорван, так как каждый раз, когда убирается урожай, вместе с ним с полей вывозится масса питательных веществ, которые оказываются утраченными для экосистемы. Эрозия усиливает эту убыль. Так происходит истощение почв, эксплуатируемых в сельскохозяйственных целях. Поэтому эти почвы нуждаются в удобрениях и отдыхе.

Минеральные удобрения в силу относительной простоты применения наиболее употребительны в сельском хозяйстве. Они действительно позволяют пополнить запасы связанного азота, фосфора, калия и большинства других необходимых растениям веществ. Однако их применение недостаточно для полного восстановления почв и связано с рядом дополнительных проблем. Во-первых, они не пополняют утраченные запасы гумуса, а потому не восстанавливают структуру почвы, необходимую для удержания и накопления влаги. Нарушение структуры почвы и ее уплотнение ведут к ухудшению аэрации корней.

Для восстановления слоя гумуса почва нуждается в органических удобрениях, основу которых составляют навоз, перегной и компост, то есть отходы жизнедеятельности живых организмов.

Навоз и птичий помет являются наиболее эффективными органическими удобрениями. Однако их применение в условиях индустриализации животноводства, когда птица откармливается на гигантских птицефабриках, а свиньи и рогатый скот на специализированных фермах и в откормочных хозяйствах, резко уменьшается в связи с необходимостью транспортировки. Эта сиюминутная экономия в долгосрочном плане обходится очень дорого по двум причинам. Во-первых, из-за невозвращения на поля ценнейших питательных ве-

ществ, а во-вторых, потому, что эти вещества слишком часто загрязняют округу ското- и птицеводческих хозяйств и источники пресной воды. Наряду с экскрементами животных важными органическими удобрениями являются перегной и компост. Перегной образуется в результате заправки остатков зеленой массы, а компост специально готовится из смеси растительных остатков, навоза и почвы, разлагающейся под действием микроорганизмов и детритофагов.

Применение только органических удобрений в целом не может компенсировать потерь почвой питательных веществ. Только совместное применение органических и минеральных удобрений, антиэрозионных мер и ротации сельскохозяйственных культур (то есть традиционного севооборота) вместе с правильной организацией поливного земледелия может спасти основу жизни – почву – от массовой деградации в планетарном масштабе.

3.2. Водные ресурсы

Вода – основа жизни, по крайней мере, в ее земных формах. Вода составляет от 50 до 97 % веса растений и животных. Человеческий организм на 2/3 состоит из воды. Общемировые запасы воды огромны. Однако для жизнедеятельности человека совершенно необходима пресная вода. Доступная пресная вода составляет лишь малую толику от этих запасов – не более 0,8 %, а на самом деле еще намного меньше. Весь доступный поток пресной воды поступает на континенты в виде осадков. В настоящее время человечество близко к тому, что общая потребность в пресной воде окажется равной этому потоку.

В нашем распоряжении имеются два источника пресной воды: подземные и поверхностные воды. После выпадения атмосферные осадки частично остаются на поверхности, а частично просачиваются в грунт под действием силы тяжести и диффузии (*инфильтрация*) до тех пор, пока их не остановит водонепроницаемый слой глины или сланцев. Так образуются безнапорные грунтовые воды, состав примесей в которых зависит от локальных условий – состава почв и осадков. Верхняя граница этого водоносного горизонта называется зеркалом вод. Когда зеркало вод оказывается выше поверхности почвы, образуются озера и болота. Часть осадков задерживается губчатой структурой почвы (почвенные воды). Здесь лежит зона аэрации, где одновременно в порах почвы присутствуют и вода, и воздух.

Именно из этой зоны питаются корни растений, а ее водные запасы при отсутствии осадков пополняются за счет капиллярного подъема безнапорной воды, уровень которой при этом соответственно снижается.

Запасы напорных или артезианских вод располагаются ниже верхнего водонепроницаемого слоя и пополняются подземными потоками из источников, которые могут располагаться на расстояниях в десятки и сотни километров, например, из горных ледников. Соответственно темпы пополнения артезианских вод не зависят от локальных источников. Эти воды могут находиться под значительным давлением, поэтому и называются напорными.

Для своих нужд человек использует главным образом поверхностные воды рек и озер. Для создания запасов воды и нужд гидроэнергетики создаются огромные водохранилища. Однако к их строительству необходимо подходить с большой осторожностью, так как при этом часто теряются большие площади лучших сельскохозяйственных угодий, наносится непоправимый ущерб наиболее ценной промысловой рыбе. Примером экологической катастрофы, вызванной подобной деятельностью, может служить волжский каскад гидроэлектростанций, из-за эксплуатации которых резко сократилось стадо каспийского осетра, почти исчезли знаменитые волжские стерлядь, севрюга и белуга. Элементарные оценки показывают, что ущерб только от исчезновения этих ценнейших видов значительно превышает стоимость полученной электроэнергии.

Вода из колодцев – это вода безнапорного горизонта. Артезианскую воду добывают из глубоких скважин, откуда она часто поступает самотеком и даже фонтанирует. Распространенное убеждение в особой чистоте напорных вод в наше время, как это ни печально, часто оказывается ошибочным. Напорные воды могут поступать в сравнительно чистые регионы из сильно загрязненных. В процессе длительной инфильтрации они очищаются от крупных частиц, но растворенные в них опасные соединения тяжелых металлов мигрируют вместе с ними на значительные расстояния. Поэтому в окрестностях крупных промышленных центров и мегаполисов использование воды из обычных колодцев может оказаться предпочтительнее. Во всяком случае химический контроль не только грунтовых вод, но и артезианских, здесь является отнюдь не лишним.

В масштабе земного шара основная масса используемой человеком пресной воды идет на орошение. Другим важнейшим потребите-

лем является промышленность. При получении 1 т алюминия затрачивается 10 000 т воды. Еще больше воды уходит на орошение при выращивании 1 т хлопка. В промышленно развитых странах индустриальное потребление примерно равно сельскохозяйственному. В аграрных странах почти вся вода идет на орошение полей.

Значительная часть забранной из природных водоемов воды возвращается в эти водоемы, но слишком часто эта вода уже непригодна для дальнейшего использования из-за ее загрязнения.

Исчисление потребления воды при этом обычно ведется по объему водозабора, что неправильно. Если вода возвращается чистой (например, из охладительных систем или благодаря безупречным очистным сооружениям), то фактическое ее потребление оказывается в 10 раз меньше водозабора. Но такая ситуация скорее исключение, чем правило. На практике сбрасываемая вода бывает очищена не полностью. *Потребляемым природным ресурсом является не вода вообще, а именно чистая вода!* Предположим, что концентрация хотя бы одного загрязняющего вещества в водосбросе вдвое превышает допустимую. Это означает, что для разбавления сброса до допустимого уровня загрязнения потребуется дополнительный объем чистой воды, равный сбросу. Тогда при 90 % возврата фактическое потребление чистой воды оказывается в 1,8 раза больше водозабора.

Сельскохозяйственные сбросы – это обычно результат свободного стока с полей в водоемы или инфильтрации в грунтовые воды без всякой очистки. Поэтому они способны наносить огромный систематический ущерб запасам чистой воды. Смыв с полей плодородного слоя почвы и удобрений приводит к массовому размножению в водоемах фитопланктона и, прежде всего, сине-зеленых водорослей. В результате начинается процесс эвтрофикации, в воде падает содержание кислорода и она начинает «цвести», а затем «загнивает» и становится непригодной для использования. Попадание в водоемы пестицидов усиливает этот процесс, так как они убивают организмы, ответственные за очистку воды от органических остатков.

Благодаря деятельности водных организмов, прежде всего, моллюсков, водоемы обладают мощной способностью к самоочищению. Проблема заключается в том, что чрезмерный сброс ядовитых веществ ведет к массовой гибели этих организмов, после чего водоем становится «мертвым», то есть полностью теряет способность самоочищаться. Подобные ситуации часто связаны с авариями на очистных сооружениях.

Поверхностные воды рек формируются в основном за счет стока выходящих на поверхность грунтовых вод. Крупные равнинные реки образуются за счет слияния многочисленных мелких рек и ручьев, имеющих извилистое русло и замедленное течение. Эти водотоки вместе с верховыми озерами и болотами образуют природные водохранилища – регуляторы запасов чистой пресной воды и потому нуждаются в тщательной охране от загрязнения и мелиоративных работ по осушению, спрямлению русла и тому подобного вмешательства. Расширение за их счет пахотных площадей в одном месте ведет к обезвоживанию гораздо больших территорий и лучших угодий ниже по течению, провоцирует гибель урожая в засушливые годы и наводнения в годы с избыточным выпадением осадков. В особой защите нуждаются берега малых водоемов и водотоков, поэтому, чтобы избежать их разрушения, необходима тщательная охрана растительности, особенно кустарника и деревьев на берегах. Необходим также запрет использования быстроходных катеров и моторных лодок, создающих волны, подмывающие и разрушающие их берега.

Чистая пресная вода стала наиболее дефицитным природным ресурсом на Земле. Методы ее защиты от загрязнения и меры по сохранению ее запасов требуют поистине ничтожных затрат по сравнению с ущербом, который возникает при пренебрежении ими:

- простые меры по экономии воды, особенно в сельском хозяйстве и коммунальной сфере, способны дать огромный эффект. В сельском хозяйстве, где только треть забираемой на орошение воды получают растения, а остальная вода стекает впустую, мероприятия по охране почв от водной эрозии одновременно позволяют резко сократить затраты на орошение;

- в коммунальных службах и промышленности поддержание в должном порядке очистных сооружений и предотвращение бесполезных утечек (вечно капающие краны, подтекающие унитазы и водопроводные трубы приводят к потерям 30–50 % используемой воды!) позволяет резко сократить расходы на очистку питьевой воды, увеличить доступные ресурсы чистой воды и избежать угрозы эпидемий опасных болезней, таких, как холера, дизентерия или брюшной тиф;

- промышленные предприятия должны снабжаться системами оборотного водоснабжения;

- правительственные и муниципальные органы, а также все граждане, должны чрезвычайно осторожно подходить к любым предложениям по строительству водохозяйственных сооружений и прове-

дению мелиоративных работ, тщательно оценивая их последствия в долгосрочной перспективе.

3.3. Леса

Среди ресурсов дикой природы, наиболее интенсивно эксплуатируемых человеком, надо выделить леса, пастбища, рекреационные и курортные зоны и ресурсы океана. Трудно сказать, сохранились ли где-нибудь, кроме Антарктиды и некоторых пустынь, территории, не эксплуатируемые человеком. Даже в Гималаях на высотах 6 км и более приходится убирать мусор, оставленный многочисленными экспедициями альпинистов. Деградация дикой природы неразрывно связана с исчезновением многих видов животных и растений, то есть с невозобновимыми потерями в генофонде биосферы, возможно, самом ценном ресурсе природы.

Первичные, или девственные, леса сохранились в основном в бассейне Амазонки, в Канаде, Юго-Восточной Азии, Сибири и занимают около 25 % суши. Леса же в целом как потенциально возобновимый природный ресурс покрывают около 1/3 суши, но эта доля убывает с катастрофической скоростью из-за беспощадной рубки. Древесина является ценнейшим сырьем для целых отраслей промышленности и одновременно прекрасным и доступным топливом, а затраты на ее заготовку оказываются ничтожными по сравнению с получаемой сиюминутной выгодой. В общей сложности в мире ежегодно производится пиломатериалов и бумаги примерно на 150 млрд долл. США. Массовое использование древесины в качестве топлива сохранилось в наименее развитых странах.

Сегодня ситуация такова, что наиболее беспощадной эксплуатации подвергаются наименее устойчивые к массовой рубке экосистемы тропических лесов. Происходит это под давлением ряда экономических причин.

Во-первых, растущее население тропических стран не имеет средств для интенсификации сельскохозяйственного производства, а потому традиционно пытается наращивать производство продуктов питания за счет увеличения посевных площадей. Поскольку почвы тропических лесов бедны и при оголении быстро деградируют, то освоенные участки через несколько лет забрасываются и вырубаются новые. Сукцессия на этих разоренных и ставших каменистыми почвах протекает чрезвычайно медленно, ориентировочно порядка сотен

лет. Фактически на этих брошенных участках джунгли не восстанавливаются. Во-вторых, вырубленные тропические леса дают весьма ценную древесину. В сочетании с дешевой рабочей силой массовая промышленная рубка приносит огромный доход. В-третьих, многократно выросшее за последние годы население тропических стран не имеет других видов топлива для бытовых нужд, кроме дров.

Все это наносит непоправимый ущерб тропическим лесам, и к настоящему времени их площадь сократилась примерно до 40 % от своей первоначальной величины.

Леса выполняют в биосфере нашей планеты уникальные и жизненно необходимые функции, которые плохо осознаются большинством людей. Прежде всего, леса – это основные биопродуценты нашей планеты. Они защищают основные природные хранилища чистой пресной воды, предохраняют почвы от эрозии, регулируют горные водостоки, защищая долины от наводнений и селей. В процессе фотосинтеза они поглощают углекислый газ и выделяют кислород. Вырубка лесов и особенно сжигание древесины приводит к некомпенсированному выделению в атмосферу CO_2 , образующегося за счет окисления как углерода самой древесины, так и углерода, накопленного в лесной почве. Это способствует росту парникового эффекта. Леса служат домом для огромного числа видов растений и животных, а значит, крупнейшим на планете хранилищем генетической информации. По существующим оценкам, половина всех живущих на земле видов обитает в тропических девственных лесах. Гибель джунглей может привести к исчезновению примерно миллиона видов, для которых они (джунгли) являются единственно возможным природным местообитанием. Вырубка тропических лесов наносит прямой непоправимый ущерб и генофонду умеренных широт, так как тропические леса служат местами зимовки огромного числа птиц, гнездящихся в средних и высоких широтах.

По одной из оценок, среднее дерево в тропическом лесу за счет выделения кислорода, очистки воздуха, защиты почвы от эрозии, регулирования водостока, обеспечения условий для жизни диких животных и синтеза органического вещества создает за полвека «экологический доход» около 200 тыс. долл. США. В то же время стоимость его древесины не превышает 500 долл.

Лесные экосистемы умеренного пояса и тайга гораздо более устойчивы к рубке, чем тропические леса. Это обусловлено наличием относительно мощного почвенного покрова. Среди лесов умеренного

пояса наибольшая антропогенная нагрузка приходится на широколиственные леса и сосновые боры. Эта нагрузка обусловлена не столько лесозаготовками, сколько загрязнением воздуха, закислением осадков и изменениями уровня грунтовых вод, связанными с мелиоративными работами и строительством гидросооружений. Первоначально предполагалось, что леса особо чувствительны к первичному кислотному загрязнению, вызываемому окислами серы и азота. Однако в последнее время становится ясно, что гораздо большую роль могут играть повышенные концентрации озона.

Введенное в ряде развитых стран, в частности Канаде, Скандинавских странах и большинстве стран Европейского союза, правильное управление лесами позволяет сохранить леса, одновременно получая значительные устойчивые урожаи древесины. Для достижения спелости лесу требуется от 20 до 120 лет в зависимости от вида деревьев.

При *равновозрастном лесопользовании* на каждом участке растут деревья одинакового возраста. По достижении ими спелости участок (лесная плантация) вырубается и, как правило, засаживается саженцами одного возраста. Период выращивания от рубки до рубки называется оборотом. Такой подход широко используется для получения древесины быстрорастущих хвойных пород – сосны и ели. По сути, этот подход ничем не отличается от обычного монокультурного земледелия со всеми проблемами неустойчивых антропогенных экосистем и соответственно с необходимостью значительных затрат на поддержание неустойчивого состояния экосистемы (удобрения, пестициды и т. д.). Если после тотальной рубки лес восстанавливается естественным путем в результате сукцессии, то система будет устойчивой, но с технологической точки зрения этот подход неудобен из-за разброса размеров деревьев и их неодновременного созревания. Кроме того, при сплошной рубке оголенный участок может надолго, а то и навсегда, зарости «сорными» породами деревьев. Например, место, которое занимала вырубленная дубрава, может зарости осиной и ольхой.

При *разновозрастном лесопользовании* на участке сохраняются деревья разного возраста. Выборочная рубка, конечно, менее удобна технологически, но оказывается полезна для леса в целом. Она защищает лесные почвы от истощения и эрозии, улучшает условия для роста молодых деревьев и позволяет полностью сохранить биологическое разнообразие, обеспечивающее устойчивость лесного биоце-

ноза. Все сказанное о выборочной рубке не относится, разумеется, к случаю, когда выбор имеет вид «снятия пенек», – вырубается только наиболее хозяйственно ценные взрослые деревья. Такой хищнический подход ведет к деградации леса. Наилучший вариант выборочных рубок, когда рубка хозяйственная совмещается с санитарной очисткой леса от сухих и больных деревьев.

Большое значение в сохранении лесных ресурсов имеет защита лесов от болезней, насекомых-вредителей и пожаров. В лесах с природной структурой биоценоза заболевания и насекомые-вредители редко получают серьезное распространение.

Но искусственные лесные плантации далеко не сразу становятся способны к самозащите и легко поражаются болезнями, среди которых особо опасными являются грибки-паразиты, непарный шелкопряд и короеды. Особую опасность представляют виды, заносимые с континента на континент: на новом месте они находят изобильную пищу при отсутствии естественных врагов.

Лесные пожары – достаточно сложное и неоднозначное явление. *Низовые лесные пожары* охватывают подлесок, но почти не затрагивают взрослые деревья.

3.4. Пастбища

Около половины поверхности материков (кроме Антарктиды) занимают пастбищные угодья, то есть безлесные земли, способные обеспечить кормом травоядных животных. Примерно 40 % от этих земель используются для выпаса скота. В мире насчитывается не менее 10 млрд гол. скота, из которых 3 млрд составляет рогатый скот – овцы, коровы, козы, буйволы и другие жвачные животные. Три четверти из них кормятся за счет естественных пастбищ на так называемом беспривязном содержании, остальные откармливаются в специализированных хозяйствах.

Между этими двумя способами содержания скота существует принципиальная разница. Скот на естественных пастбищах занимает определенную экологическую нишу в природном биогеоценозе, частично или полностью вытеснив из нее не без помощи человека диких животных.

Если поголовье скота соответствует экологической емкости травоядных, то структура природной экосистемы при этом сохраняется, и поддержание ее в равновесии не требует от человека особых затрат

и усилий. Скот, содержащийся исключительно на засеиваемых выгонах или в стойлах, оказывается частью антропогенной системы, поддерживаемой искусственно. Многие современные хозяйства такого типа носят полностью индустриальный характер.

Устойчивость экосистемы пастбища зависит от типа растительности. Злаковые травы имеют густые корневые системы, не поддающиеся выкорчевыванию и препятствующие эрозии. Большинство остальных трав и кустарников имеют один основной корневой стержень, который легко вырывается из почвы. При объедании только верхней части растения оно быстро восстанавливается, если сохранились нижняя часть и корень, где сосредоточен *метаболический запас* растения.

Пастбище, как и всякая экосистема, имеет определенную экологическую емкость по отношению к каждому виду и поголовью травоядных в целом. В оптимальной ситуации емкость пастбища заполнена, но не переполнена. При переполнении, то есть при *перевыпасе* скота, начинается уничтожение метаболического запаса растений, и емкость пастбища падает. Если перевыпас продолжается, то резко возрастает эрозия и меняется видовой состав растений – кормовые травы замещаются малосъедобными растениями – колючками, которые получают экологическое преимущество.

В дальнейшем в регионах с пониженным увлажнением может произойти полное опустынивание. Такое катастрофическое развитие событий характерно при пере-выпасе в африканской саванне. В северной степной зоне – тундре, где почвенный покров слаб и тонок, перевыпас оленей оказывается даже менее опасен, чем использование тяжелых транспортных машин, следы от которых не зарастают десятки лет.

При недостаточном выпасе экологическое равновесие также нарушается. Начинается сукцессионный процесс зарастания пастбища разнотравьем и кустарником, которые дают укрытие грызунам.

В настоящее время около трети пастбищ Земли находится в неудовлетворительном состоянии вследствие неправильной эксплуатации и перевыпаса. Наилучший способ поддержания продуктивности пастбища издревле применялся скотоводами и состоит в контроле над передвижениями животных и содержании смешанных стад, в которых различные виды животных питаются преимущественно разными растениями.

Применение на пастбищах удобрений для форсированного роста растений и пестицидов для борьбы с нежелательными видами – очень дорогой и малоэффективный метод управления пастбищами. Вместе с грызунами гибнут их естественные враги, что приводит к неконтролируемым вспышкам численности тех самых видов, против которых ведется борьба.

Контрольные вопросы

1. Понятие о природных ресурсах. Возобновимые и невозобновимые ресурсы.
2. Характеристика водных ресурсов.
3. Особенности основных природных ресурсов:
 - почвы;
 - леса;
 - пашни;
 - пастбища.

ГЛАВА 4. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ И ИХ ХАРАКТЕРИСТИКА

Любая производственная деятельность связана с появлением отходов. «Безотходность» природных циклов – это миф, который опровергается огромными пластами геологических отложений, возникших в результате деятельности живых организмов. Отходы производства, попадая в природную среду, практически всегда изменяют ее химический состав или физические свойства и, следовательно, являются загрязняющими веществами.

Ландшафты и экосистемы наиболее заселенных местностей и весь современный облик биосферы сформировались под антропогенным воздействием. К сожалению, предсказать дурные последствия человеческой деятельности обычно можно, но никогда нельзя сказать с уверенностью, что учтены все возможные опасности. Поэтому упомянутые здесь и ниже источники загрязнения, опасные вещества и технологии, разрушительные для природных экосистем, – это только наиболее распространенные виды отрицательных антропогенных воздействий на природу. Пытаться строго классифицировать эти воздействия – невыполнимая задача, но по характеру условно их можно разделить преимущественно на физико-химические, биологические и физико-механические.

Примеры физико-химического загрязнения – выбросы в атмосферу и водоемы загрязняющих веществ (в том числе радиоактивных).

Примеры биологического загрязнения – загрязнение воды и почвы нечистотами, содержащими болезнетворные микроорганизмы, и антропогенная интродукция (внедрение) биологических видов, чужеродных для биоценоза и губительных для его природных обитателей.

Примеры физико-механического загрязнения – засорение атмосферы частицами пыли из-за неправильной распашки земель, ведущей к *эрозии*, то есть разрушению почв, или шумовое загрязнение городской среды.

По времени и степени создаваемого ущерба антропогенные воздействия можно разделить на кратковременные аварии и *перманентные* (постоянные или долговременные) *нагрузки* на экосистемы, длительность которых превышает или сопоставима со временем сукцессии. При этом аварийные нагрузки могут иметь и весьма долговременные последствия. Хотя последствия катастрофических аварий

обычно производят наиболее сильное впечатление, основной экологический ущерб приносит перманентное загрязнение окружающей среды.

4.1. Понятие о химическом загрязнении

Химическое загрязнение может носить двоякий характер. Во-первых, это антропогенное изменение природных циклов имеющих в природе веществ и сдвиг их биогеохимических циклов и концентраций. Пример: выброс огромных количеств окислов углерода, серы и азота при сжигании ископаемого топлива. Во-вторых, это распространение в природных средах синтетических веществ, в том числе особо ядовитых, в принципе в природе не существующих (*ксенобиотики*). Примеры: утечки диоксинов и использование ядохимикатов в сельском хозяйстве. Подобные вещества особо опасны тем, что в экосистемах могут отсутствовать механизмы их разложения или консервации, а живые организмы не обладают способностью к их уничтожению при попадании во внутренние органы.

Для загрязняющих веществ вводят нормативы, называемые *предельно допустимыми концентрациями (ПДК)*.

ПДК устанавливаются отдельно по каждой среде. Кроме того, для воздуха ПДК устанавливаются в зависимости от времени воздействия.

Под *разовой ПДК* для воздуха обычно понимают концентрацию, допустимую в течение не более 20 мин.

Среднесуточная ПДК – это концентрация вредного вещества в воздухе *населенных мест*, которая не должна оказывать на человека прямого или косвенного воздействия при неограниченно долгом (годы) вдыхании. Поэтому среднесуточная ПДК есть основной норматив для оценки качества воздуха.

В качестве отдельного норматива вводится *ПДК рабочей зоны*. ПДК определяют, учитывая продолжительность рабочего времени, и за соблюдением этой нормы должны следить органы охраны труда. Особо устанавливаются ПДК для продуктов питания.

Согласно природоохранному законодательству Российской Федерации, нормирование в области охраны окружающей среды осуществляется в целях государственного регулирования воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду, гарантирующего сохранение благоприятной окружающей среды и обеспече-

ние экологической безопасности. Нормирование в области охраны окружающей среды заключается в установлении нормативов качества окружающей среды, нормативов допустимого воздействия на окружающую среду при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, иных нормативов.

Первоначально ПДК устанавливались, исходя из «отсутствия практического влияния на здоровье человека». Однако этот критерий оказался слишком неопределенным и недостоверным, так как он не учитывал генетических и долгосрочных последствий воздействия загрязнения. Например, стало ясно, что многие *канцерогены*, то есть вещества, вызывающие рак, опасны при любых концентрациях, а их действие проявляется спустя много лет. В других случаях накопление вещества в пищевых цепях превращает его вполне безопасные для человека концентрации в природной среде в смертельно опасные в пищевых продуктах. Кроме того, многие вещества, практически безвредные для человека при наблюдаемых концентрациях, наносят громадный ущерб природной среде. Поэтому нормы ПДК постоянно пересматриваются в сторону их уменьшения.

Гипотеза, на которой основывается установление ПДК, состоит в том, что существует *порог вредного действия* как некая доза получаемого организмом вещества, начиная с которой в нем (организме) возникают изменения, выходящие за пределы физиологических и приспособительных реакций, или скрытая (временно компенсированная) патология. Таким образом, пороговая доза вещества (или пороговое действие вообще) – это граница, переход которой вызывает в биологическом объекте негативные изменения, которые не могут быть компенсированы механизмами *гомеостаза* (механизмами поддержания внутреннего равновесия организма).

Для многих ксенобиотиков пороговой концентрации, по-видимому, не существует. Они опасны в любой концентрации и в этом смысле ничем не лучше, чем возбудители чумы или черной оспы. Такие вещества мы обычно называем ядовитыми, и для их характеристики используется понятие *токсичности*.

Токсичность есть способность вещества нарушать жизненно важные физиологические функции организма, то есть мера несовместимости вещества с жизнью.

Количественно токсичность определяется *токсической дозой* вещества (отнесенной, как правило, к массе тела животного или человека), вызывающей определенный токсический эффект (*интокси-*

кацию или отравление). Чем токсическая доза вещества меньше, тем выше его токсичность. Обычно токсичность характеризуют абсолютно *летальной* (смертельной) *дозой* DL_{100} или *среднесмертельной дозой* DL_w . Здесь цифры в индексе указывают вероятность (в %) гибели подопытного животного. Значения токсических доз зависят от путей поступления вещества в организм.

Опасность, исходящая от загрязняющего вещества, зависит не только от характера его воздействия, величины эмиссии (то есть выброса в окружающую среду) и ПДК, но и от параметров его распространения.

Пространственный масштаб распространения загрязнения зависит от того, в какую среду оно попало и от *времени жизни* загрязняющего вещества в этой среде. В атмосфере загрязняющие вещества разносятся ветрами со скоростью от 1 до 20 м/с, в проточных водах они распространяются со скоростью течений, в стоячих водах и почвах их распространение зависит от скоростей *диффузии* – это доли (см/с) в воде и сантиметры в год в почвах.

Время жизни загрязняющего вещества в природной среде – это среднее время существования в этой среде молекул или атомов вещества до их распада, трансформации или выведения за пределы среды. Если распад вещества носит абсолютно случайный характер, то это время, за которое количество молекул вещества уменьшается в $e = 2,718...$ раз. Используется также понятие времени жизни в некоторой среде (например, в атмосфере) относительно конкретного процесса, например, физико-химического распада или вымывания дождями.

Под *временем пребывания вещества в данной среде* (атмосфера, вода или почва) будем понимать другую величину, а именно время, за которое концентрация вещества становится меньше предельно допустимой концентрации или просто ниже порога обнаружения. Существенно, что время жизни не зависит от исходного количества вещества, то есть от величины его выброса, или эмиссии, тогда как время пребывания зависит и от времени жизни, и от эмиссии.

Время жизни вещества в данной среде зависит от двух факторов: скорости его химической (или физической в случае радиоактивного распада) трансформации или разложения в природной среде и скорости его механического выведения.

4.2. Пыль, тяжелые металлы и ядовитые химические соединения

Аэрозольные частицы, или пыль, попадают в атмосферу в результате многих природных процессов. Главным источником природных аэрозольных частиц является мировой океан. При обрушении волн в воздухе оказывается множество мелких капель, поднимаемых ветром. Эти капли быстро высыхают, и в воздухе остаются частицы морской соли. Другой источник атмосферных частиц – ветровой подъем пыли с открытой поверхности континентов, пустынь и полупустынь. Множество частиц остается в атмосфере в результате извержений вулканов. Аэрозольные частицы играют огромную роль в формировании климата Земли. Они служат ядрами конденсации при образовании облаков и ответственны за рассеяние и частичное отражение солнечного света.

Мелкие частицы диаметром меньше 0,1 мкм ведут себя в атмосфере как невесомый газ с большим (в десятки и сотни часов) временем жизни. Они выпадают на поверхность в основном под действием осадков. Крупные частицы с размером более 2 мкм осаждаются на поверхность под действием и собственного веса и осадков. Особенно долгоживущими являются частицы с размерами около 1 мкм, которые почти невесомы и слабо захватываются осадками.

Хозяйственная деятельность человека привела к значительному росту запыления атмосферы.

Важным свойством атмосферных аэрозольных частиц является огромная площадь их поверхности. Для умеренно загрязненной континентальной атмосферы суммарная площадь поверхности частиц, находящихся в воздухе над некоторой территорией, составляет около 10 % от площади этой территории. И только благодаря ничтожным размерам частиц атмосфера сохраняет прозрачность.

Антропогенные аэрозольные частицы не только загрязняют атмосферу сами по себе, но являются носителями других, гораздо более опасных загрязняющих веществ, таких, как *тяжелые металлы* и *ядовитые долгоживущие органические соединения*. С точки зрения химика, эти две группы веществ совершенно разные сущности. Но по своим источникам, поведению в природной среде и воздействию на нее они имеют много общего. И тяжелые металлы, и устойчивые органические соединения попадают в природную среду не только при их производстве, но и при их использовании и при утилизации отхо-

дов. И те, и другие могут находиться в атмосфере в виде паров или, что бывает чаще, оседать на поверхности аэрозольных частиц и переноситься вместе с этими частицами-носителями. И те, и другие могут находиться в биосфере очень долго, накапливаясь в пищевых цепях. Наконец, многие из них являются ксенобиотиками, и все они опасные яды даже в очень малых концентрациях.

В литературе, посвященной проблеме загрязнения природной среды, ванадий, никель, железо, марганец, ртуть, кадмий, таллий, кобальт, медь, свинец, олово, мышьяк, сурьму, селен, хром и цинк условно называют *тяжелыми металлами*, хотя, с точки зрения химика, не все эти элементы являются истинными металлами.

Большинство тяжелых металлов в природе доступно для растений и бактерий только в очень малых концентрациях. Железо, медь, цинк, селен, марганец, молибден и некоторые другие элементы в микродозах необходимы для живых организмов. Они опасны только в больших избыточных концентрациях. Свинец, кадмий, мышьяк, ртуть и их соединения, по-видимому, ядовиты для большинства высших животных и многих растений в любых концентрациях.

Промышленное извлечение тяжелых металлов из руд принципиально изменило их геохимические циклы, и концентрации многих металлов в природной среде повысились в десятки и сотни раз. Пока эти металлы находятся в связанном состоянии в своих природных депо – рудах и минералах, их количество в биосферных циклах ничтожно. Проблема состоит в том, что после извлечения из руд и попадания в биосферные круговороты веществ тяжелые металлы возвращаются в природное депо – осадочные породы – чрезвычайно медленно.

Однако последние исследования показали, что даже такой токсичный элемент, как ртуть, в микродозах стимулирует активность лейкоцитов и интенсивность обмена веществ, а также дезинтоксикацию живых организмов.

Антропогенными источниками тяжелых металлов в природной среде являются процессы их производства, а также технологические процессы, в которых они используются: производство бумаги и ювелирных изделий (ртуть), электротехническая, электронная и электрохимическая промышленность (кадмий, свинец, олово, медь, ртуть и т.д.). Присадки к автомобильному и авиационному топливу содержат свинец и таллий, при сжигании попадающие в атмосферу (тетраэтил-

свинец широко используется до сих пор для повышения октанового числа бензина во многих странах, в том числе и в России).

Значительная доля загрязнения природной среды тяжелыми металлами приходится на неорганизованные мусорные свалки, помойки и просто разбросанный мусор. Избыток железа в подземных водах Подмосковья – следствие огромного количества разбросанного металлолома. Ртуть в атмосфере и соединения ртути в воде – это выброшенные ртутные лампы, медицинские приборы (термометры, тонометры) и другая аппаратура, содержащая ртуть. К сожалению, большинство людей не задумываются над тем, что один выброшенный битый «градусник» способен отравить кубический километр воздуха!

При выбросах в атмосферу тяжелые металлы или их соединения сорбируются (оседают) на поверхности аэрозольных частиц, вместе с частицами рассеиваются в воздухе и выпадают на Землю. Исключением отчасти является ртуть, значительная часть которой остается в атмосфере в виде паров. Попав в пресные воды непосредственно или в результате атмосферных осадков, тяжелые металлы и их соединения отравляют реки, а потом и моря, в которые эти реки впадают. Например, природный вынос реками соединений железа в океан составляет около 25 млн т, а антропогенный – около 320 млн т, природный вынос соединений свинца – 180 тыс. т, а антропогенный – более 2 млн т. Многие металлы, в частности, ртуть жадно поглощаются пресноводными бактериями. В результате образуются металлоорганические соединения, гораздо более ядовитые, чем чистые металлы.

Хотя крупные частицы-носители выпадают на сравнительно малых расстояниях от источников выбросов, целый ряд факторов приводит к глобальному распространению тяжелых металлов в биосфере. Во-первых, малые долгоживущие частицы-носители, имеющие относительно большую сорбирующую поверхность, медленно выводятся из атмосферы. Поэтому они могут переноситься в атмосфере на огромные расстояния. Во-вторых, выпавшие на землю частицы и пары некоторых металлов (например, ртути) спустя даже длительное время могут снова подниматься в воздух ветром и такими «прыжками» постепенно распространяться на все больших территориях. В-третьих, тяжелые металлы разносятся реками и морскими течениями в виде растворимых солей или на взвешенных в воде частицах.

Вся пресная вода, потребляемая человеком, исходно дождевая вода. Поэтому содержание тяжелых металлов в питьевой воде непосредственно зависит от их содержания в атмосферных осадках.

4.3. Биологическое и физическое разрушение и загрязнение природной среды

С момента своего появления на Земле человечество оказывает постоянно нарастающее воздействие на состав и структуру экологических систем, истребляя одни виды живых организмов и способствуя вольно или невольно распространению и процветанию других видов. Вырубая леса и распахивая степи, человек лишает огромное число видов их мест обитания, и ежегодно с лица Земли исчезают тысячи видов, о существовании большинства которых науке даже не было известно. Тем самым подрывается видовое разнообразие биосферы – одна из основ ее устойчивого существования. Мы же замечаем исчезновение только крупных животных – мамонтов, туров (дикие предки наших коров), китов, ламантинов (морских коров), некоторых видов птиц.

Наряду с этим человек способствует внедрению в экосистемы новых для них видов. Иногда это проходит более или менее безболезненно, но может приводить к тяжелым последствиям. Общеизвестны печальные результаты интродукции кроликов в Австралии, где они стали вытеснять местные эндемические виды из их экологических ниш, или появления колорадского жука на Евразийском континенте. В обоих случаях виды-мигранты попали в благоприятную для них среду, где не имели естественных врагов. И вследствие этого был нанесен огромный вред местным экосистемам и, прежде всего, сельскому хозяйству.

Другой тип биологического загрязнения, представляющего собой прямую угрозу для людей, – это *бактериальное загрязнение* пресных вод и почвы. Оно возникает из-за отсутствия или неисправности канализационных систем, а также неправильного размещения полигонов для хранения отходов. Фекальные массы – основное депо инфекции – попадают в источники пресной питьевой воды и в море вблизи курортных зон как со сточными и талыми водами, так и путем просачивания из необустроенных выгребных ям и при авариях на очистных сооружениях.

К наиболее опасным патогенным микроорганизмам, переносимым водой, относятся холерный вибрион, сальмонеллы, вызывающие брюшной тиф и паратифозные заболевания, шигеллы, вызывающие дизентерию, вирусы гепатита. Контроль качества воды по наличию в ней патогенных микроорганизмов весьма проблематичен, так как обнаружить и распознать их среди огромного числа безвредных бактерий почти невозможно. Поэтому в качестве критерия попадания фекальных остатков в питьевую воду используют наличие в чистой воде бактерий, сходных с абсолютно безвредной кишечной палочкой коли, так называемый *коли-индекс*. Обычно вода считается чистой, если в 1 л содержится не более 10 таких бактерий. Это очень малая величина, так как в 1 л неочищенных сточных вод содержится до 1 млрд кишечных палочек.

За последние десятилетия все большую роль начинает играть простое *механическое загрязнение*. Окрестности многих крупных городов буквально завалены отходами и мусором. Завалены мусором берега и дно рек и озер. Иногда этот мусор биологически и химически пассивен (полиэтилен и другие пластиковые материалы, стекло), но даже в этих случаях он делает значительные пространства малопригодными для жизни и человека, диких животных. В других случаях, медленно разлагаясь, он отравляет почву и воду.

Особую опасность представляет *разлив нефтепродуктов*. Масляные пятна на поверхности воды практически полностью прекращают газообмен между водой и атмосферой. Пленка этих пятен по толщине близка к мономолекулярной, поэтому 1 т нефтепродуктов, разлитая на поверхности воды, способна сделать непригодной для жизни несколько квадратных километров водного пространства. Загрязненная нефтепродуктами почва практически перестает «дышать», в ней погибают все почвенные организмы. Сквозь почву нефтепродукты проникают в грунтовые воды, делая их непригодными для использования. Нефтепродукты разлагаются очень медленно, и отравленные воды и почва самоочищаются очень долго.

Загрязнение природной среды может носить не только материальный, но и энергетический характер.

Крупные электростанции, а также заводы, используют для охлаждения оборудования огромные объемы воды. Эта нагретая вода часто сбрасывается в природные водоемы, вызывая их перегрев, — *тепловое загрязнение*, тем самым нарушая нормальное функционирование природных экосистем.

Еще один тип физического воздействия на природные объекты связан с использованием быстроходных катеров и моторных лодок на небольших реках и пресноводных озерах. Поднимаемые этими судами волны размывают берега, при этом обнажаются корни растущих на них деревьев, что еще более ускоряет процесс разрушения берегов, ведет к заиливанию и гибели водоема. Поэтому использование лодок с моторами на озерах категорически запрещено в Скандинавских странах. К сожалению, подобный запрет далеко не везде введен в России, а там, где введен, не всегда исполняется.

Шумовое загрязнение свойственно крупным городам и поселкам, расположенным вдоль автомобильных трасс и вблизи аэродромов. Человеческое ухо весьма совершенный механизм, способный различить ничтожный поток энергии звуковых волн: порог слышимости человека с хорошим слухом составляет около 10^{-12} Вт/м². Болевой порог интенсивности звука составляет около 10 Вт/м² (это шум реактивного самолета на расстоянии 50 м), то есть превышает порог слышимости в 10^{13} раз. Например:

- тихая сельская местность – 20–30 дБ;
- обычный разговор – 40–50 дБ;
- салон легкового автомобиля, пылесос – 60–70 дБ;
- тяжелый дизельный грузовик – 90 дБ;
- шумный заводской цех – 100 дБ;
- выстрел из ружья вблизи уха – 160 дБ.

Шум, превышающий 100 дБ, заведомо ведет к повреждению слуха при систематическом воздействии. При постоянном воздействии шум, превышающий 80–90 дБ, может вызвать психические нарушения, прежде всего, тяжелое расстройство сна. Вместе с тем равномерный шум, имеющий природное происхождение (шум морского прибоя или дождя), не влияет на здоровье.

Мощное развитие всевозможных видов радиосвязи, использующих все более коротковолновые диапазоны, то есть все более высокие частоты, привело к тому, что пространство урбанизированных регионов насыщено *микроволновым излучением*. Прямых доказательств вредного влияния сантиметровых радиоволн на здоровье пока нет, так же, как не изучены возможные механизмы такого влияния. Следует, однако, иметь в виду, что длины сантиметровых волн соответствуют размерам органов человеческого тела, которые, таким образом, оказываются приемными антеннами, настроенными в резонанс для этих волн.

Другим источником интенсивных микроволн являются бытовые микроволновые печи для приготовления пищи. Как правило, они излучают на частотах около 3 ГГц или выше, то есть с длинами волн менее 10 см, и это излучение прекрасно захватывается органическим веществом приготовляемых продуктов.

От опасного для всего живого жесткого ультрафиолета и еще более жестких видов радиации, приходящих из космоса, – потоков частиц и квантов рентгеновского и гамма-излучения – поверхность Земли защищена верхней атмосферой. В естественных условиях на поверхности Земли присутствует только фоновая радиация, часть которой (от 20 до 50 %) имеет космическое происхождение, а остальное есть следствие распада радиоактивных элементов, находящихся в земной коре.

4.4. Радиация, радиоактивное загрязнение и атомная энергетика

Два основных типа ионизирующей радиации (излучения) стали известны науке почти одновременно. Анри Беккерель (*Becquerel*, 1852–1908) открыл явление радиоактивности в 1896 г. и стал первым человеком, явно пострадавшим от радиоактивного облучения. Всего годом ранее, в 1895 г., Вильгельм Рентген (*Rontgen*, 1845–1923) открыл рентгеновские лучи.

Естественное радиоактивное излучение земного происхождения вызывается распадом нестабильных атомных ядер и практически полностью состоит из α (альфа)-частиц, β (бета)-частиц и γ (гамма)-квантов. Из известных в настоящее время примерно 1700 видов атомных ядер (нуклидов) только 270 представляют собой стабильные изотопы, а все остальные подвержены радиоактивному распаду. Нестабильные изотопы называются радионуклидами. Атомное ядро содержит частицы двух видов – положительно заряженные протоны и не имеющие заряда нейтроны. Естественная нестабильность атомных ядер обычно обусловлена избытком нейтронов, поэтому радиоактивные изотопы сосредоточены главным образом в нижней части таблицы Менделеева. Радиация космического происхождения и антропогенное радиоактивное излучение, связанное с развитием атомной энергетики, широким использованием радионуклидов в медицине и промышленности, производством и испытаниями ядерного оружия,

может, помимо перечисленных частиц, содержать потоки нейтронов, протонов и осколки атомных ядер.

При альфа-распаде ядро испускает альфа-частицу (ядро гелия), состоящую из двух протонов и двух нейтронов. Так как ядро теряет при этом два элементарных заряда, то образуется дочернее ядро, имеющее в таблице Менделеева номер, на две единицы меньший, чем материнское ядро. При (бета)-распаде один из нейтронов ядра превращается в протон, при этом из ядра вылетают альфа-частица – электрон, обладающий большой кинетической энергией, и антинейтрино – нейтральная частица, возможно даже не имеющая массы покоя. Дочернее ядро получает дополнительную единицу заряда и соответственно номер в таблице Менделеева на единицу больший, чем материнское ядро. Третий тип распада связан с захватом ядром одного из электронов внутренней электронной оболочки атома, в результате чего один из протонов ядра становится нейтроном. Дочернее ядро в этом случае имеет номер, на единицу меньший материнского. При всех типах распада дочернее ядро может остаться в возбужденном состоянии. Возбужденное ядро сбрасывает избыток энергии испуская высокоэнергичный квант электромагнитного излучения – гамма-квант с длиной волны короче 10^{-12} м. Скорости и соответственно кинетическая энергия испускаемых α - и β -частиц велики: скорость α -частиц около 10^7 м/с, а скорость электронов приближается к скорости света.

И радиоактивное, и рентгеновское излучение способны разрывать внутримолекулярные связи и вызывать образование ионов в окружающем веществе, поэтому их называют *ионизирующим излучением*. Именно способность к ионизации среды использовалась изначально для оценки интенсивности излучения.

4.5. Глобальные проблемы: рост парникового эффекта и разрушение озонового слоя

Среди огромного разнообразия загрязнителей, выбрасываемых человеком в природную среду, почти безобидные на первый взгляд вещества (по сравнению с бенз(а)пиреном или тяжелыми металлами) могут оказаться наиболее опасными для биосферы в целом. Это углекислый газ, метан, а также окислы азота и *хлор-фторуглеводороды*, главным образом, *фреоны* CF_2Cl_2 и CFCl_3 , широко использовавшиеся в холодильной технике и в аэрозольных баллончиках-распылителях де-

зодорантов, инсектицидов и т.д. Дело в том, что все эти вещества играют огромную роль в формировании парникового эффекта, а окислы азота и хлорфторуглеводороды способны разрушать стратосферный озоновый слой.

Парниковый эффект – это в принципе весьма благоприятное явление природы, так как благодаря нему сохраняется тепло на поверхности Земли, и она может быть обитаемой. Однако, если газовое одеяло Земли станет слишком хорошо сохранять тепло из-за роста концентрации в атмосфере парниковых газов, прежде всего CO_2 , то это вызовет неизбежные серьезные изменения климата. Концентрация CO_2 увеличивается вследствие сжигания огромных количеств ископаемого топлива и сведения лесов. Примерно 40 % этого выброса поглощает мировой океан, но его способность достаточно быстро удалять избыток углекислого газа из атмосферы недостаточна.

Наряду с выбросом парниковых газов хозяйственная деятельность ведет к попаданию в атмосферу огромного количества аэрозольных частиц. Воздействие частиц на климат неоднозначно. С одной стороны, они отражают определенную долю приходящей лучистой энергии обратно в космос, с другой стороны, поглощают эту энергию, что ведет к нагреванию атмосферы. Осаждаясь на поверхность полярных шапок, они уменьшают альбедо, способствуя потеплению. В целом антропогенные аэрозольные частицы, скорее всего, уменьшают поток солнечной энергии, достигающий поверхности Земли, и действуют как охлаждающий фактор.

Человечество сформировалось и освоило Землю в относительно холодную климатическую эпоху. Как правило, климат Земли был теплее современного. Переходы от холодных эпох к теплым и обратно происходили очень быстро. В конце XX и начале XXI века появились новые признаки климатических изменений:

- систематическое повышение глобальной среднегодовой температуры с 1970 г. в среднем примерно на $0,013^\circ\text{C}$ в год;
- 9 наиболее жарких лет на планете в XX веке пришлось на период 1980–2000 гг.;
- резко увеличилась скорость схода ледников с ледяных щитов Антарктиды и Гренландии с образованием особо крупных айсбергов, по площади превосходящих небольшие страны Европы;
- площадь ледяного щита Северного Ледовитого океана, по данным спутниковых наблюдений, сократилась на 10 %;

- свободный ото льда сезон на канадских озерах сократился на три недели (по другим водоемам умеренных широт нет систематических данных).

Быстроразвивающееся глобальное потепление – отнюдь не благо, а грозит человечеству многими бедами:

- потепление будет происходить неравномерно – в полярных областях сильнее, чем в экваториальных, поэтому произойдет смена направлений океанических течений, ветров и перераспределение осадков;

- согласно некоторым расчетам, Гольфстрим может ослабеть и отодвинуться от берегов Европы, что приведет к превращению мягкого европейского климата в резко континентальный с очень жарким летом и холодными зимами;

- произойдет таяние огромного количества льда, что вызовет подъем уровня воды в океане и затопление обширных областей суши; в тундрах растает вечная мерзлота, и они превратятся в гигантские области солончатых болот;

- в результате перераспределения осадков сдвинутся к полюсам климатические зоны, и наиболее плодородные и важные для сельского хозяйства регионы, такие, как степи Украины, Северного Казахстана, Южной Сибири, прерии в Соединенных Штатах и пампасы Южной Америки, скорее всего, превратятся в безводные пустыни;

- значительная часть избытка поглощенной солнечной энергии до перехода в тепло будет расходоваться на усиление атмосферной циркуляции, что вызовет увеличение числа и рост мощности ураганов, смерчей и тому подобных разрушительных природных явлений.

Вопрос о причинах глобального потепления вызывает споры в научной среде. Одни ученые склонны рассматривать глобальное потепление как обычное природное явление, много раз происходившее в истории нашей планеты, а рост концентрации углекислого газа в атмосфере не как причину, а как следствие того обстоятельства, что растворимость CO_2 в воде (и, следовательно, в мировом океане) и площади полярных шапок Земли падают с ростом температуры. По мнению ряда ученых, антропогенный выброс парниковых газов не играет в этом процессе существенной роли.

Другие специалисты, напротив, увязывают потепление напрямую именно с антропогенной эмиссией парниковых газов.

Контрольные вопросы

1. Понятие о химическом загрязнении.
2. Биологическое и физическое разрушение и загрязнение природной среды
3. Радиоактивное загрязнение.
4. Глобальные проблемы: рост парникового эффекта и разрушение озонового слоя.
5. Время жизни загрязняющего вещества в природной среде.

ГЛАВА 5. НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС И ЭКОЛОГИЗАЦИЯ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

5.1. Научно-технический прогресс и развитие цивилизации

Анализ развития общества с начала промышленной революции показывает, что вся мощь воздействия техногенной цивилизации на природу, стремительно нарастающий экологический кризис и обострившаяся нехватка природных ресурсов вызваны научно-техническим гением человечества.

Создаваемые технические средства и технологии были направлены в основном на добычу ПР с максимальной интенсивностью. В качестве примера отметим создание мощных шагающих экскаваторов, самосвалов, способных перевозить сотни тонн горной породы. В результате возникли карьеры глубиной более 1 км. Как выразился академик Вернадский, «человек по своей мощи сравнялся с геологической силой».

Осознание противоречивости развития научной и инженерной мысли передовыми учеными привело к тому, что многие успехи научно-технического прогресса (НТП) стали рассматриваться критически, так как они подрывали не только крупные природные комплексы, но и жизненные, восстановительные возможности биосферы в целом. В обществе сформировалось экологическое «зеленое» движение, требующее все более настойчиво сориентировать интеллект не на гонке вооружений, а на экологизации мировой экономики и политики. Эйфория техническими достижениями начинает проходить. Философия «предельной эксплуатации природы» в упорной борьбе уступает место понятию гармоничного отношения общества с природой на основе концепции устойчивого развития.

5.2. Экологизация мирового хозяйства

Принцип экологизации взят за ориентир с 80-х годов XX века и все больше пронизывает экономику развитых стран. К этому их побуждают экологическое движение и нефтяные кризисы 70-х годов XX века и 2001 года. Это можно легко проследить на примере развития энергетики и автотранспорта.

Еще в начале XX века основным энергоносителем был уголь, который к середине столетия все больше теснили нефть и газ. Но все

эти ресурсы исчерпаемы, нужно было искать нетрадиционные (альтернативные) источники энергии. Развитие атомной энергетики после Чернобыльской катастрофы 1986 года встало под вопрос и резко замедлилось: США, Германия, Швеция и еще ряд стран отказались от своих планов по строительству АЭС. Энергия солнца, ветра, подземного тепла, рек, приливов и морских волн все более активно внедряется в мировое хозяйство, демонстрируя принцип ресурсосбережения на практике. Норвегия 100 % электроэнергии получает на гидроэлектростанциях, в штате Калифорния (США) ветросиловые установки вырабатывают уже 15 % электроэнергии от общего объема.

Сторонники традиционной энергетики скептически относятся к установкам, где используется солнечная энергия, считая их экономически нерентабельными. Но это не совсем так, ибо касается пока, учитывая быстрый прогресс в этом направлении, только тех, что работают на дорогих фотоэлементах. Более простые в техническом отношении тепловые батареи вырабатывают достаточно дешевую тепловую энергию и используются в хозяйстве многих стран.

Борьбу инженерной мысли за экономное расходование ресурсов можно наглядно проследить на примере эволюции автомобильного двигателя. Если в 50–60-е годы прошлого столетия легковые автомобили потребляли по 10–15 л бензина на 100 км пробега, то в 90-х годах по 5–7 л, некоторые даже 3 л. Появился бессвинцовый (неэтилированный) бензин, и развитые страны быстро перешли на него, заметно снизив количество выбросов в атмосферу. К сожалению, до сих пор вопрос по свинцу остается актуальным для России, ведь у нас в стране неэтилированный бензин производится лишь на нескольких заводах.

В связи с этим отметим, что чистота выхлопа американских автомобилей в 80 раз выше, чем российских. Все это следствие того, что со времен Форда шла быстрая смена одних моделей другими, совершенствовалась конструкция самого двигателя, стали применяться эффективные дожигатели топлива, нейтрализаторы выхлопных газов, электронные системы управления, глушители в системе выхлопа, повышалось качество самого топлива.

Состязательность среди конструкторов привела к тому, что традиционный бензин пробуют заменить спиртом, растительным маслом, причем в ряде случаев успешно, хотя говорить о повсеместности этого явления пока рано. Лозунг "За чистый выхлоп" сменился тезисом «Обойтись вовсе без выхлопа», и предлагаются электромобили,

которые надежно завоевали свою нишу там, где выхлопные газы категорически неприемлемы (шахты, склады и так далее). Эксперименты с созданием автомобилей, работающих на солнечных фотоэлементах, а также использующих водород в качестве топлива, проходят вполне успешно.

О том, насколько успешно решается проблема экологического оздоровления технологий, можно увидеть на примере Японии, которая в 80-е годы провозгласила курс: «От технологии очистки – к чистой технологии».

Первым этапом (70–80-е годы) экологизации технологий явилось совершенствование очистного оборудования, повышение его качества и надежности, резкое снижение себестоимости. Только с 1965 по 1974 г. выпуск технического оборудования вырос более чем в 20 раз.

Начиная с середины 80-х годов, была поставлена задача радикального уменьшения производства загрязнителей. На втором этапе японцы перешли от борьбы за очистные сооружения к борьбе против необходимости иметь очистные сооружения. На предприятиях ставится задача превращения производственного процесса в экологически чистый, резко уменьшающий количество отходов. Кроме того, уделяется внимание разработке и выпуску экологически чистых товаров, то есть таких, которые после использования не становились бы загрязнителями. В связи с этим правительство Японии приняло программу "Больших проектов", содержащих целый комплекс разнообразнейших экологических разработок. Так, программа "Базовые технологии промышленности следующего поколения" включает три раздела:

- новые материалы;
- биотехнологии;
- новые электронные приборы.

В совершенствовании технологии очистки значительную роль играют разделительные мембраны. Они позволяют производить разделение смесей газов или жидкостей на составляющие части. Будучи частью фильтра, они улавливают загрязнители, возвращая тем самым многие ценные химические компоненты в производство.

Программа «Солнечный свет» ставит своей задачей уменьшение негативного воздействия энергетики на окружающую среду.

Каждый из разделов этой программы имеет четко обозначенный профиль научно-технических работ:

- гелиоэнергетика;
- геотермальная энергетика;
- газификация и сжижение угля;
- водородная энергетика;
- ветроэнергетика;
- использование тепловой энергии океана и биомассы.

Так, в результате газификации низкокачественных и "грязных" сортов угля, очистки топлива от серы добиваются более полного сгорания топлива, а значит, существенного уменьшения выбросов загрязнителей в атмосферу.

В гелиоэнергетике наиболее успешно находят применение установки по превращению энергии солнечного излучения в тепловую, затем с помощью паровой турбины в механическую и далее в электрическую.

Оригинально сумели использовать японцы энергию ветра с целью обогрева парников. Новизна заключается в том, что энергию ветра сразу превращают в тепло, минуя промежуточную стадию получения электричества. Пропеллер ветросиловой установки приводит в движение компрессор, который сжимает воздух и, благодаря этому, нагревает его до 170°C. Такое прямое превращение энергии в тепло оказалось в шесть раз эффективнее, чем прежний метод использования электричества. Этот пример наглядно демонстрирует принцип энергосбережения.

В области сельского хозяйства во второй половине XX века уповали на достижения «зеленой революции», которая базировалась на успехах селекции, значительном увеличении расходования энергии, прогрессивных формах агротехники, широком применении минеральных удобрений. Однако этот путь имел лишь временные положительные результаты, не сняв проблемы продовольствия в мире.

В конце XX века входит в практику *экологическое земледелие* (выращивание сельскохозяйственной продукции без химических удобрений и пестицидов), которое поставляет на рынок чистую, но более дорогую продукцию. Последней препятствует проведение яростной кампании аграриев, пытающихся доказать, что пестициды не вредны или не так уж вредны, как считается.

Параллельно успешно развивается "биодинамическое" направление, не применяющее минеральные удобрения и пестициды.

В конце XX века "зеленая революция" обрела как бы второе дыхание. *Биотехнологии* шагнули вперед в связи с достижениями ген-

ной инженерии. Так, например, в селекции стали использоваться рекомбинантные (полученные за счет объединения не встречающихся в природе фрагментов) ДНК, что превратилось в новый неопределимый метод исследования в производстве сельскохозяйственной продукции. Генетическая трансформация позволяет повышать устойчивость растений к насекомым-вредителям, болезням, пестицидам, недостатку или, наоборот, избытку влаги, жаре или холоду, увеличить питательные свойства продукции. Уже за 1996–1999 гг. площади, засеянные трансгенными сортами, увеличились почти в 25 раз.

Если бы не было существующих научных разработок, имеющих площади сельскохозяйственных угодий человечеству бы не хватило.

5.3. Концепция безотходного и малоотходного производства

Практика природопользования первой половины XX века, как и более раннего периода, показала, что 98 % из извлекаемых природных ресурсов в процессе производства в конечном итоге идут в отходы, а значит, они оказывают неблагоприятное воздействие на биосферу. Идея использовать ПР таким образом, чтобы отходов в принципе не было, выразилась в *концепции безотходного производства*, то есть такой метод производства продукции, при котором все сырье и энергия используются наиболее рационально и комплексно в цикле: *сырьевые ресурсы – производство – потребление – вторичные ресурсы*, причем любые воздействия на окружающую среду не нарушают ее нормального функционирования.

Зная из изложенных выше законов экологии, что безотходное производство в принципе невозможно, нельзя его формулировку воспринимать абсолютно. Но эта концепция нужна как своего рода идеал, к которому должно стремиться все общество. Реальным воплощением этой концепции является *малоотходное производство*, составной частью которого стал ресурсный цикл. Все принципы природопользования и его последовательная рационализация направлены на то, чтобы сделать производство малоотходным.

Такое производство должно выполнять следующие требования:

- осуществление производственных процессов при минимально возможном числе технологических стадий (аппаратов), поскольку на каждом из них образуются отходы и теряются ресурсы;

- применение непрерывных процессов, позволяющих наиболее эффективно использовать сырье и энергию;
- увеличение (до оптимальных значений) единичной мощности агрегатов;
- интенсификация производственных процессов, их оптимизация и автоматизация;
- создание энерготехнологических процессов, при которых в результате сочетания энергетических технологий более полно используется энергия химических превращений, экономятся энергия, сырье и материалы, увеличивается производительность агрегатов.

Малоотходное производство тесно связано с *утилизацией отходов*, под которой подразумевают извлечение из них ценных компонентов (металлов, стекла, пластика, бумаги, соединений серы) с последующим сжиганием или сбраживанием органических веществ для получения энергии и сырья для производства стройматериалов, компостов, вторичной переплавки металлов, с организованным захоронением неиспользуемых остатков.

Утилизация отходов включает в себя и решение «мусорной проблемы», которая заметно обострилась в XX веке. В настоящее время с помощью различных сепараторов выделяются бумага (картон), стекло, металлы, резина, органические остатки и другие компоненты.

Сжигание мусора осуждается и все больше сменяется его переработкой. При этом одна часть переработанной органики используется в сельском хозяйстве в качестве удобрений, другая в энергетических целях. Для последнего используется анаэробная деструкция, то есть бескислородный ферментативный стадийный микробный процесс (за 5–30 дней) с получением биогаза на конечной стадии. Только в Китае уже работают десятки тысяч таких установок, снабжающих газом своих потребителей.

Более сложной является переработка отходов горнорудной и металлургической отрасли. В 90-е годы прошлого столетия на Нижнетагильском металлургическом комбинате совместно с германской фирмой "Фридрих" был построен мощный комплекс по переработке шлаков производительностью 3 млн т в год. Это позволило извлечь из отвалов около 8 млн т железа, снабдить стройиндустрию дешевым стройматериалом, решить ряд экологических проблем. Так, реализуется международный проект "Отходы" и решается вопрос ресурсосбережения в Свердловской области. А между тем ежегодно в России образуется 140 млн т твердых отходов, около 10 тыс. га земель заня-

ты полигонами под такие отходы, не считая несанкционированных свалок.

С задачей по их утилизации может справиться новое направление – *техноэкология*, сутью которой являются основы теории, техники и технологии ресурсосбережения и защиты окружающей среды. Пока же относительно России можно с горечью констатировать, что позитивные шаги в этом направлении не стали определяющей тенденцией. В то же время на территории страны уже накоплено 80 млрд т твердых отходов (из них 1,6 млрд т токсичные и экологически опасные), количество которых прирастает, ибо из образуемого объема вторично используются только 28 %.

Особая крупная проблема человечества в вопросе утилизации связана с радиоактивными отходами (РАО). Во многих районах мира существуют радиоактивные подземные зоны, образовавшиеся при испытательных или промышленных ядерных взрывах, в некоторых точках сбрасываются на дно океана контейнеры с РАО.

О том, насколько серьезна ситуация с захоронением, свидетельствовал доклад специальной комиссии под руководством А.В. Яблокова, где впервые официально было признано, что СССР произвел затопление в море 18 ядерных реакторов (причем из шести, стоявших на подводных лодках, не было выгружено топливо). 16 из этих реакторов лежат в Арктике и в Карском море, 2 – в Японском море. Так, в Карском море затоплена «сборка» с атомохода «Ленин» с частично невыгруженным ядерным топливом. Тут же отметим, что в Арктике запрещено производить захоронение РАО. Все реакторы относят к группе запрещенных для затопления в море высокоактивных отходов.

Радиоактивные отходы обычно подвергают хранению или захоронению. Высокоактивные отходы хранят чаще всего в наземных или слабозаглубленных металлических или железобетонных емкостях, а отходы средней и низкой активности в хранилищах траншейного типа или подземных камерах.

Захоронить радиоактивные отходы, значит, навечно поместить их в специальные пункты захоронения ("могильники"), где они были бы выведены из сферы человеческой деятельности и биологических процессов на время геологического масштаба. После захоронения отходов вмешаться в их судьбу ныне существующими средствами уже нельзя. Практически это осуществляют таким образом: выбирают геологические породы в сейсмически стабильных районах, не разбитых тектоническими разломами, бурят глубокие скважины и закачи-

вают туда радиоактивные отходы. Тут же следует учесть, что геологическая концепция этого вопроса до сих пор не разработана в том отношении, чтобы полностью гарантировать невозможность попадания радионуклидов в геохимический круговорот.

При хранении радиоактивные отходы подвергают обработке с последующим помещением компонентов в битумные или бетонные блоки. Другим методом является остеклование.

Другая серьезная и давно назревшая проблема связана с утилизацией химического оружия. Входящие в него отравляющие вещества (иприт, люизит и др.) относятся к высокотоксичным и особо опасным. Положение усугубляется тем, что этих веществ еще со времен Великой Отечественной войны скопилось сотни тысяч тонн, а находятся они в плачевном состоянии: снаряды, бомбы, емкости проржавели и грозят утечкой. Есть программа по строительству специального завода, на котором и будет производиться их утилизация. Их взрывание и захоронение, как это было раньше, в настоящее время недопустимо.

Контрольные вопросы

1. В чем суть принципа экологизации мирового хозяйства?
2. В чем проявлялась двойственность научно-технического прогресса?
3. В каких направлениях происходит экологизация мирового хозяйства?
4. Назовите примеры ресурсосбережения.
5. Почему на определенном этапе развития Япония отходит от борьбы за очистные сооружения?
6. Назовите примеры энергосбережения.
7. Чем характеризуются этапы «зеленой революции»?
8. Возможно ли безотходное производство и нужна ли эта идея в обществе?
9. Назовите основные требования, предъявляемые к малоотходным технологиям.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

Задание 1

Составьте схему круговорота углерода в водной и наземной экосистемах. Перечислите названия входящих в их состав организмов. Цветными стрелками покажите:

- ✓ направление движения углекислого газа, поглощаемого растениями;
- ✓ направления движения углерода от растения по пищевым цепям к консументам первого порядка;
- ✓ выделение углекислого газа в атмосферу.

Составьте пояснительный текст к схеме с описанием круговорота углерода. В чем опасность повышения концентрации углерода в атмосфере?

Задание 2

Составьте схему круговорота фосфора и разными стрелками покажите перемещение фосфорсодержащих соединений:

- ✓ поглощение фосфатов растениями из почвы;
- ✓ движение органических соединений фосфора по пищевым цепям от растения к животным и редуцентам;
- ✓ выделение неорганического фосфора консументами и редуцентами в окружающую среду (воду, почву).

Составьте пояснительный текст к схеме с описанием круговорота фосфора. Какой фазы не существует в круговороте фосфора? Почему фосфорные соединения могут возвращаться в растения?

Задание 3

Составьте схему круговорота азота и стрелками разного цвета покажите:

- ✓ движение азота к растениям от мест его фиксации (бобовые растения, промышленность, атмосферные разряды);
- ✓ движение органических азотсодержащих соединений по цепям питания – к растениям, животным, бактериям, фиксирующим его;

✓ выделение неорганических азотных соединений в окружающую среду.

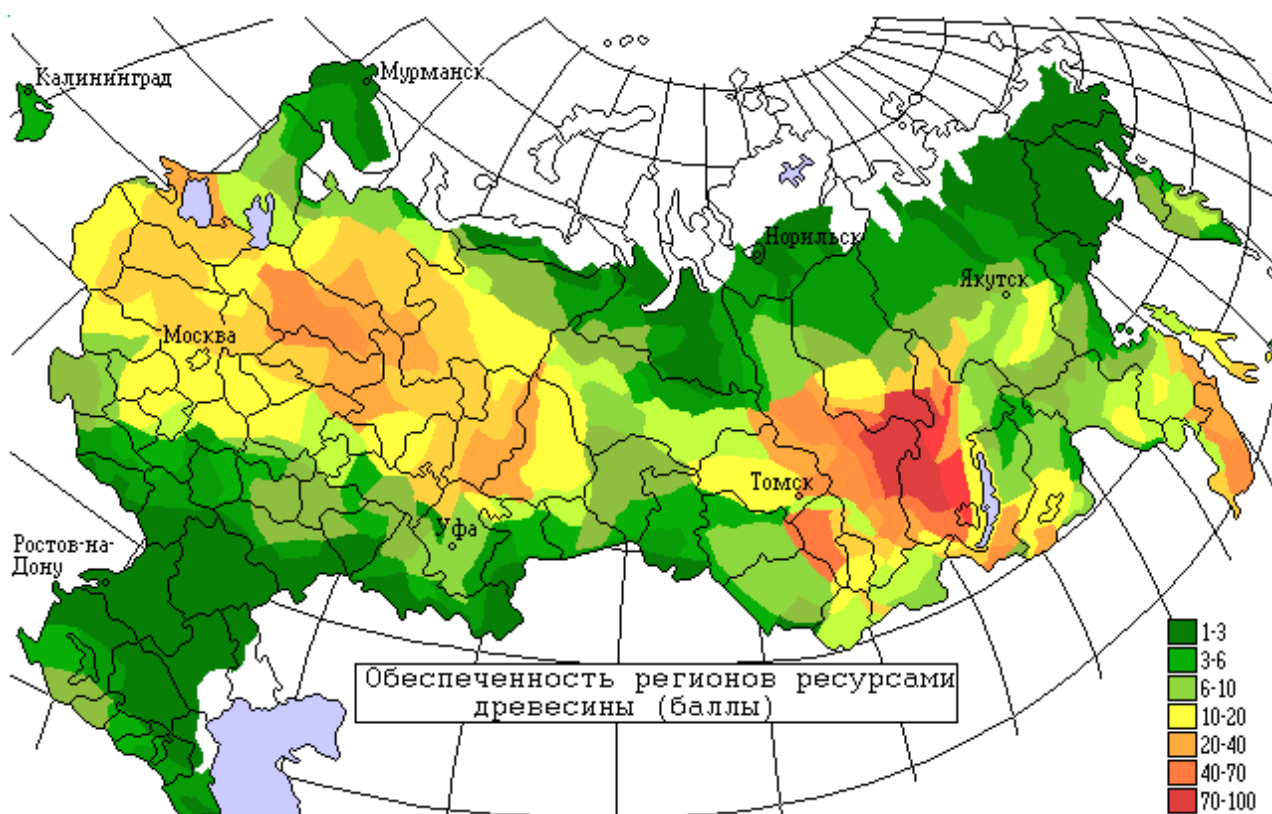
Составьте пояснительный текст к схеме с описанием круговорота азота. В каком виде растения могут поглощать азот? Какова роль клубеньковых бактерий на корнях бобовых растений в круговороте азота?

Задание 4

Определите наиболее и наименее обеспеченные лесными ресурсами регионы страны (карта №1). Результаты оформите в виде таблицы:

Обеспеченность ресурсами	Регион	Балл
Наиболее обеспечены		
Наименее обеспечены		

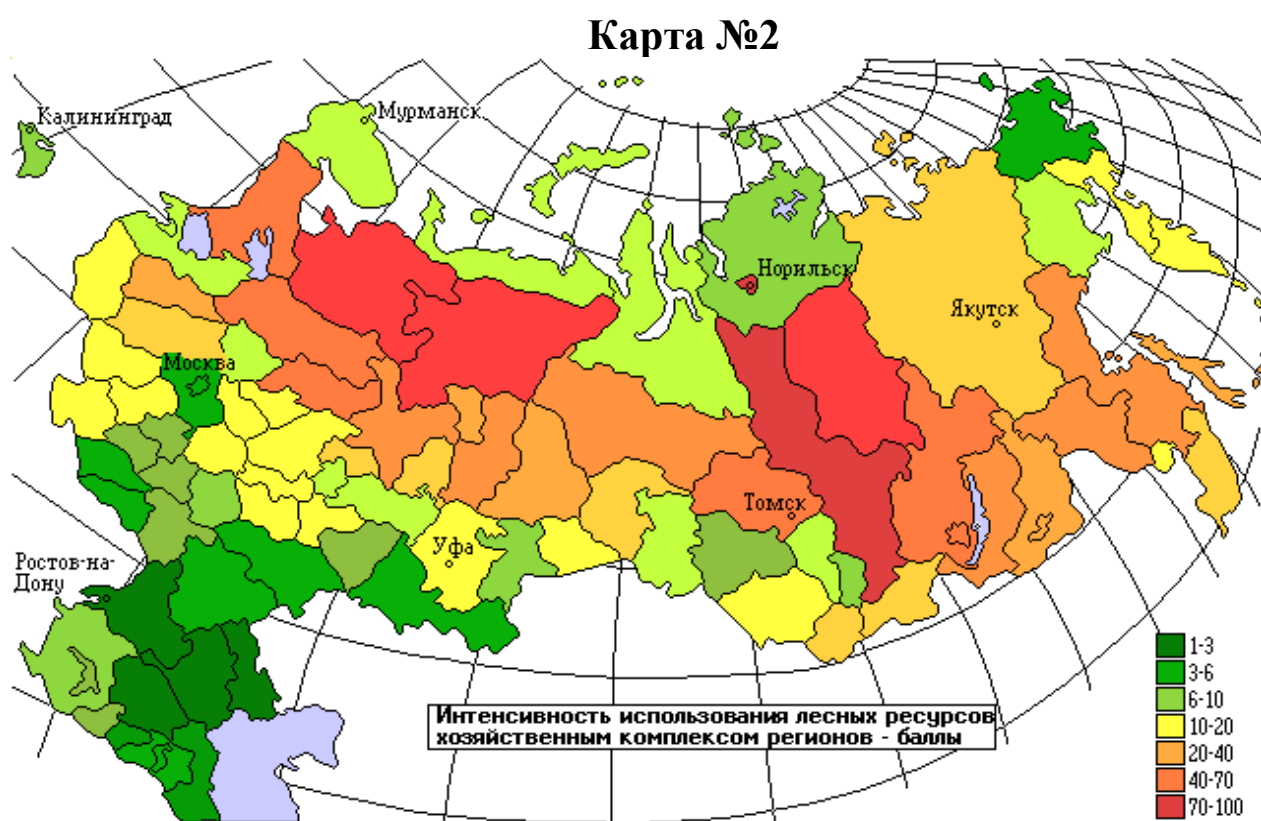
Карта №1



Задание 5

Определите регионы страны, в которых производится наибольшая и наименьшая интенсивность использования лесных ресурсов (карта №2). Результаты оформите в виде таблицы:

Интенсивность использования ресурсов	Регион	Балл
Наибольшая интенсивность		
Наименьшая интенсивность		



Задание 6

Приведите примеры основных направлений рационального природопользования:

- системный подход;
- оптимизация природопользования;
- опережение темпов;
- гармонизация отношений природы и производства;
- комплексное использование.

Задание 7

1. Пройдите по исследуемой территории и отметьте, сколько видов лишайников вам встретилось. К какому типу они относятся (кустистые, накипные или листоватые)?

2. Определите частоту встречаемости и степень покрытия лишайниками дерева.

3. Данные занесите в таблицу:

Тип лишайника	Частота встречаемости, %	Степень покрытия	Балл оценки
Кустистые			
Листоватые			
Накипные			

4. Сравните ваши данные с данными в таблице методики. Определите балл оценки состояния воздуха. Чем выше балл оценки, тем чище воздух на исследуемой территории.

5. Составьте таблицу для разных участков данного зеленого насаждения:

- 1) вблизи дороги;
- 2) в глубине зеленой зоны.

6. Сравните данные с таблицей, приведенной ниже. Сделайте вывод о влиянии человека и его деятельности на состояние зеленой зоны.

Оценка частоты встречаемости и степени покрытия по пятибалльной шкале

Частота встречаемости, %	Степень покрытия	Балл оценки
Менее 5 % – очень редко	Очень низкая	1
5-20 % – редко	Низкая	2
20-40 % – средняя	Средняя	3
40-60 % – часто	Высокая	4
60-100 % – очень часто	Очень высокая	5

Задание 8

Построить график «Изменение среднегодовой температуры в атмосфере» (°С) по следующим данным:

- | | |
|-----------------|-----------------|
| 1950 г. – 15,1; | 1960 г. – 15,0; |
| 1970 г. – 14,8; | 1980 г. – 15,0; |

1990 г. – 15,0;

2000 г. – 15,3.

2013 г. – 15,5

Что вы наблюдаете на графике? С чем связаны данные изменения? Укажите конкретные причины.

Задание 9

Заполнить таблицу (отметить знаком + загрязнители, усиливающие изменения):

Изменения	Основные примеси в атмосфере					
	Углекис- лый газ	Метан	Озон	Сернистый газ	Оксиды азота	Фрео- ны
Парниковый эффект						
Разрушение озонового слоя						
Кислотные дожди						
Фотохимический смог						
Пониженная видимость атмосферы						

Задание 10

1. Получите пробы воды и рассмотрите ее на свет. Определите прозрачность. Вода может быть прозрачная, слабо прозрачная, слабо мутная, сильно мутная.

2. Определите цвет воды. Для этого опустите в стакан с водой белую пластинку или лист белой бумаги. Цвет воды может быть бурый, светло-коричневый, желтый, светло-желтый, зеленоватый, бесцветный.

3. Определите запах воды и его интенсивность. Естественный запах может быть болотным, глинистым, древесным, плесневым, травянистым, сероводородным. Если попадают посторонние примеси, то может пахнуть бензином, хлором, навозом, мазутом и т.д. По интенсивности запах может быть слабый (практически не обнаруживается), отчетливый (обращает на себя внимание), сильный (делает воду негодной для питья).

4. Определите реакцию водной среды с помощью универсального индикатора. Капните исследуемую воду на индикаторную бумагу, полученный цвет сравните со шкалой рН.

5. Определите, образуется ли осадок. Он может быть хлопьевидным слизистым, хлопьевидным желтовато-коричневым, плотным белым, в виде песка, глины или растительных остатков.

6. Полученные результаты запишите в таблицу:

№ п/п	Характеристика воды	Результат
1	Прозрачность	
2	Цвет	
3	Запах и его интенсивность	
4	Осадок	
5	Реакция среды (рН)	

7. На основе полученных результатов сделайте вывод о качестве исследуемой воды и ее пригодности в различных целях.

Задание 11

Пользуясь справочным пособием «Административные правонарушения в области охраны окружающей среды и природопользования, экологические преступления», проанализируйте изложенную ситуацию и ответьте на поставленные вопросы.

1. На берегу реки расположено предприятие, производство которого связано с вредными химическими веществами. Очистительных сооружений у предприятия нет. В результате выброса в реку жидких отходов на протяжении многих километров гибнут рыба, животный и растительный мир.

2. Осенью работники предприятия решили навести порядок в расположенном рядом сквере. Разожгли костры из собранной листвы. Рядом с предприятием также расположен детский сад. В результате из-за сырой листвы территория детского сада и сквера была окутана дымом. Воспитатели были вынуждены не только отменить игры и прогулки на свежем воздухе, но и закрыть все окна детского учреждения. Проанализировав ситуацию, ответьте на вопросы:

- Кто из руководителей этих предприятий должен понести административную ответственность, а кто уголовную? Почему?
- Какими нормативными документами вы пользовались?

Задание 12

Администрация города без соответствующего разрешения построила на территории национального парка «Лосиный остров» жилой дом, который стала использовать для отдыха сотрудников. Администрация национального парка обратилась в прокуратуру города с письмом, в котором просила принять меры к наказанию самовольного застройщика. Проанализировав ситуацию, ответьте на вопросы:

- К какому виду правонарушений (земельных или экологических) относится самовольный захват земли и самовольное строительство?
- Какие меры ответственности можно применить в данном случае?

Задание 13

Приведите примеры взаимодействия экологических факторов.

Какие из экологических факторов на ваш взгляд играют более значительную роль в эволюции?

Объясните, почему в относительно простых условиях среды наблюдается упрощение организации у населяющих ее видов. Приведите примеры.

Задание 14

Выберите по 2–3 вида растений и животных. Приведите в качестве примера 3–4 лимитирующих фактора для выбранных видов растений и животных. Схематично представьте пределы толерантности по 3–4 экологическим факторам для выбранных видов растений и животных. Объясните, чем и почему отличаются пределы толерантности у разных видов растений и животных.

Задание 15

Ответьте письменно на следующие вопросы:

- 1) общая характеристика водной среды как среды жизни;
- 2) абиотические факторы водной среды: температура, плотность, вязкость, давление, прозрачность, световой режим, соленость, рН, содержание кислорода и углекислого газа;
- 3) экологические группы гидробионтов;
- 4) экологическая пластичность водных организмов;

- 5) адаптивные особенности водных растений и животных;
б) биофильтраторы и их экологическая роль. Зональность водной среды.

Задание 16

Определите коэффициент завядания, если максимальная гигроскопическая влажность составляет для данной почвы 4,75 %. Ответ обоснуйте.

Задание 17

Представьте себе, что вы изучаете популяцию дикого голубя. Предварительные наблюдения позволили установить, что ее плотность в вашем районе составляет 130 особей/га. За период размножения (у голубя раз в году) из одной кладки яиц в среднем выживают 1,3 детеныша. В популяции равное число самцов и самок. Смертность голубя постоянна, в среднем за год погибает 27 % особей.

На основании имеющихся данных определите, как будет меняться плотность популяции голубя в течение 5 ближайших лет. При расчетах отбрасывайте дробную часть числа.

Произведя вычисления, заполните таблицу, руководствуясь приведенными ниже примерами расчетов изменения численности за первый год.

Рождаемость = плотность самок * плодовитость = $130 : 2 \cdot 1,3 = 84$.

Смертность = общая плотность * удельная смертность = $130 * 27 : 100 = 35$.

Плотность популяции к началу следующего года есть ее плотность к началу данного года плюс рождаемость и минус смертность. Таким образом, к началу второго года плотность популяции составит: $130 - 35 + 84 = 179$.

Используя данные полученные в задании 2, постройте график динамики плотности популяции голубя.

Задание 18

1. Охарактеризуйте набор популяций для 3–4 экосистем. Всегда ли в экосистемах были именно эти популяции?

2. Какие изменения произойдут в экосистемах при исчезновении какого-нибудь одного вида животных или растений?

3. Составьте ряды сукцессий для следующих экосистем: пшеничное поле; вырубка на месте ельника; песчаный карьер, поляна в лесу, осиновый колок в лесостепи, балка, старинное озеро, город. Какие изменения в будущем могут произойти в этих экосистемах?

4. Опираясь на результаты задания №3, опишите, каким образом будет меняться набор популяций в каждом ряду сукцессий на каждой стадии.

5. Объясните, на чем основаны гомеостатические механизмы в экосистемах.

Задание 19

1. Пищевую цепь обычно составляют продуценты, травоядные, плотоядные и деструкторы. К какому из трофических уровней относятся перечисленные ниже группы организмов?:

- автотрофы, однолетние травы, гетеротрофы, овцы, рыбы, дельфины, консументы, макроконсументы, пчелы, кустарники, микроконсументы, фитопланктон, волки, детритофаги, микроорганизмы.

2. Распределите организмы по следующим категориям:

- продуценты;
- травоядные;
- плотоядные;
- деструкторы.

Задание 20

В бассейне реки преобладают суглинистые почвы, на которых могут произрастать дубовый древостой и супесчаные почвы, которые заняты сосняками. Годовая сумма осадков в бассейне реки равна 682 мм, поверхностный сток – 66, подземный сток – 13 мм, суммарное испарение – 603 мм. Под влиянием леса количество осадков увеличилось на 10 %, поверхностный сток снизился на 50 %. Среднегодовое суммарное испарение дубовыми лесами на свежих почвах составляет 683 мм, на влажных и сырых – 727 мм (эти почвы занимают соответственно 50 и 10 % площади бассейна). На 40 % площади на свежих и влажных почвах произрастают сосняки, суммарное испарение этими лесами составляет 648 мм.

Ответьте на следующие вопросы:

1. Увлажняющую или иссушающую роль будет играть лес?

2. Как изменится суммарный годовой речной сток?
3. Как изменится подземная составляющая речного стока (при условии полного облесения водосбора)?

Задание 21

В бассейне реки преобладают песчаные и супесчаные почвы. Годовая сумма осадков равна 641 мм, поверхностный сток – 61 мм, подземный сток – 19 мм, суммарное испарение – 561 мм. Под влиянием сосновых лесов сумма осадков увеличилась на 10 %, поверхностный сток уменьшился на 50 %. На 80 % территории сосновых лесов преобладают свежие почвы, на 15 % – влажные, на 5 % – сырые, суммарное испарение равно соответственно 532, 646 и 718 мм.

Ответьте на следующие вопросы:

1. Как изменится суммарный годовой речной сток?
2. Как изменится подземная составляющая речного стока?
3. Велика ли увлажняющая роль сосняков?

Задание 22

В бассейне реки преобладают суглинистые почвы, на которых возможно создание дубовых насаждений. Годовая сумма осадков равна 592 мм, поверхностный сток – 41 мм, подземный сток – 8 мм, суммарное испарение – 543 мм. Увеличение осадков над лесом составило 3 % от их годовой суммы. Поверхностный сток при 100%-й лесистости уменьшился в 10 раз. Суммарное испарение дубовых лесов составляет 603 мм.

Ответьте на следующие вопросы:

1. Увлажняющую или иссушающую роль играют дубовые насаждения при полном облесении водосбора?
2. Как изменится при этом суммарный годовой речной сток и его подземная составляющая?
3. Как изменится роль леса при снижении лесистости до 20 % и создании на водосборной площади системы полезачитных и водопоглотительных полос (условия: увеличение осадков над лесными полосами на 11 %; годовая норма поверхностного стока уменьшится на 70 %; суммарное испарение по сравнению со 100 %-м облесением водосбора уменьшится пропорционально снижению процента лесистости)?

Задание 23

Охраной городского дендрологического парка был задержан гражданин К., который выкопал в питомнике парка несколько деревьев редких пород. К. объяснил, что деревья он хотел пересадить на свой дачный участок и что он не смог приобрести саженцы деревьев таких пород в питомниках города.

Как следует квалифицировать действия гражданина К.? Какая мера наказания должна быть к нему применена?

Задание 24

Российский танкер «Лидер» в канадском порту Картье допустил разлив 100 л нефти. Капитан танкера незамедлительно сообщил об этом администрации порта и стал проводить ликвидацию разлива. Однако канадские береговые власти предприняли акцию по захвату судна и отбуксировали его в другое место. Правомерны ли действия администрации порта?

Задание 25

В 1975 году Франция предприняла попытку вывода на околоземную орбиту своего искусственного спутника Земли. Запуск осуществлялся с помощью американской ракеты-носителя с американского космодрома на мысе Канавералл (штат Флорида).

На начальной стадии запуска были выявлены серьезные технические неполадки, из-за чего ракета-носитель и спутник были уничтожены по команде с Земли. Обломки упали на территорию одной из стран Латинской Америки и стали причиной разрушения промышленного объекта, в результате чего произошло загрязнение окружающей среды вредными химическими веществами, а также возникли лесные пожары в радиусе 50 км.

Пострадавшая страна подала иск в Международный арбитражный суд с требованием возмещения причиненного ей материального ущерба вследствие падения обломков спутника и ракеты-носителя. Какое решение должен принять суд?

Задание 26

По решению городской мэрии на окраине города был выделен земельный участок для строительства нового зоопарка. Население микрорайона было категорически против такого строительства и добилось проведения научной экспертизы. Выводы этой экспертизы относительно допустимости строительства зоопарка на отведенном земельном участке оказались отрицательными.

Несмотря на это, строительство объекта началось. Городское общество охраны природы по просьбе местного населения предъявило в Арбитражный суд иск, в котором, опираясь на заключение научной экологической экспертизы, просило отменить решение мэрии о строительстве зоопарка. Какое решение должен принять суд?

Задание 27

Дорожно-строительное управление (ДРСУ) государственного предприятия «Красавтодор» в течение ряда лет загрязняло водные источники, водопроводные коммуникации и рельеф местности неочищенными и необезвреженными отходами производства. Вредные вещества, просочившиеся через грунт, загрязнили артезианскую скважину – источник водоснабжения близлежащего садоводческого товарищества «Юбилейное». В результате погибли плодово-ягодные насаждения, нанесен ущерб водопроводным коммуникациям. Прокурор поставил вопрос о привлечении виновных должностных лиц к уголовной ответственности и предъявил иск о взыскании 53 млн руб. за ущерб, причиненный имуществу садоводов. Определите меру наказания за экологическое преступление.

Задание 28

Ознакомьтесь с Федеральным законом «Об охране окружающей среды». Заполните табл. 1–2.

Таблица 1

Принцип природоохранной политики	Главы и статьи ФЗ «Об охране окружающей среды»
1	2
1. Приоритет охраны жизни и здоровья человека, обеспечение благоприятных экологических условий для жизни, труда и отдыха человека	

Окончание табл. 1

1	2
2. Научно обоснованное сочетание экономических и экологических интересов общества, обеспечивающих реальные гарантии прав человека на здоровую и благоприятную для жизни окружающую природную среду	
3. Рациональное использование природных ресурсов	
4. Соблюдение требований природоохранного законодательства в совокупности неотвратимости наказания за экологические нарушения	
5. Гласность в работе органов, занимающихся вопросами экологии, тесная связь с общественностью и населением в решении природоохранных задач	
6. Международное сотрудничество в сфере охраны окружающей среды	

Таблица 2

Права граждан в области охраны окружающей среды	Обязанности граждан в области охраны окружающей среды
1.	1.
2.	2.
3.	3.
4.	4....

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Вещество можно назвать загрязняющим, если оно:

- а) неблагоприятно воздействует на здоровье человека;
- б) попадает в природу в результате хозяйственной деятельности человека;
- в) обладает токсичными свойствами, является ядом;
- г) не разлагается в природе до безвредных продуктов;
- д) поступает в окружающую среду гораздо быстрее, чем разлагается в природе.

2. Наибольшее количество загрязняющих веществ в атмосферу «поставляет» следующая отрасль промышленности:

- а) химическая;
- б) металлургическая;
- в) топливно-энергетическая;
- г) автотранспорт;
- д) перевозка нефти.

3. Конверсия – это:

- а) переработка химических и биологических ядов (оружия) в мирную химическую продукцию;
- б) захоронение радиоактивных отходов;
- в) утилизация токсичных химических отходов;
- г) внедрение безотходных технологий;
- д) установка очистных сооружений на предприятии.

4. Трансграничное загрязнение характеризуется тем, что:

- а) превышает запланированные масштабы;
- б) выходит за границы предприятия, создающего это загрязнение;
- в) переносится через границы областей, регионов, государств;
- г) образуется при захоронении токсичных отходов на территории других государств;
- д) носит глобальный характер.

5. Причиной «парникового эффекта» на Земле является:

- а) ПЫЛЬ;
- б) SO₂;
- в) NO₂;
- г) CO₂;
- д) H₂S.

6. Выберите из перечисленных ниже масштабов загрязнения самый мелкий:

- а) глобальный;
- б) региональный;
- в) точечный;
- г) локальный;
- д) фоновый.

7. Что означает понятие «биотический»?

- а) Биологический.
- в) «Живой».
- б) Растительный.
- г) Подвижный.
- д) Способный к размножению.

8. Что собой представляет миграция?

- а) Химическое превращение.
- б) Накопление.
- в) Перемещение.
- г) Обезвреживание.
- д) Уничтожение.

9. ПДК определяется как:

- а) предельно допустимая концентрация загрязняющих веществ и охрана окружающей среды;
- б) предельно допустимая концентрация загрязняющих веществ, превышение которой приводит к негативному воздействию на ОПС, здоровье человека и последующих его поколений;
- в) предельно допустимая концентрация загрязняющих веществ или группы веществ на всех этапах использования их человеком;

10. Экологический кризис – это:

- а) необратимые изменения природных комплексов;
- б) усиление воздействия человека на природу;
- в) обратимое изменение природных комплексов, которое характеризуется не столько изменением воздействия человека на природу, сколько резким увеличением влияния измененной природы на общественное развитие.

11. Мониторинг окружающей среды – это:

- а) система оценки изменения окружающей среды;
- б) прогноз влияния человека на окружающую среду;
- в) неблагоприятное влияние человека на природу;

г) система наблюдения, оценки и прогноза, позволяющая выявить изменение состояния окружающей среды под влиянием человека.

12. С целью прогнозирования последствий антропогенного воздействия на окружающую природную среду используют методы:

- а) экспертных оценок;
- б) торгового баланса;
- в) моделирования;
- г) статистический.

13. К исчерпаемым природным ресурсам относятся:

- а) цветные металлы;
- б) нефть;
- в) лесные;
- г) промысловые;
- д) почва;
- е) солнечная радиация;
- ж) энергия приливов;
- з) гидротермальные ресурсы.

14. Человек является частью:

- а) тропосферы;
- б) техносферы;
- в) биосферы;
- г) литосферы.

15. Усиление «парникового эффекта» происходит вследствие увеличения выбросов:

- а) диоксида углерода и метана;
- б) аммиака и сероводорода;
- в) озона и формальдегида;
- г) диоксида серы.

16. Зеленые насаждения в городах выполняют функции:

- а) снижения запыленности;
- б) увеличения запыленности;
- в) накопления вредителей;
- г) выделения ядовитых веществ.

17. Особо охраняемая территория, включенная в международную сеть ЮНЕСКО, называется:

- а) заповедником направленного режима;
- б) биосферным заповедником;
- в) национальным парком;
- г) заказником.

18. Совокупность превращений и пространственных перемещений веществ или группы веществ на всех этапах использования его человеком – это:

- а) ресурсный цикл;
- б) природный цикл;
- в) транспортировка сырья;
- г) переработка сырья.

19. О каком методе научных исследований идет речь в определении «Совокупность действий, которые позволяют вынести суждения относительно проведения природных систем в будущем»?

- а) Моделирование.
- б) Прогнозирование.
- в) Мониторинг.
- г) Экспертиза.

20. Выберите наиболее правильное определение мониторинга:

- а) мониторинг – это система отслеживания процессов, происходящих в окружающей среде;
- б) мониторинг – это система наблюдений, оценки и прогноза, позволяющая выявить изменения состояния окружающей среды под влиянием антропогенной деятельности;
- в) мониторинг – это прогноз влияния человека на окружающую среду.

21. Углерод вступает в круговорот веществ в биосфере и завершает его в форме:

- а) углекислого газа;
- в) угля;
- б) известняка;
- г) свободного углерода.

22. Озоновый слой задерживает проникновение к земной поверхности:

- а) жесткого ультрафиолетового излучения;
- б) видимой части спектра;
- в) мягкого ультрафиолетового излучения;
- г) инфракрасного излучения.

23. Основным энергетическим ресурсом начала XXI века является:

- а) водородное топливо;
- б) нефть;

- в) геотермальная энергия;
- г) биологическое топливо.

24. Водная среда пополняется кислородом за счет:

- а) разложения органики;
- б) фотосинтеза водорослей;
- в) атмосферных осадков;
- г) дыхания зоопланктона.

25. Свойства вещества вызывать отравление (интоксикацию) организма – это:

- а) токсичность;
- б) радиоактивность;
- в) превышение концентрации;
- г) предельно допустимая концентрация.

26. Качество окружающей среды – это:

- а) система жизнеобеспечения человека в цивилизованном обществе;
- б) уровень содержания в окружающей среде загрязняющих веществ;
- в) соответствие параметров и условий среды нормальной жизнедеятельности человека;
- г) совокупность природных условий, данных человеку при рождении.

27. Природным объектом международного сотрудничества является атмосфера, потому что она:

- а) находится в пользовании Америки;
- б) контролируется странами Европы;
- в) находится в пользовании всех стран;
- г) контролируется странами НАТО.

28. Из перечисленных ниже экосистем естественным биогеоценозом является:

- а) парк;
- б) огород;
- в) пруд;
- г) лес.

29. Укажите возобновляющиеся природные ресурсы:

- а) энергия процесса фотосинтез;
- б) гидроэнергия;
- в) энергия ветра;
- г) ядерное топливо.

30. Дайте определение биосферы:

- а) пространство атмосферы, гидросферы и литосферы, где встречаются живые организмы;
- б) пространство атмосферы, гидросферы и литосферы, где нет жизни;
- в) пространство атмосферы, гидросферы и литосферы, а также осадочные породы.

31. Перечислите бесконечные виды энергии:

- а) солнечная энергия;
- б) энергия ветра;
- в) энергия отливов и приливов;
- г) геотермальное тепло;
- д) ядерное топливо.

32. Природно-ресурсный потенциал – это:

- а) все природные ресурсы территории;
- б) та часть природных ресурсов территории, которая может быть реально вовлечена в хозяйственную деятельность при данных технических возможностях общества при условии сохранения среды жизни человека;
- в) изъятие любых возобновляемых ресурсов из среды без искусственного восстановления их качеств;
- г) природные условия конкретной территории.

33. Под индивидуальным здоровьем понимается:

- а) состояние полного физического, духовного и социального благополучия человека при наибольшей продолжительности жизни;
- б) здоровье различных демографических групп;
- в) общественное и личное достояния общества.

34. Листопад относится к явлениям с ритмом:

- а) годовым;
- в) сезонным;
- б) суточным;
- г) лунным.

35. Особо охраняемая природная территория, на которой полностью исключаются все формы хозяйственной деятельности, называется:

- а) национальным парком;
- б) памятником природы;
- в) заповедником;
- г) заказником.

36. К механическим способам очистки сточных вод относятся:

- а) экстракция;
- б) отстаивание;
- в) флотация;
- г) коагуляция.

37. Основная планетарная функция живого вещества на Земле заключается в связывании и запасании:

- а) энергии приливов и отливов;
- б) солнечной энергии;
- в) энергии ветра;
- г) геотермальной энергии.

38. Размерность ПДК (указать соответствия):

- | | |
|------------|------------------------|
| а) вода; | а) мг/м ³ ; |
| б) почва; | б) мг/кг; |
| в) воздух; | в) мг/л. |

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Стремительное развитие техногенной цивилизации и бурный рост населения Земли в XX веке привели к столь сильному давлению на биосферу, что это вызвало деградацию природных комплексов на обширных участках планеты, поставив вопрос сохранения природы и жизни самого человека в ряд самых приоритетных.

Учебно-методическое пособие «Экологические основы природопользования» предназначено для реализации государственных требований к минимуму содержания и уровню подготовки выпускников по специальностям среднего профессионального образования и является единым для всех форм обучения, а также для всех видов и типов образовательных учреждений, реализующих основные профессиональные образовательные программы среднего профессионального образования.

При составлении учебно-методического пособия внимание авторов было сосредоточено на прикладном характере дисциплины, в частности на том, где и когда изучаемые теоретические положения и практические умения могут быть использованы студентами в практической деятельности.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАЧЕТУ

1. Экологические кризисы: причины и последствия.
2. Тенденции в изменении отношения человека к природе.
3. Антропогенное воздействие на окружающую среду: этапы, основные направления воздействия на биосферу современного человека, группы источников воздействия.
4. Глобальные экологические проблемы современности.
5. Антропогенное воздействие на атмосферу.
6. Антропогенное воздействие на биосферу физических факторов.
7. Понятие о природных ресурсах и их видах. Классификации природных ресурсов.
8. Природопользование: сущность понятия. Принципы рационального природопользования. Концепция ресурсных циклов и ее значение для оптимизация обмена веществ между обществом и природой.
9. Водные ресурсы. Общая характеристика использования.
10. Экологические проблемы водных ресурсов: истощение водных ресурсов, проблема чистой воды на планете. Принципы рационального использования водных ресурсов.
11. Ресурсы морей и океанов. Основные причины и последствия загрязнения вод морей и океанов, истощение ресурсов. Пути и методы решения проблем. Принципы рационального использования ресурсов морей и океанов.
12. Минеральные ресурсы. Классификационные признаки. Общая характеристика использования.
13. Экологические проблемы, связанные с использованием минеральных ресурсов. Внедрение принципов рационального потребления минерального сырья.
14. Лесные ресурсы. Общая характеристика использования.
15. Экологические проблемы, связанные с использованием лесных ресурсов: изменение качественного состава лесных насаждений, сокращение лесов, их причины и последствия. Принципы рационального использования лесных ресурсов.
16. Земельные ресурсы. Общая характеристика использования.
17. Экологические проблемы: эрозия почв, проблема опустынивая, истощение пахотного слоя, уменьшение площадей пахотных почв, загрязнение земель в результате хозяйственно-производственной деятельности человека. Причины и последствия,

пути и методы решения проблемы. Принципы рационального использования земельных ресурсов.

18. Биологические ресурсы – ресурсы растительного и животного мира. Общая характеристика использования.

19. Особенности антропогенного воздействия на биоту.

20. Экологические проблемы: сокращение численности, исчезновение видов, сокращение ареалов существования. Причины и последствия, пути и методы решения проблемы.

21. Принципы рационального использования ресурсов растительного и животного мира.

22. Административно-правовые механизмы управления природоохранной деятельностью.

23. Экономическая оценка природных ресурсов, показателей состояния окружающей природной среды, экологического ущерба окружающей природной среде.

24. Показатели оценки природного и природно-техногенного воздействия на биотическую и абиотическую составляющую экосистем.

25. Охрана природы как необходимое условие рационального использования естественных ресурсов. Охрана отдельных природных сред и ландшафтов в целом.

26. Заповедники и их назначение. Природно-заповедный фонд Российской Федерации.

27. Руководство процессом ресурсопользования и природоохранной деятельностью.

28. Ресурсно-отраслевое и территориальное управление природопользованием.

29. Управление промышленными и транспортными геосистемами.

30. Управление сельскохозяйственными и лесными геосистемами.

31. Регулирование геосистем природоохранного назначения.

32. Концепция экологической политики.

33. Международное сотрудничество. Принципы сотрудничества. Международные организации.

34. Международное сотрудничество. Конференции и соглашения.

35. Концепция устойчивого развития.

36. Развитие производительных сил общества; увеличения массы веществ и материалов, вовлекаемых в хозяйственный оборот; преднамеренные и непреднамеренные воздействия человека на условия существования.

37. Охрана биосферы от загрязнения выбросами хозяйственной деятельности. Влияние урбанизации на биосферу.
38. Роль человеческого фактора в решении проблем экологии.
39. Научно-технический прогресс и природа в современную эпоху.
40. Утилизация бытовых и промышленных отходов. Перспективы и принципы создания неразрушающих природу производств.
41. Признаки экологического кризиса. Глобальные проблемы экологии: разрушение озонового слоя, истощение энергетических ресурсов, «парниковый» эффект и др. Пути их решения.
42. Природные ресурсы и их классификация.
43. Проблемы использования и воспроизводства природных ресурсов, их взаимосвязь с размещением производства.
44. Пищевые ресурсы человечества. Проблемы питания и производства сельскохозяйственной продукции.
45. Прямое и косвенное воздействие на человека загрязнений биосферы.
46. Основные загрязнители, их классификация.
47. Основные пути миграции и накопления в биосфере токсичных и радиоактивных веществ.
48. «Зеленая» революция и ее последствия. Значение и экологическая роль применения удобрений и пестицидов.
49. Способы ликвидации последствий заражения токсичными и радиоактивными веществами окружающей среды. Понятие экологического риска.
50. Основные задачи мониторинга окружающей среды: наблюдение за факторами, воздействующими на окружающую среду; оценка и прогнозирование состояния окружающей среды.
51. История российского природоохранного законодательства.
52. Закон «Об охране окружающей природной среды» (1991, 2001 гг.). Нормативные акты по рациональному природопользованию окружающей среды.
53. Участие России в деятельности международных природоохранных организаций; международные соглашения, конвенции, договоры. Создание в рамках ООН в 1993 году независимой международной комиссии по охране окружающей среды.
54. Новые эколого-экономические подходы к природоохранной деятельности.
55. Органы управления и надзора по охране природы и их задачи.
56. Понятие об экологической оценке производств.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. *Арустамов, Э.А. Экологические основы природопользования / Э.А. Арустамов, И.В. Левакова, Н.В. Баркалова. – М.: Дашков и К, 2008. – 320 с.*
2. *Гальперин, М.В. Экологические основы природопользования / М.В. Гальперин. – М.: Форум, 2007. – 256 с.*
3. *Колесников, С.И. Экологические основы природопользования / С.И. Колесников. – М.: Дашков и К, 2008. – 304 с.*
4. *Константинов, В.М. Экологические основы природопользования / В.М. Константинов, Ю.Б. Челедзе. – М.: Академия, 2006. – 208 с.*
5. *Петров, В.В. Экологическое право России / В.В. Петров. – М.: 1995. – 254 с.*
6. *Трушина, Т.П. Экологические основы природопользования / Т.П. Трушина. – Ростов н/Д.: Феникс, 2009. – 408 с.*
7. *Емельянов, А.Г. Основы природопользования / А.Г. Емельянов. – М.: Академия, 2009. – 304 с.*

Дополнительная

1. *Сазонов, Э.В. Экология городской среды / Э.В. Сазонов. – СПб.: ГИОРД, 2010. – 310 с.*
2. *Зайдельман, Ф.Р. Генезис и экологические основы мелиорации почв и ландшафтов / Ф.Р. Зайдельман. – М.: КДУ, 2009. – 720 с.*
3. *Ступин, Д.Ю. Загрязнение почв и новейшие технологии их восстановления / Д.Ю. Ступин. – СПб.: Лань, 2009. – 432 с.*
4. *Реймерс, Н.Ф. Природопользование: сл.-справ. / Н.Ф. Реймерс. – М.: Мысль, 1990. – 640 с.*
5. *Реймерс, Н.Ф. Экология. Теория, законы, правила, принципы и гипотезы / Н.Ф. Реймерс. – М., 1997.*
6. *Рюмина, Е.В. Экономический анализ ущерба от экологических нарушений / Е.В. Рюмина. – М.: Наука, 2009. – 331 с.*
7. *Экология: курс лекций [Электронный ресурс] // URL:www.ispu.ru.*

8. Словарь по прикладной экологии, рациональному природопользованию и природообустройству [Электронный ресурс] // URL: www.msuee.ru.

9. Основы экологии [Электронный ресурс] // URL: gymn415.spb.ru.

10. Информационно-аналитический сайт о природе России и экологии [Электронный ресурс] // URL: biodat.ru – BioDat.

Нормативные правовые акты

1. Конституция Российской Федерации. – М., 1993.

2. Федеральный закон Российской Федерации «О недрах» (с изм. от 10 февр. 1999 г., 2 янв. 2000 г., 14 мая, 8 авг. 2001 г.). – М., 1995.

3. Федеральный закон Российской Федерации «О животном мире». – М., 1995.

4. Водный кодекс Российской Федерации. – М., 1995.

5. Лесной кодекс Российской Федерации. – М., 1997.

6. Федеральный закон Российской Федерации «О введении в действие Земельного кодекса Российской Федерации». – М., 2001.

7. Федеральный закон Российской Федерации «Об охране окружающей среды». – М., 2002.

Экологические основы природопользования

Учебно-методическое пособие

ДЕМИДЕНКО Галина Александровна

ФОМИНА Наталья Валентиновна

Редактор Н.А. Семенкова

Санитарно-эпидемиологическое заключение № 24.49.04.953.П. 000381.09.03 от 25.09.2003 г.

Подписано в печать 6.10. 2014. Формат 60x84/16. Бумага тип. № 1.

Печать – ризограф. Усл. печ. л. Тираж 110 экз. Заказ №

Издательство Красноярского государственного аграрного университета
660017, Красноярск, ул. Ленина, 117