

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Национальный исследовательский
Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

Е.Б. Романова

ОСНОВЫ ГЕОЭКОЛОГИИ

Учебное пособие

*Рекомендовано Ученым Советом Института биологии и биомедицины
для студентов ННГУ, обучающихся по направлению подготовки
05.03.06 «Экология и природопользование»*

Нижний Новгород
2019

УДК 574 (075.8)
ББК Е 0.85 я73
Р-69

Рецензенты:
д.б.н., профессор **А.И. Дмитриев**
д.п.н., профессор **И.М. Швец**

Романова Е.Б.

Р-69 Основы геоэкологии: Учебное пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2019. – 170 с.

ISBN 978-5-91326-519-7

В соответствии с рабочей программой и тематическим планом изучения дисциплины «Геоэкология» в пособии изложены основы геоэкологических знаний, приведены методы геоэкологических исследований, изучающие взаимосвязанные геосферы в интеграции с социальной сферой; освещены природные и социально-экономические последствия изменения геосфер под влиянием антропогенного фактора; последовательно и доступно изложены общие методические подходы к комплексной геоэкологической оценке территорий, основанные на геосистемном принципе и методике расчетов уровня стабильности различных геоэкосистем. В конце пособия размещены примерные экзаменационные вопросы, глоссарий, список литературы и интернет-ресурсы для аудиторной и самостоятельной работы.

Для студентов Института биологии и биомедицины ННГУ им. Н.И. Лобачевского, обучающихся по направлению 05.03.06 «Экология и природопользование», а также может быть полезно студентам и аспирантам направления 06.03.01 «Биология» и медицинских специальностей при реализации на практике геоэкологических исследований.

Ответственный за выпуск:
председатель методической комиссии ИББМ, к.б.н. **Е.Л. Воденеева**

ISBN 978-5-91326-519-7

УДК 574 (075.8)
ББК Е 0.85 я73

© Романова Е.Б., 2019
© Нижегородский госуниверситет им. Н.И. Лобачевского, 2019

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	4
Методические рекомендации	5
ЧАСТЬ 1. ВВЕДЕНИЕ В ДИСЦИПЛИНУ	13
1.1. Геоэкология: система наук об интеграции геосфер и общества	13
1.2. Методы и принципы геоэкологических исследований	21
ЧАСТЬ 2. ОСНОВНЫЕ ПРИРОДНЫЕ И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ЭКОСФЕРЫ	33
2.1. Природные процессы экосферы	33
2.2. Социально-экономические процессы, определяющие глобальные гео- экологические изменения	40
2.3. Концепция эколого-хозяйственного баланса территории	47
ЧАСТЬ 3. ГЕОСФЕРЫ ЗЕМЛИ И ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА	60
3.1. Геоэкологическая роль и экологические функции атмосферы	60
3.2. Геоэкологическая роль и экологические функции гидросферы	74
3.3. Геоэкологическая роль и экологические функции педосферы	85
ЧАСТЬ 4. ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННЫХ СИСТЕМ	97
4.1. Геоэкологические особенности урбанизации	97
4.2. Геоэкологические особенности энергетики	112
4.3. Геоэкологические последствия сельского хозяйства	122
4.4. Геоэкологические последствия работы промышленности и транспорта	133
Вопросы к экзамену по дисциплине «Геоэкология»	151
Фонд оценочных средств	153
Глоссарий	161
Учебно-методическое и информационное обеспечение	166

ПРЕДИСЛОВИЕ

Возрастающая антропогенная нагрузка на экосферу приводит к различным формам ее деградации и расширяет круг новых задач междисциплинарного характера. В частности, возникают проблемы взаимодействия геосфер Земли с обществом на различных уровнях организации жизни (от локального до глобального). Изучением взаимодействия социосферы, биосферных, геологических, геофизических, геохимических и других процессов, саморегулирование которых в настоящее время нарушено, занимается наука геоэкология.

Содержание учебного пособия «Основы геоэкологии» опирается на современные основы геоэкологических знаний, исследующих взаимосвязанные и взаимозависимые геосферы в интеграции с социальной сферой и достоверные фактические материалы, обобщенные в виде картосхем, графиков, диаграмм и пояснительного текста. Весь учебный материал подготовлен в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование».

Учебники и учебные пособия по дисциплине «Геоэкология» пока единичны и предлагаемое пособие, в известной мере, заполняет этот пробел, дополняет учебную литературу и позволяет студентам углубить свои знания и с геоэкологических позиций оценить современное состояние и устойчивость биосферы.

Информационно-образовательный ресурс учебного пособия представлен рабочей программой, включающей методические рекомендации; учебными вопросами для обсуждения на практических занятиях в аудитории; тезисами ответов для самостоятельной подготовки, примерными вопросами к экзамену; фондом оценочных средств; глоссарием, списком литературы и интернет-ресурсами. Сочетание большого фактического материала, элементов учебной и методической направленности позволяет полноценно реализовывать компетентностный подход к обучению студентов-экологов в Институте биологии и биомедицины ННГУ им. Н.И. Лобачевского. Пособие может быть интересно и широкому кругу студентов-биологов, аспирантов, которым небезразличны глобальные вопросы геоэкологии и природопользования.

Автор благодарен руководству Института биологии и биомедицины ННГУ и сотрудникам кафедры экологии за благоприятную рабочую обстановку и поддержку. Автор выражает глубокую признательность профессору Д.Б. Гелашвили и старшему преподавателю В.П. Юниной за полезные советы и замечания, сделанные в процессе подготовки рукописи и с благодарностью примет конструктивную критику и пожелания, направленные на улучшение настоящего пособия.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Место и цели дисциплины «Геоэкология» в структуре ОПОП

Дисциплина «Геоэкология» относится к вариативной части дисциплин цикла Б.1 «Дисциплины (модули)» ОПОП по направлению подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование». Дисциплина обязательна для освоения в 6 семестре.

Согласно ФГОС ВО, студенты, к моменту освоения дисциплины «Геоэкология», ознакомлены с основными теоретическими понятиями и прикладными знаниями, полученными в рамках изучения дисциплин геологии, географии, почвоведения, основ природопользования, экономики природопользования. У студентов присутствуют устойчивые представления, касающиеся понятийного аппарата в области общей экологии, техногенных систем и экологического риска, студенты владеют основами геоинформационных систем, нормирования и снижения загрязнения окружающей среды.

Целями освоения дисциплины является:

- ✓ формирование современных представлений о геоэкологии, как науке о взаимодействии на Земле сил неживой природы, сил живого вещества и человеческой цивилизации, об организованности освоенного человечеством геопространства и управлении им;
- ✓ развитие у студентов уважения, ответственности и сознания причастности к изучению и работе в области геоэкологии для сохранения природного экологического потенциала, сбережение которого необходимо для России и всего мира.

2. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования

ОПК-4: владение базовыми общепрофессиональными (общеекологическими) представлениями о теоретических основах общей экологии, геоэкологии, экологии человека, социальной экологии, охраны окружающей среды.

ОПК-7: Способность понимать, излагать и критически анализировать базовую информацию в области экологии и природопользования.

**Общепрофессиональные компетенции (ОПК),
формируемые в ходе освоения дисциплины**

Формируемые компетенции (код компетенции, уровень освоения – при наличии в карте компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций
Общепрофессиональные компетенции (ОПК): ОПК-4: владение базовыми общепрофессиональными (общезоологическими) представлениями о теоретических основах общей экологии, геоэкологии, экологии человека, социальной экологии, охраны окружающей среды (Базовый этап)	31 (ОПК-4): <i>Знать</i> теоретические основы геоэкологии, как науки о взаимодействии на Земле сил неживой природы, живого вещества и человеческой цивилизации, а также об организованности освоенного человечеством геопространства и управлении им. У1 (ОПК-4): <i>Уметь</i>: использовать и применять теоретические основы геоэкологии при выработке решений по остановке антропогенной дестабилизации биосферы и восстановления гомеостаза среды обитания. В1 (ОПК-4): <i>Владеть</i> навыками полевых работ, картографирования при оценке геоэкологического состояния территорий, итоговой оценке антропогенных позитивных и негативных воздействий на природный экологический потенциал геопространства..
ОПК-7: Способность понимать, излагать и критически анализировать базовую информацию в области экологии и природопользования (Базовый этап)	32 (ОПК-7): <i>Знать</i> структурно-функциональные особенности геопространства как сферы хозяйственной деятельности человека. У2 (ОПК-7): <i>Уметь</i> понимать, излагать и критически анализировать нарушенные человеком функциональные звенья геопространства с учетом внутренней природной специфики. В2 (ОПК-7): <i>Владеть</i> способами и приемами геоэкологических исследований.

Окончательное завершение формирования компетенций, предусмотренных в рамках данной дисциплины, происходит при прохождении производственной практики и подготовки выпускной квалификационной работы (ВКР).

3. Структура и содержание дисциплины «Геоэкология»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, всего 144 часа, из которых 96 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (30 часов занятия лекционного типа, 30 часов практические (семинарские) занятия, 36 часов – экзамен), 48 часов составляет самостоятельная работа студента.

Таблица 2

Содержание дисциплины «Геоэкология»

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе					
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них					Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Консультации	Всего	
Геоэкология: система наук об интеграции геосфер и общества	11	2	2	–		6	5
Методы и принципы геоэкологических исследований	13	4	4	–		8	5
Природные процессы экосферы	11	2	4			6	5
Социально-экономические процессы, определяющие глобальные геоэкологические изменения	13	4	4			8	5
Концепция эколого-хозяйственного баланса территории	11	4	4			6	5
Геосферы Земли и деятельность человека	16	6	4	–		12	4

Геоэкологические особенности урбанизации	8	2	2	–		4	4
Геоэкологические особенности энергетики	8	2	2	–		4	4
Геоэкологические последствия сельского хозяйства	9	2	2			4	5
Геоэкологические последствия работы промышленности и транспорта	8	2	2			4	4
Промежуточная аттестация	Экзамен, 36 часов						
Итого	144	30	30	–	2	60	48

Текущий контроль успеваемости проходит в рамках занятий семинарского и практического типа, групповых или индивидуальных консультаций. Промежуточный контроль осуществляется на экзамене.

4. Образовательные технологии

В соответствии с рабочей программой и тематическим планом изучение дисциплины проходит в виде аудиторной и самостоятельной работы студентов. Учебный процесс в аудитории осуществляется в форме лекционных и практических (семинарских) занятий.

Образовательные технологии, способствующие формированию компетенций, используемые на занятиях лекционного типа:

- ✓ вводная лекция, обзорная лекция, лекция-визуализация;
- ✓ лекции-беседы с использованием мультимедийных средств поддержки образовательного процесса.

на занятиях практического типа:

- ✓ регламентированная самостоятельная деятельность студентов.

На лекциях раскрываются следующие основные темы изучаемого курса, которые входят в рабочую программу: основные механизмы и процессы, управляющие системой Земля; геосферы Земли и деятельность человека; геоэкологические аспекты функционирования природно-антропогенных систем; пути стабилизации экологической ситуации и совершенствование управления окружающей средой и природопользованием. Практические (семинарские) работы, способствуют повышению качества знаний, формированию практических умений, развитию самостоятельного

мышления студентов, что связано с анализом и активным обсуждением информации, в том числе найденной в сети Интернет по теме занятия. Рекомендуются активные и интерактивные формы проведения занятий: дискуссии, разбор экологических ситуаций, в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов направлена на самостоятельное изучение отдельных тем рабочей программы: экологические проблемы урбанизации: техногенные биогеохимические аномалии, качество воздуха, водоснабжение и канализация, удаление и переработка отходов, использование земель; экологические проблемы отдельных производств и потребления энергии; экологически чистые и возобновляемые источники энергии; экологические проблемы земледелия (водная и ветровая эрозия почв, засоление, заболачивание, интенсификация миграции химических соединений, усиление стока наносов, последствия применения удобрений и пестицидов, уплотнение почв); экологические последствия различных видов транспорта: авиационного, автомобильного, железнодорожного, водного и др.; стратегии сокращения затрат природных ресурсов и загрязнения окружающей среды.

Цель самостоятельной работы: подготовка современного компетентного специалиста и формирование у студентов способностей и навыков к непрерывному самообразованию и профессиональному совершенствованию.

Самостоятельная работа является наиболее деятельным и творческим процессом, который выполняет ряд дидактических функций: способствует формированию диалектического мышления, вырабатывает высокую культуру умственного труда, совершенствует способы организации познавательной деятельности, воспитывает ответственность, целеустремленность, систематичность и последовательность в работе студентов, развивает у них бережное отношение к своему времени, способность доводить до конца начатое дело.

Изучение понятийного аппарата дисциплины. Вся система индивидуальной самостоятельной работы должна быть подчинена усвоению понятийного аппарата, поскольку одной из важнейших задач подготовки современного грамотного специалиста является овладение и грамотное применение профессиональной терминологии. Лучшему усвоению и пониманию дисциплины помогут различные энциклопедии, экологиче-

ские словари, справочники и другие материалы, указанные в списке литературы.

Изучение тем самостоятельной подготовки по учебно-тематическому плану. Особое место отводится самостоятельной проработке студентами отдельных разделов и тем по изучаемой дисциплине. Такой подход вырабатывает у студентов инициативу, стремление к увеличению объема знаний, выработке умений и навыков всестороннего овладения способами и приемами профессиональной деятельности.

Изучение вопросов очередной темы требует глубокого усвоения теоретических основ, раскрытия сущности основных геоэкологических понятий и анализа фактического материала.

Работа над основной и дополнительной литературой. Изучение рекомендованной литературы следует начинать с учебников и учебных пособий, затем переходить к научным монографиям и материалам периодических изданий. Конспектирование – одна из основных форм самостоятельного труда, требующая от студента активно работать с учебной литературой и не ограничиваться конспектом лекций.

Студент должен уметь самостоятельно подбирать необходимую для учебной и научной работы литературу. При этом следует обращаться к предметным каталогам и библиографическим справочникам, которые имеются в библиотеках.

Для аккумуляции информации по изучаемым темам рекомендуется формировать личный архив, а также каталог используемых источников. При этом если уже на первых курсах обучения студент определяет для себя наиболее интересные сферы для изучения, то подобная работа будет весьма продуктивной с точки зрения формирования библиографии для последующего написания дипломного проекта на выпускном курсе.

Самоподготовка к практическим занятиям. При подготовке к практическому занятию необходимо помнить, что данная дисциплина предполагает знание основных дисциплин естественно-географического цикла, а также важнейших курсов экологической, экономической, социальной, политической и правовой направленности.

На практические (семинарские) занятия студент должен приходить подготовленным, во время устного опроса последовательно излагать свои мысли, и аргументировано их отстаивать.

Для достижения этой цели необходимо:

- ✓ ознакомиться с соответствующей темой программы изучаемой дисциплины;
- ✓ осмыслить круг изучаемых вопросов и логику их рассмотрения;
- ✓ изучить рекомендованную учебно-методическим комплексом литературу по данной теме;

- ✓ тщательно изучить лекционный материал;
- ✓ ознакомиться с вопросами очередного практического занятия.

Изучение вопросов очередной темы требует глубокого усвоения теоретических основ дисциплины, раскрытия сущности основных положений, проблемных аспектов темы и анализа фактического материала.

При презентации материала на практическом занятии можно воспользоваться следующим алгоритмом изложения темы: выявить основные свойства, законы и принципы функционирования экологических систем, сформировать представление о путях стабилизации экологической ситуации и совершенствования управления окружающей средой, предложить механизмы антропогенного преобразования геосистем и деградации ландшафтов. Весьма презентабельным вариантом выступления следует считать подготовку в среде Power Point краткого сообщения по теме практического занятия, что существенно повышает степень визуализации, а, следовательно, доступности, понятности материала.

Самостоятельная работа студента при подготовке к экзамену. Контроль выступает формой обратной связи и предусматривает оценку успеваемости студентов и разработку мер по дальнейшему повышению качества подготовки экологов.

Промежуточной формой контроля успеваемости студентов по учебной дисциплине «Геоэкология» является экзамен.

Бесспорным фактором успешного завершения курса является кропотливая, систематическая работа студента в течение всего периода изучения дисциплины. В этом случае подготовка к зачету будет являться концентрированной систематизацией всех полученных знаний по устойчивому развитию.

В начале семестра рекомендуется внимательно изучить перечень вопросов к экзамену по данной дисциплине, а также использовать в процессе обучения программу, другие методические материалы, разработанные преподавателем. Это позволит в процессе изучения тем сформировать более правильное и обобщенное видение студентом существа того или иного вопроса за счет:

- ✓ уточняющих вопросов преподавателю;
- ✓ подготовки выступлений-презентаций по отдельным темам, наиболее заинтересовавшие студента;
- ✓ самостоятельного уточнения вопросов на смежных дисциплинах;
- ✓ углубленного изучения вопросов темы по учебным пособиям.

Кроме того, наличие перечня вопросов в период обучения позволит выбрать из предложенных преподавателем учебников наиболее оптимальный для каждого студента, с точки зрения его индивидуального восприятия материала, уровня сложности и стилистики изложения.

После изучения соответствующей тематики рекомендуется проверить наличие и формулировки вопроса по этой теме в перечне вопросов к экзамену, а также попытаться изложить ответ на этот вопрос. Если возникают сложности при раскрытии материала, следует вновь обратиться к лекционному материалу, материалам практических занятий, уточнить терминологический аппарат темы, а также проконсультироваться с преподавателем.

Изучение сайтов по темам дисциплины в сети Интернет. Ресурсы Интернет являются одним из альтернативных источников быстрого поиска требуемой информации. Их использование возможно для получения основных и дополнительных сведений по изучаемым материалам.

6. Описание шкал оценивания результатов освоения дисциплины

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются устные и письменные ответы на вопросы контрольных работ, проводимых на практических занятиях.

Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются следующие процедуры и технологии:

- ✓ контрольные задания, включающие управление нарушенными человеком функциональными звеньями геопространства с учетом их внутренней природной специфики, особенностей антропогенных изменений и средообразующей роли в звене более высокого иерархического ранга;
- ✓ практические контрольные задания (описывающие проблемные и нестандартные геоэкологические ситуации).

Промежуточный контроль качества сформированности компетенций студентами осуществляется на экзамене, на котором определяется:

- ✓ уровень усвоения студентами основного учебного материала по дисциплине;
- ✓ уровень понимания студентами изученного материала;
- ✓ способности студентов использовать полученные знания для решения конкретных задач.

Экзамен проводится в устной форме и заключается в ответе студентом на теоретические вопросы курса (с предварительной подготовкой) и последующем собеседовании в рамках тематики курса. Собеседование проводится в форме вопросов, на которые студент должен дать краткий ответ.

Шкала оценивания результатов обучения на экзамене

Оценка	Уровень подготовки
Превосходно	Высокий уровень подготовки, безупречное владение теоретическим материалом, студент демонстрирует творческий подход к решению нестандартных ситуаций. Студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета, подтверждая теоретический материал практическими примерами из практики. Студент активно работал на практических (семинарских) занятиях. 100 %-ное выполнение контрольных экзаменационных заданий
Отлично	Высокий уровень подготовки с незначительными ошибками. Студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета, подтверждает теоретический материал практическими примерами из практики. Студент активно работал на практических (семинарских) занятиях. Выполнение контрольных экзаменационных заданий на 90% и выше
Очень хорошо	Хорошая подготовка. Студент дает ответ на все теоретические вопросы билета, но имеются неточности в определениях понятий, процессов и т.п. Студент активно работал на практических занятиях. Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 80 до 90%.
Хорошо	В целом хорошая подготовка с заметными ошибками или недочетами. Студент дает полный ответ на все теоретические вопросы билета, но имеются неточности в определениях понятий, процессов и т.п. Допускаются ошибки при ответах на дополнительные и уточняющие вопросы экзаменатора. Студент работал на практических (семинарских) занятиях. Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 70 до 80%.
Удовлетворительно	Минимально достаточный уровень подготовки. Студент показывает минимальный уровень теоретических знаний, делает существенные ошибки при характеристике нормативно-правовой базы валютного регулирования, но при ответах на наводящие вопросы, может правильно сориентироваться и в общих чертах дать

	правильный ответ. Студент посещал практические занятия. Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 50 до 70%.
Неудовлетворительно	Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала. Студент дает ошибочные ответы, как на теоретические вопросы билета, так и на наводящие и дополнительные вопросы экзаменатора. Студент пропустил большую часть практических (семинарских) занятий. Выполнение контрольных экзаменационных заданий до 50%.
Плохо	Подготовка абсолютно недостаточная. Студент не отвечает на поставленные вопросы. Студент отсутствовал на большинстве лекций и практических (семинарских) занятий. Выполнение контрольных экзаменационных заданий менее 20 %.

ВВЕДЕНИЕ В ДИСЦИПЛИНУ

1.1. ГЕОЭКОЛОГИЯ: СИСТЕМА НАУК ОБ ИНТЕГРАЦИИ ГЕОСФЕР И ОБЩЕСТВА

Учебные вопросы

1. Характеристика современной геоэкологии как междисциплинарной науки. Области исследования, цель и задачи современной геоэкологии.
2. Собственная понятийная база науки геоэкология: геосферы Земли, географическая оболочка, геологическая среда, экосфера, геоэкологические системы (геоэкосистемы), природно-техногенные системы, геоэкологическая стабильность/ нестабильность.
3. Системный характер геоэкологических проблем.

Тезисы ответов

1. Характеристика современной геоэкологии как междисциплинарной науки. Области исследования и задачи современной геоэкологии

Геоэкология – изучает биосферные оболочки Земли, геологическую основу биосферы и происходящие в них изменения под влиянием природных и техногенных процессов. Термин ввёл немецкий географ Карл Тролл (Carl Troll) в 1930-х годах, понимая под ней географическую, то есть ландшафтную экологию.

В настоящее время геоэкология рассматривается как междисциплинарное научное направление, объединяющее исследования состава, строения, свойств, процессов, физических и геохимических полей геосфер Земли как среды обитания человека и других организмов (рис. 1.1).

Методологической основой геоэкологии являются системный анализ и многофакторный (синергетический) подход к изучению окружающей среды.

Основной целью геоэкологии является анализ изменения геосфер под влиянием природных и техногенных факторов, рациональное использование водных, земельных, минеральных и энергетических ресурсов Земли, снижение ущерба, наносимого окружающей среде природными и природ-

но-техногенными катастрофами, и обеспечение безопасного проживания людей.

Области исследования науки геоэкологии:

- ✓ изучение роли геосферных оболочек Земли в глобальных биогеохимических циклах;
- ✓ глобальная геодинамика и её влияние на состав, состояние и эволюцию биосферы;
- ✓ влияние геосферных оболочек на изменение климата и экологическое состояние, геофизические и геохимические поля, геоактивные зоны Земли;
- ✓ глобальный и региональные геоэкологические кризисы;
- ✓ междисциплинарные аспекты стратегии выживания человечества и разработка научных основ регулирования качеством состояния окружающей среды;
- ✓ изменение природной среды под влиянием урбанизации и хозяйственной деятельности человека: химическое и радиоактивное загрязнение почв, пород, поверхностных и подземных вод, возникновение и развитие опасных техноприродных процессов;
- ✓ характеристика, оценка состояния и управление современными ландшафтами;
- ✓ разработка научных основ рационального использования и охраны водных, воздушных, земельных, рекреационных, минеральных и энергетических ресурсов Земли, санация и рекультивация земель, ресурсосбережение и утилизация отходов;
- ✓ геоэкологические аспекты биоразнообразия;
- ✓ геоэкологические аспекты природно-техногенных систем;
- ✓ геоэкологический мониторинг и обеспечение экологической безопасности;
- ✓ динамика, механизм, факторы и закономерности развития опасных природных и техноприродных процессов, прогноз их развития, оценка опасности и риска, управление риском, превентивные мероприятия по снижению последствий катастрофических процессов, инженерная защита территорий, зданий и сооружений;
- ✓ геоэкологическое обоснование безопасного размещения, хранения и захоронения токсичных, радиоактивных и других отходов;
- ✓ геоэкологические аспекты устойчивого развития регионов;
- ✓ геоэкологическая оценка территорий: современные методы и методики геоэкологического картирования, моделирования, геоинформационные системы и технологии, базы данных; разработка научных основ государственной экологической экспертизы и контроля;

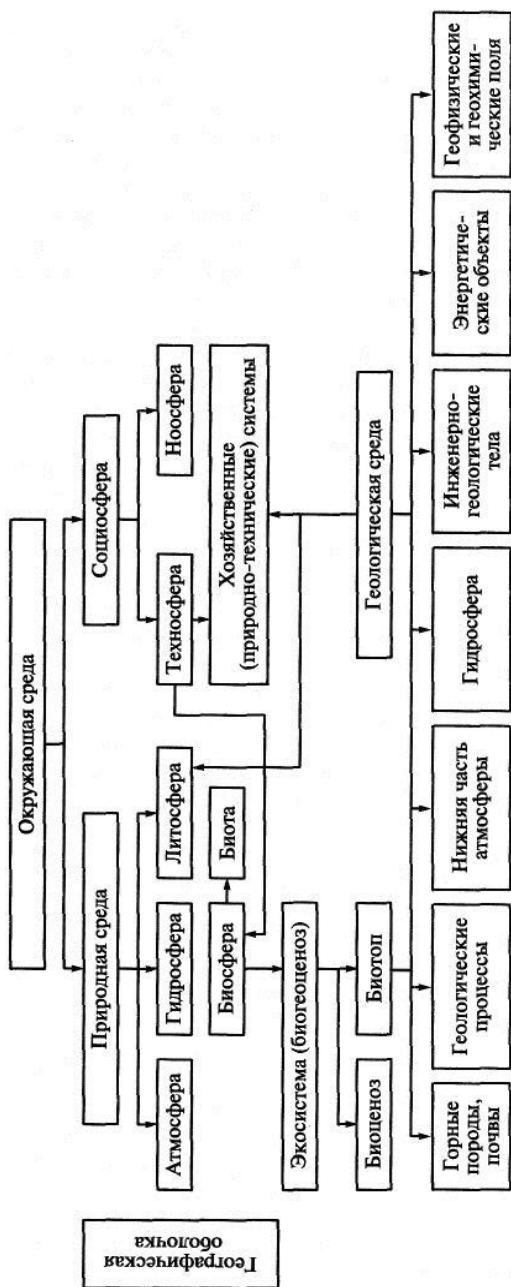


Рис. 1.1. Соотношение понятий геоэкологического содержания
(по Бахтееву, 1997; Короновскому и др., 2013 с дополнениями)

✓ теория, методы, технологии и технические (в том числе строительные) средства оценки состояния, защиты, восстановления и управления природно-техническими системами, включая агросистемы;

✓ специальные экологически и технически безопасные конструкции, сооружения, технологии строительства и режимы эксплуатации объектов и систем в области природопользования и охраны окружающей среды; экологически безопасное градостроительство;

✓ технические средства, технологии и сооружения для прогноза изменений окружающей среды и её защиты, для локализации и ликвидации негативных природных и техногенных воздействий на окружающую среду;

✓ технические средства контроля и мониторинга состояния окружающей среды;

✓ технические методы и средства безопасной утилизации, хранения и захоронения промышленных, токсичных и радиоактивных отходов;

✓ теория и методы оценки экологической безопасности существующих и создаваемых технологий, конструкций и сооружений, используемых в процессе природопользования;

✓ методы и технические средства оперативного обнаружения, анализа причин и прогноза последствий чрезвычайных ситуаций, угрожающих экологической безопасности;

✓ разработка и совершенствование государственного нормирования и стандартов в природопользовании, в оценке состояния окружающей среды;

✓ разработка научно-методических основ и принципов экологического образования.

Геоэкология решает следующие **задачи**:

✓ исследование источников антропогенного воздействия на природную среду и биосферу, их интенсивности и пространственно-временного распределения;

✓ создание и оптимизация геоинформационных систем, обеспечивающих непрерывный контроль за состоянием природной среды (биосферы), в основе которых лежат различные виды мониторинга;

✓ изучение уровня загрязнения и разрушения компонентов глобальной системы (атмосферы, Мирового океана, внутренних вод, литосферы, криосферы, биосферы), постоянный и повсеместный контроль их динамики;

✓ оценку, прогноз и моделирование последствий антропогенных воздействий, проявляющихся в изменении состояния компонентов глобальной и региональных экосистем;

- ✓ геологическое исследование устойчивости природной среды, подвергнутой антропогенному воздействию;
- ✓ разработку рекомендаций по сохранению целостности природной среды и биосферы путем оптимизации хозяйственной деятельности и регламентации ресурсопотребления.

2. Собственная понятийная база науки геоэкология: геосферы Земли, географическая оболочка, геологическая среда, экосфера, геоэкологическая системы (геоэкосистема), природно-техногенная система, геоэкологическая стабильность/нестабильность

Геосферы – географические концентрические оболочки, из которых состоит планета Земля: атмосфера, гидросфера, литосфера, земная кора, мантия и ядро Земли.

Географическая оболочка – пространство, в котором взаимодействуют литосфера, гидросфера, атмосфера и биосфера. Характеризуется целостностью, обусловленной непрерывным обменом веществом и энергией между ее составными частями.

Геологическая среда – часть географической оболочки, соответствует самой верхней части литосферы, выступает как минеральная основа биосферы, находится под воздействием инженерно-хозяйственной деятельности человека. Автор термина Е.М. Сергеев (1979). Верхней границей геологической среды в таком понимании является поверхность рельефа, характерная для конкретной территории. Нижняя граница геологической среды зависит от глубины проникновения человека в толщу земной коры в ходе различных видов его деятельности.

Экосфера – экологическая оболочка Земли, совокупность её свойств, как планеты, создающих условия для развития биологических систем. Пространственно включает в себя все слои атмосферы, гидросферу и часть литосферы, где возможна жизнь. Термин предложил Л. Кол (1958).

Геоэкологическая система (геоэкосистема) – пятикомпонентный природный комплекс, состоящий из литогенной основы, гидросферы, атмосферы, растительности и животного мира, в котором все компоненты находятся в системной взаимосвязи друг с другом.

Природно-техногенная система (ПТС) – система, в которой один природный компонент или более претерпели коренное изменение (перестройку) под влиянием человека. Природные системы трансформируются в природно-техногенные на территориях, с существенным техногенным воздействием.

Геоэкологическая стабильность – состояние природных и природно-техногенных систем, допускающее незначительную перестройку их структуры при антропогенном воздействии.

Геоэкологическая нестабильность – состояние природных и природно-техногенных систем, при котором изменение структуры имеет необратимый характер и невозможно поддержание их нормального функционирования без активного участия человека.

3. Системный характер геоэкологических проблем

Геоэкологические системы – сложные саморегулируемые и самоорганизующиеся системы с множеством прямых и обратных связей между компонентами. Они являются результатом взаимодействия сложных геосфер между собой и обществом. Это сплав естественных, социальных, экономических и политических проблем.

Многие процессы в геоэкологических системах нелинейны, то есть малое приращение фактора может приводить к непропорционально большим (или непропорционально малым) изменениям результата. В геоэкологии часто встречаются так называемые «ползучие изменения», когда постепенные, относительно плавные воздействия на систему приводят к такому же постепенному накоплению изменений состояния системы. В этом случае невозможно в точности указать момент, когда состояние системы было еще приемлемым, а когда стало уже неприемлемым. Разновидностью ползучих геоэкологических изменений является так называемая «химическая бомба замедленного действия». Когда относительно небольшие, но продолжительные изменения химического состояния экосистемы могут вызвать процессы, приводящие в конечном итоге к внезапным вредным воздействиям. Типичным примером «химической бомбы замедленного действия», а также и «ползучей геоэкологической деградации», является поведение иона алюминия (Al^{3+}) в почве. При значениях pH близких к нейтральным алюминий в почвенном профиле неподвижен. При увеличении кислотности почвы (pH 5,5) подвижность алюминия увеличивается. Антропогенные кислотные осадки, выпадающие из атмосферы, влияют на кислотность почвы, но показатель кислотной реакции остается неизменным, пока в почве содержится запас катионов, играющих роль буфера. С течением времени буферная способность почвы израсходуется, pH резко уменьшится, токсичный ион алюминия становится подвижным, переходит в водные экосистемы, вызывая гибель гидробионтов, ухудшение состояния лесов и другие неблагоприятные геоэкологические эффекты.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Вопросы для самоподготовки студентов к практическому, семинарскому занятию

1. Что изучает геоэкология?
2. На какие направления подразделяется геоэкология?
3. На чем основывается понятийная база геоэкологии?
4. Что является объектом исследования геоэкологии?
5. Что понимают под геоэкологической стабильностью/нестабильностью?
6. На чем основывается понятийная база геоэкологии?

Типовые задания для текущего контроля успеваемости

Задания для проверки общепрофессиональных компетенций (ОПК-4)

1. Обоснуйте, почему геоэкология имеет разные области исследований? Назовите основные ее разделы?
2. Обоснуйте специфику геоэкологического подхода к проблеме взаимоотношений человека и природы.
3. Поясните системных характер геоэкологических проблем.

Задания для проверки общепрофессиональных компетенций (ОПК-7)

1. Поясните содержание понятия «географическая оболочка».
2. Объясните содержание термина «геологическая среда» с позиций геоэкологического подхода.
3. Объясните различия в содержании понятий: «техносфера», «биосфера», «экосфера», «ноосфера».

1.2. МЕТОДЫ И ПРИНЦИПЫ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Учебные вопросы

1. Арсенал методов теоретической и практической геоэкологии.
2. Концепция геоэкологического картирования.
3. Основные этапы геоэкологических работ.

4. Основные принципы среднемасштабного геоэкологического исследования и картирования.

Тезисы ответов

1. Арсенал методов теоретической и практической геоэкологии

Геоэкологические исследования оперируют практически тем же комплексом методов, что и при геолого-разведочных работах: собственно геологическими, геохимическими, геофизическими, гидрогеологическими, геоморфологическими.

Геологические методы. Направлены на изучение свойств геологической среды, состава горных пород и геодинамических процессов. На первом этапе геологического исследования выявляют особенности проявления геологических процессов, оконтуривают геопатогенные зоны, определяют их характер и степень функционирования.

Геохимические методы. Методы, позволяющие определять концентрацию химических элементов или химических соединений в горных породах, атмосфере, природных водах, растительном покрове, организме животных:

- ✓ рентгено-флуоресцентный анализ (РФА, XRF);
- ✓ атомно-абсорбционная спектроскопия (ААС);
- ✓ нейтронно-активационный анализ: инструментальный (ИНАА) и радиохимический (НАА);
- ✓ гамма-спектроскопия;
- ✓ эмиссионная спектроскопия с индуктивносвязанной плазмой;
- ✓ масс-спектроскопия (с изотопным разбавлением, с индуктивносвязанной плазмой ICP-MS);
- ✓ электронно-микропробный (микрозондовый анализ);
- ✓ ион-микропробный анализ (ионный зонд).

Геофизические методы. С их помощью изучают распределение естественных или искусственно созданных физических полей – гравитационного, магнитного, электромагнитного, радиоактивного, теплового и др.

Объектами геофизических исследований являются:

- ✓ природные объекты в верхних горизонтах земной коры (горные породы и руды), в частности особенности их физических полей (гравитационных, магнитных, электрических и др.), отражающих строение и состав месторождений, залежей, пород, руд и т.д.;
- ✓ их расположение в земной коре, мантии и определяющее геологическое строение и структуру этих блоков Земли;

✓ различные физические процессы и явления, как внешние, так и внутренние, в результате которых природные объекты зарождаются, изменяются, исчезают, а также формируется внутреннее сложное строение Земли;

✓ причины и закономерности возникновения и развития геологических процессов и сопровождающих их физических полей, что неизбежно приводит нас к пониманию закономерности развития Земли в целом.

Гидрогеологические методы. Направлены на изучение условий залегания, режима, физических и химических свойств подземных вод, их связи с горными породами, атмосферой и поверхностными водами. От особенностей залегания и режима подземных вод в значительной степени зависят многие процессы, протекающие на земной поверхности и оказывающие существенное влияние на природную среду.

Геокриологические методы. С их помощью изучают строение, состав, свойства и распространение многолетнемерзлых грунтов и толщ земной коры, а также процессы, связанные с их промерзанием и оттаиванием.

Основные геокриологические методы:

✓ геокриологическая съёмка;
✓ составление геокриологической карты;
✓ стационарные природные наблюдения за геотермическим режимом мёрзлых толщ, сезонным промерзанием и оттаиванием, криогенными процессами и явлениями;

✓ стационарное изучение состава, криогенного строения, физико-механических, теплофизических свойств мёрзлых грунтов;

✓ геокриологический прогноз и теплофизические расчёты для проектирования сооружений на мёрзлых грунтах.

Инженерно-геологические методы. Этими методами исследуется геологическая среда и влияние на нее техногенной деятельности, а также воздействие нарушенной геологической среды на хозяйственные, социальные объекты и на всю природу в целом; изучаются условия и динамика верхних горизонтов земной коры в связи с инженерно-геологической деятельностью человека.

Основные инженерно-геологические методы:

✓ наземные и аэровизуальные наблюдения;
✓ аэрокосмофотосъёмка и дешифрирование аэрокосмофотоматериалов;
✓ горные и буровые работы;
✓ статическое зондирование;
✓ испытания грунтов статическими нагрузками в шурфах и скважинах;
✓ лабораторные методы получения данных о свойствах горных пород и грунтов.

Геоморфологические методы. С их помощью исследуется комплексная характеристика рельефа (морфография, морфометрия, генезис, возраст, история развития и динамика рельефа) и составляется геоморфологическая карта. Обычно этот вид исследований имеет характер общей геоморфологической съемки, которая в нашей стране выполняется как часть государственной геологической съемки. Различают мелкомасштабную (мельче 1:1000000), среднемасштабную (1:200000–1:1000000) и крупномасштабную (крупнее 1:200000) съемки.

Аэрокосмические методы. Методы оказались особенно эффективными для выявления и контроля загрязнения акваторий, процессов самовозгорания на свалках и в терриконах, лесных пожаров, подземных пожаров торфяников и горючих полезных ископаемых.

Основные аэрокосмические методы:

- ✓ аэрогамма-спектрометрия;
- ✓ тепловые методы.

2. Концепция геоэкологического картирования

Концепция эколого-геологического картографирования сформировалась в начале XXI века. За рубежом (Германия, Норвегия, Испания) геоэкологические исследования проводятся комплексно с учетом экономических факторов и используется понятие «геопотенциал». В трактовке зарубежных исследователей очень близко к российскому понятию «геологическая среда», в котором учитывается хозяйственное значение отдельных ее компонентов (почвы, подземных вод, полезных ископаемых). Концепция картирования геопотенциала дает представление о характере негативных процессов, возникающих при строительстве и эксплуатации месторождений полезных ископаемых и в процессе иных видов хозяйственной деятельности.

Выделяют четыре уровня картирования геопотенциала:

- ✓ составление базовых карт: геологической и почвенной;
- ✓ составление специальных карт – гидрогеологической, минеральных ресурсов с указанием глубины залегания полезных ископаемых, характера почв, сельскохозяйственной продуктивности, инженерно-геологической и др.;
- ✓ составление оценочных карт – карт резервных территорий для добычи полезных ископаемых, карт использования подземных вод;
- ✓ составление карт возможного использования территорий с точки зрения геопотенциалов, с учетом экологических ограничений.

В России существует четкое разграничение объектов геоэкологических исследований между ведомствами. В конце 90-х гг. XX в. когда сло-

жилось понимание экологической геологии (экогеологии) как составной части геоэкологии, карты получили название «эколого-геологических», или «экогеологических» (ЭГК). Составление карт проводится в соответствии с Требованиями к геолого-экологическим исследованиям и картографированию (ВСЕГИНГЕО, 1990) и Методическими рекомендациями по составлению эколого-геологических карт (ВСЕГИНГЕО, 1994, 1998) с соблюдением стадийности работ, по листам топографических карт определенного масштаба.

Основные задачи экогеологического картографирования:

- ✓ совершенствование системы экологических оценок состояния геологической среды и ее компонентов, а также смежных природных сред;
- ✓ уточнение легенды карты и составление ее региональных вариантов;
- ✓ создание универсальных банков геолого-гидрогеологических данных на региональном уровне, унифицированных условных обозначений для всех масштабов картографирования с использованием современных информационных технологий и системы взаимно дополняющих программных средств.

Различают несколько групп экогеологических карт (Кочетков и др., 1998):

- ✓ параметрические карты – фиксируют те или иные показатели состояния отдельных компонентов геологической среды (например, карты развития оползней, карста; распространения отдельных нормируемых веществ в основных горизонтах питьевых подземных вод);
- ✓ аналитические карты – отражают экологическое состояние компонентов геологической среды (например, карты состояния ресурсов подземных питьевых вод, загрязнения и нарушенности почвенного покрова), базируются на обобщении большого количества наблюдаемых показателей, анализе влияющих на них природных и антропогенных факторов;
- ✓ синтетические карты – представляют собой картографические оценочные и прогностические модели состояния геологической среды в целом или основных ее компонентов, содержат элементы прогноза состояния геологической среды и базируются на синтезе всей имеющейся информации (например, геоэкологическая карта России и сопредельных государств масштаба 1:2500000, карты функционирования гидрогеодеформационного поля Земли и др.).

Эколого-геологические карты подразделяют на оценочные и оценочно-прогнозные (Трофимов, Зилинг, 1998). Оценочные – отражают современное эколого-геологическое состояние литосферы или ее компонентов. Оценочно-прогнозные – содержат прогнозные оценки, которые носят временной характер и разрабатываются с учетом планируемых видов антропогенного воздействия или ожидаемого развития природных процессов.

3. Основные этапы геоэкологических работ

Общая схема геоэкологических работ состоит из четырех этапов.

На первом этапе выполняют рекогносцировочные работы. Проводят мелкомасштабные исследования (карты масштаба 1:1000000–1:500000) для определения регионального геохимического фона, выявляют основные признаки и локальное размещение рудогенных или антропогенных аномалий. Наиболее рациональным является комплекс работ, включающий эколого-геохимическое картирование почвенных горизонтов, почвообразующих пород и донных отложений. Пробы отбирают на основе существующих карт геохимических ландшафтов. Рекомендуется использовать аэрокосмические методы.

Конечным результатом первого этапа работ является определение региональных геохимических фонов и выделение крупных зон – геохимических аномалий и размещения опасных геологических явлений эндогенного и экзогенного происхождения.

На втором этапе проводят среднемасштабные геоэкологические работы (карты масштаба 1:200000–1:100000). При этом выделяют природные и антропогенные геохимические аномалии в местах расположения крупных объектов хозяйственно-бытовой деятельности (промышленные зоны, отдельные крупные предприятия, сельскохозяйственные территории и т.д.).

Основной вид работ – картирование загрязненных территорий в местах расположения крупных урбанизированных районов. Изучают химический состав почв и почвообразующих пород, геохимический состав растительности и зольный остаток, химический состав почвообразующих пород и донных отложений, пылевых выделений, а в северных районах, кроме того, исследуют состав мерзлого грунта и снежного покрова.

Результаты работ отражают на трех основных типах карт:

- ✓ рабочих (карты фактического материала), на которых показывают точки отбора проб и показатели моно- и полиэлементного содержания;
- ✓ оценочных (комплексных), отражающих ассоциации или интегральные показатели;
- ✓ итоговых (результатирующих), отражающих степень экологической опасности загрязнения окружающей среды, прогноз ее изменения, очередность природоохранных работ.

На третьем этапе крупномасштабных геоэкологических работ (карты масштаба 1:50000–1:25000) выявляют очаги загрязнения размером до 100 км² (территории городов, населенных пунктов, зоны рекреационного назначения и другие хозяйственные территории), определяют пространственную структуру установленных аномалий, уровень концентраций химических элементов.

Цель работ этого этапа: определить эколого-геохимическую обстановку на территориях, обладающих большой социальной значимостью, и одновременно выделить территории с высокой техногенной нагрузкой.

На четвертом этапе (карты масштаба 1:10000–1:5000) выявляют техногенно-геохимические области площадью до 10 км², изучают причинно-следственные связи в системе «источник загрязнения – окружающая среда – живые организмы» в пределах выявленных потенциально опасных аномалий. Оценивают степень опасности сложившегося уровня загрязнения для живых организмов, потенциальную опасность геологических явлений для городских сооружений и отдельных построек и определяют направления практических мероприятий по улучшению качества окружающей среды и по ликвидации опасных геологических явлений или снижению их негативного уровня. Исследования детального масштаба выполняют на конкретных локальных объектах и решают задачи, аналогичные задачам экологической экспертизы.

4. Основные принципы среднемасштабного геоэкологического исследования и картирования

Среднемасштабное геоэкологическое исследование и картирование (ГЭИК) осуществляется в соответствии с «Требованиями к геолого-экологическим исследованиям и картированию» (1991). Цель работ: определение фонового состояния геологической среды и составляющих ее компонентов, выявление техногенных нарушений геологической среды, оценка активности и определение направленности природных и техногенных процессов, осуществляемых для правильного планирования и необходимых при разработке ТЭО территориальных природоохранных мероприятий.

Задачами среднемасштабных ГЭИК:

- ✓ определение естественного состояния геологической среды с одновременным выявлением геохимического фона и существующих региональных геохимических барьеров;
- ✓ выявление основных техногенных объектов и факторов, воздействующих на геологическую среду, и оценка характера их влияния;
- ✓ выявление и оценка изменений геологической среды под воздействием техногенных процессов;
- ✓ выявление и оценка влияния техногенных изменений геологической среды на компоненты экосистем;
- ✓ обоснование мероприятий по рациональному использованию и охране геологической среды.

Основные объекты изучения в процессе проведения среднемасштабных ГЭИК:

- ✓ природные и техногенные ландшафты;
- ✓ эндогенные и экзогенные геологические процессы;
- ✓ крупные техногенные горнорудные и промышленные объекты, в том числе централизованные водозаборы, мелиоративные системы, нефтегазовые промыслы, места захоронения высокотоксичных отходов горнодобывающей промышленности.

Исследованию подлежат почвы и почвообразующие породы, комплексы горных пород, отложения постоянных и временных водотоков, озер, площади рудных полей и рудных узлов и месторождения с различными типами рудного вещества, первые от поверхности водоносные и слабоводоносные горизонты, бассейны регионального и местного подземного и поверхностного стока, техногенные отложения (отвалы, терриконы и др.).

Исследовательские геоэкологические работы разбиваются на три периода: подготовительный, полевой, камеральный (рис. 1.2).



Рис. 1.2. Алгоритм оценки геоэкологического состояния урбанизированных территорий (по Кочурову, Карандееву, 2012)

В процессе **подготовительного периода** проводят:

✓ сбор материалов о геологическом строении территории, выделенных геологических структурах, разломной тектонике, геологическом развитии района; техногенных объектах (расположение, особенности технологических линий, вырабатываемом продукте и существующих отходах);

✓ сбор и обобщение информации по почвенно-геохимическим исследованиям с составлением предварительных карт загрязнения почвенных горизонтов;

✓ сбор и анализ информации о загрязнении атмосферного воздуха, поверхностной и подземной гидросфере и растительности, о характере переноса воздушным и водным путем загрязняющих веществ, в том числе и радиоактивных, о состоянии здоровья населения; о других техногенных и природных нарушениях окружающей среды.

Полевой (экспедиционный) период проводится с целью:

✓ маршрутных исследований;

✓ отбора проб (образцов горных пород, почвы, воды, воздуха), необходимых для проведения химических анализов;

✓ полевого составления комплекта карт.

В процессе экспедиционных работ картированию подлежат:

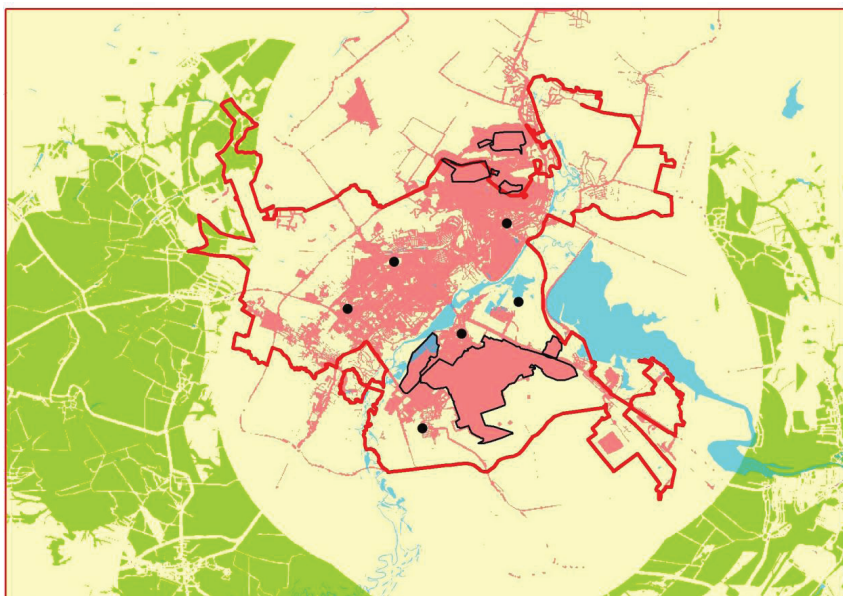
✓ природные и техногенные ландшафты;

✓ территории с различной интенсивностью проявления эндогенных и экзогенных геологических процессов и их техногенной активизации; места расположения оползней, просадок, карстообразования, суффозии, сейсмотектонических обвалов, засоления и подтопления территорий; участки геокриологических процессов и т.д.;

✓ участки техногенных изменений напряженного состояния горных пород, особенно в местах распространения горных выработок, которые проведены для разведки и добычи полезных ископаемых, котлованов строительных площадок и распространения техногенных грунтов: насыпи, отвалы, терриконы и т.д.;

✓ участки техногенных изменений гидрогеологических условий, в частности участки истощения подземных вод, контуры депрессионных воронок, образовавшиеся в результате эксплуатации водозаборов подземных вод, шахтного и карьерного водоотлива, осушения, области подпора грунтовых вод вследствие строительства каналов и водохранилищ, прудов, места хвостохранилищ.

В камеральный период полученные в ходе экспедиционных работ картографические материалы, записи в полевых дневниках и пробы подвергают аналитической обработке. Доступными методами в химико-аналитических лицензированных лабораториях в отобранных пробах почв, поверхностных вод и вод подземных источников определяют содержание тяжелых металлов, радионуклидов, органических соединений,



Условные обозначения:

- Пункты наблюдения атмосферного загрязнения
- Территории предприятий производящих атмосферные выбросы

Экологическое состояние:

- Неблагоприятное
- Удовлетворительное
- Благоприятное

Рис. 1.3. Геоэкологическое состояние урбанизированной территории
(Кочуров, Карандеев, 2012)

пестицидов, гербицидов и других веществ, способных отрицательно воздействовать на экосистему.

В процессе камеральных работ составляют следующие карты:

- ✓ концентраций тяжелых металлов в геологической среде, радионуклидов, органических соединений, пестицидов и других веществ, способных отрицательно воздействовать на экосистему и среду обитания человека;
- ✓ площадей загрязнения почв, пород зоны аэрации, воздушной среды, подземных и поверхностных вод, участков с фоновой концентрацией веществ, превышающей ПДК;
- ✓ содержания загрязняющих веществ в растительном покрове, приземной атмосфере, снежном покрове, участков скопления радиоактивных элементов;

✓ распределения опасных геологических явлений, торфяников, карстовых полостей и других геологических объектов.

Итоговым документом ГЭИК среднего масштаба является геоэкологическая карта, которая представляет собой интегрированную карту всей геоэкологической информации (рис. 1.3).

На основе данной карты составляют карту оценки геоэкологической опасности (геоэкологического районирования), на которой выделяют площади с различной оценкой геоэкологической ситуации и площади с особыми условиями хозяйственной деятельности и природопользования.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Вопросы для самоподготовки студентов к практическому, семинарскому занятию

1. Какие геоэкологические карты были изданы в России в 80–90-е годы XX в.?
2. Что входит в концепцию геоэкологического геопотенциала?
3. В чем состоит этапность геоэкологических работ?
4. Какие периоды выделяются при проведении исследовательских геоэкологических работ?
5. Какие виды карт составляют в ходе камеральных работ?
6. Какие эколого-геохимические многоцелевые карты составляются при изучении урбанизированных территорий?
7. Какие, способы обработки геохимической информации применяются в процессе экологических съёмок?
8. Какие карты геоэкологического характера можно считать итоговыми?

Типовые задания для текущего контроля успеваемости

Задания для проверки общепрофессиональных компетенций (ОПК-4)

1. Объясните, на каких принципах основано проведение геоэкологического картирования?
2. Обоснуйте, на чем основываются методы проводимых геоэкологических работ?
3. Объясните, почему среднемасштабные геоэкологические исследования являются самостоятельными видами работ?

**Задания для проверки
обще профессиональных компетенций (ОПК-7)**

1. Обоснуйте, какие виды горно-геологических работ целесообразно проводить при геоэкологических исследованиях?
2. Поясните, какие объекты подлежат исследованиям при среднемасштабных геоэкологических работах?
3. Обоснуйте цель и необходимость проведения полевого (экспедиционного) этапа в ходе среднемасштабного геоэкологического картирования.

ОСНОВНЫЕ ПРИРОДНЫЕ И СОЦИО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ЭКОСФЕРЫ

2.1. ПРИРОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ ЭКОСФЕРЫ

Учебные вопросы

1. Факторы, определяющие постоянство среды обитания на Земле, гомеостатические свойства биосферы.
2. Ландшафтная дифференциация Земли.
3. Геоэкологические свойства ландшафтов.

Тезисы ответов

1. Факторы, определяющие постоянство среды обитания на Земле, гомеостатические свойства биосферы

Основные причины постоянства важнейших параметров среды на Земле:

- ✓ почти неизменный уровень солнечной энергии, поступающей на ее поверхность со средней интенсивностью $1360 \text{ Дж/м}^2/\text{с}$ ($3,9 \times 10^{20} \text{ МВт/год}$);
- ✓ планета Земля находится на оптимальном расстоянии от Солнца (149,6 млн. км), составляющем 107 его диаметров. Если бы расстояние между ними было на 5% меньше или на 1% больше, жизнь на Земле была бы невозможна: в первом случае было бы слишком жарко, во втором – слишком холодно;
- ✓ орбита Земли близка по форме к эллипсу (147,09 млн км в перигелии; 152,1 млн. км в афелии), поэтому Земля относительно равномерно освещается Солнцем;
- ✓ угол наклона оси вращения Земли к плоскости орбиты примерно $66^\circ 33'$, что способствует более равномерному прогреву всей поверхности при смене времен года. В зависимости от положения на орбите то Северное полушарие, то Южное оказывается обращено к Солнцу, поэтому когда в Северном полушарии лето, в Южном зима и наоборот. Благодаря коротким суткам поверхность Земли не успевает ни перегреться, ни охладиться;
- ✓ наличие мощной атмосферы и гидросферы на поверхности планеты. Большая масса Земли ($6 \times 10^{23} \text{ т}$) достаточна для того, чтобы удержат

вокруг себя плотную атмосферу и большое количество воды, аккумулирующие тепло. Гидросфера покрывает 70,8 % поверхности планеты и содержит 1320–1380 млн. км³ воды, которая обладает высокой теплоемкостью, равной 1 кал/г на 1°С (4186,8 Дж/кг на 1 К). Благодаря этому в Мировом океане накоплен огромный запас тепла – в 21 раз больше годовой суммы тепла, поступающего к поверхности планеты, поэтому гидросфера является важнейшим стабилизатором температуры поверхности Земли.

Прогрев поверхности Земли происходит неравномерно, но благодаря перемещениям воздушных масс в нижнем слое атмосферы и мощным океаническим течениям в гидросфере это неравенство сглаживается настолько, что жизнь практически возможна на всей планете.

Внешние оболочки атмосферы предохраняют планету от губительных излучений и сильных магнитных воздействий. Значительная часть космического излучения и частиц задерживается на различных уровнях атмосферы. В атмосфере сгорает, не достигая поверхности планеты, большинство твердых космических тел (метеоритов) небольших размеров. Атмосфера удерживает тепло и влагу. Перемещение воздушных масс, вызываемое неравномерностью прогрева воздуха и вращением Земли, вместе с океаническими течениями играет главную роль в стабилизации условий существования жизни на Земле.

История Земли тесно связана с деятельностью возникшей на ней жизни, которая сказалась на химическом составе всех трех оболочек: литосферы, гидросферы и атмосферы.

В процессе эволюции «живое вещество» биосферы постепенно изменяло среду обитания и само было вынуждено приспосабливаться к новым условиям. В то же время деятельность живых организмов оказала немалое стабилизирующее воздействие на химический состав и температурные условия существования.

Регуляторная роль биоты стала возможной на основе исходной большой стабильности условий существования, определяемой особенностями размеров и положения планеты в Солнечной системе, наличием и свойствами воды, удержанием мощной атмосферы, эффективности геохимического круговорота веществ, перераспределения энергии на поверхности планеты за счет перемещения водных и воздушных масс.

Гомеостаз – способность биологических систем сохранять динамическое относительное постоянство состава и свойств. Гомеостатические свойства биосферы проявляются более всего в ее стабильности (отсутствии или быстром затухании колебаний в системе). Вторая особенность биосферы – ее мозаичность (или множественность структур).

Гомеостатический эффект саморегуляции в биосфере достигается:

✓ дублированием всех процессов на всех системных уровнях (клетки, организмы, популяции, виды);

- ✓ наличием в биосфере множества обратных связей;
- ✓ дублированием потоков вещества и энергии.

Сложившаяся система биогеохимических связей между разнообразными прокариотами обеспечивала на протяжении всей истории биосферы круговорот и удержание важнейших для жизнедеятельности химических соединений. Постепенное усложнение биосферы в результате эволюции живого привело к усложнению саморегуляторных связей благодаря дополнительным контурам регуляции и возрастанию дублирования на всех уровнях организации.

2. Ландшафтная дифференциация Земли

Особенности их распространения на поверхности суши подчинены законам горизонтальной и высотной природной зональности. Впервые зональность была обоснована В.В. Докучаевым в его работе «К учению о зонах природы», изданной в 1899 г. Особой формой территориальной дифференциации ландшафтной сферы является закономерное изменение всех природных компонентов от экватора к полюсам. В основе этого изменения лежит неравномерное поступление солнечной энергии на разных широтах Земли, что позволяет различать 13 географических (климатических) поясов (табл. 2.1).

Таблица 2.1.

Геофизические пояса Земли (Егоренков, Кочуров, 2005)

Пояс	Площадь поясов	
	млн км ²	% от площади
Арктический	14,45	3
Субарктический	17,62	3
Умеренный	53,22	10
Субтропический	39,72	8
Тропический	80,77	16
Субэкваториальный	38,65	7
Экваториальный	22,07	4
Субэкваториальный	30,11	6
Тропический	95,10	19
Субтропический	33,78	7
Умеренный	34,47	7
Субантарктический	23,93	5
Антарктический	26,19	5
Всего по поясам	510,08	100

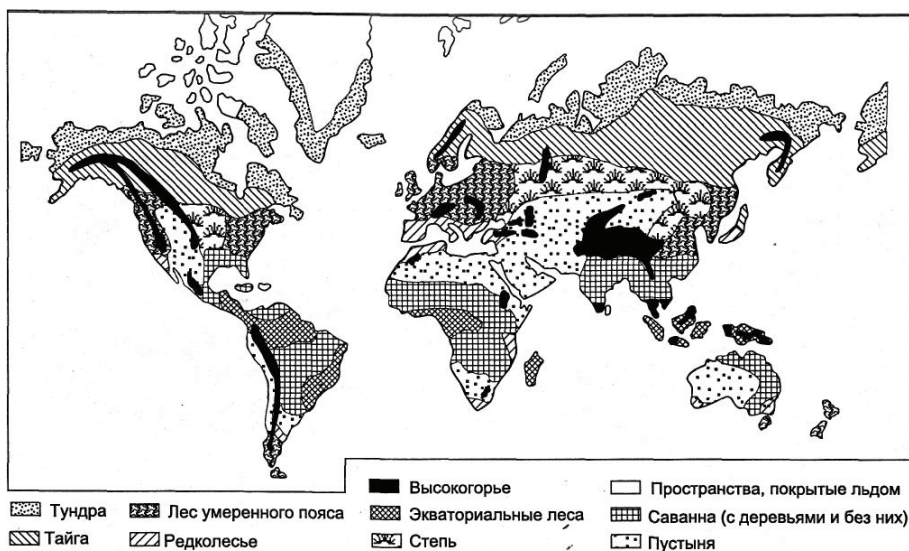


Рис. 2.1. Основные ландшафтные зоны (формации) Земного шара
(Егоренков, Кочуров, 2005)

Климатические пояса или *тепловая широтная зональность*, обусловленная планетарно-космическими причинами, являются первичным фактором зональных закономерностей и распределения других природных компонентов (воды, почвы, растительности, животного мира), а также возникновения крупных природных систем – *ландшафтных зон* (рис. 2.1).

Каждая из ландшафтных зон отличается господством определенного зонального типа почв и ландшафтов, имеет свои внутризональные отличия по широте и долготе, выражающиеся в различиях рельефа, почв, растительности, естественных ресурсов. В пределах географической оболочки выделяют ряд различных по своим масштабам соподчиненных природных комплексов: стран, провинций, областей, ландшафтов.

В соответствии с иерархической системой классификации сухопутные природные комплексы могут рассматриваться как в типологическом, так и в индивидуальном классификационном ряду (рис. 2.2).

В ландшафтной структуре в свою очередь наиболее важными компонентами являются почвенно-растительный покров и животный мир, которые служат отличительными признаками ландшафта.

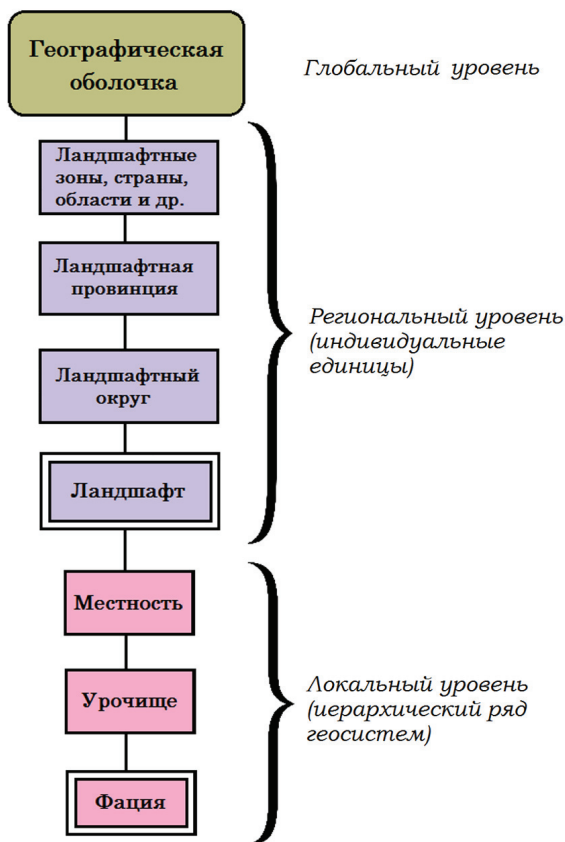


Рис. 2.2. Схема иерархии геоэкосистем
(Исаченко, 1989 с дополнениями Антиповой, 2001)

3. Геоэкологические свойства ландшафтов

При геоэкологической оценке природно-ландшафтная дифференциация территории рассматривается как пространственная реальность, обладающая определенными региональными особенностями, проявляющимися в экологически значимых свойствах ландшафтов, т. е. тех, которые могут способствовать или не способствовать проявлению экологических проблем (например, слабый водообмен, легкий механический состав почв, антициклональный тип погоды и т.д.), а также представляющих особую ценность (местообитание промысловой фауны, высокобонитетные леса, эстетически ценные свойства ландшафтов и т.п.), потеря которых приводит к значительному ущербу.



Рис. 2.3. Природный потенциал ландшафта и геоэкологические проблемы, связанные с его использованием

Оценка экологически значимых свойств тесно связана с определением природного потенциала ландшафта (рис. 2.3) и, в частности, его устойчивости, т. е. способности поддерживать свое нормальное состояние при антропогенных воздействиях.

Ландшафтные комплексы по стабильности подразделяются на:

- ✓ устойчивые — характеризуются динамическим равновесным состоянием, при котором преобладает развитие и способность восстанавливать условия предыдущего равновесия;
- ✓ относительно устойчивые — в таких ландшафтах происходят ощутимые изменения во внешнем облике и структуре под влиянием незначительных внешних воздействий;
- ✓ сукцессионные — сильно видоизменяющиеся ландшафты в ходе активно протекающих антропогенных воздействий.

Современные ландшафты как территориальные комплексы сложились в результате трансформации естественных ландшафтов деятельностью человека. Наиболее заметно при хозяйственном освоении снижается потенциал слабоустойчивых северных ландшафтов и аридных ландшафтов.

В геоэкологических исследованиях выделяется собственно экологический потенциал ландшафта — способность удовлетворять потребности че-

ловека в первичных (не связанных с производством) средствах существования: воздухе, свете, тепле, питьевой воде, источниках пищевых продуктов, а также в условиях трудовой деятельности, отдыха, духовного развития. Экологический потенциал ландшафта может быть низким как по природным свойствам (Крайний Север, зона пустынь и др.), так и в результате деградации ландшафта из-за неразумной хозяйственной деятельности (горные разработки, сплошная урбанизация, гидротехническое строительство и мелиорация и т. п.).

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Вопросы для самоподготовки студентов к практическому, семинарскому занятию

1. Назовите основные причины постоянства важнейших параметров среды на Земле.
2. Почему гидросфера является важнейшим стабилизатором температуры поверхности Земли?
3. Дайте определение понятию «гомеостатические свойства биосферы».
4. Дайте объяснение термину «зональность».
5. Какие природные комплексы выделяют в пределах географической оболочки?
6. Дайте определение экологического потенциала ландшафта.

Типовые задания для текущего контроля успеваемости

Задания для проверки общепрофессиональных компетенций (ОПК-4)

1. Обоснуйте насколько значимо влияние живого на преобразование окружающей природной среды.
2. Поясните, в какой мере стабильность окружающей среды зависит от эффективной и сложной организации биосферы?
3. Объясните, какие составляющие биосферы определяют ее фундаментальную устойчивость?

Задания для проверки общепрофессиональных компетенций (ОПК-7)

1. Объясните, в чем заключаются экологические функции живого вещества?
2. Объясните, в чем заключаются почвенно-элювиальная, водоочистная и водорегулирующая функции живого вещества?

3. Поясните, чем вызвано современное состояние дестабилизации биосферы?

2.2. СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ГЛОБАЛЬНЫЕ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ

Учебные вопросы

1. Современные концепции взаимоотношения человека, общества и природы.
2. Основные социально-экономические факторы состояния экосферы.
3. Основные классы и типы антропогенных ландшафтов.
4. Несущая способность (потенциальная емкость) территории.

Тезисы ответов

1. Современные концепции взаимоотношения человека, общества и природы

В истории взаимоотношений человека, природы и общества выделяются три основных этапа:

1. Ручное производство с применением естественных источников энергии. Первый этап связан с так называемой «неолитической революцией», в ходе которой человечество научилось использовать огонь и орудия воздействия на природу, позволившие менять среду обитания. Этот период длился около 5 тысяч лет. В это время осуществлялся постепенный переход от присваивающего хозяйства (собирательство и охота) к производящему (земледелие и скотоводство). Необходимость освоения новых площадей под земледелие и скотоводство приводила к необходимости широкомасштабной и интенсивной вырубке лесных массивов и использованию подсечно-огневого способа земледелия.

2. Машинное производство с применением искусственных источников энергии. Второй этап взаимодействия человека и природы связан с промышленной революцией XVIII–XIX вв. и характеризуется переходом к машинному производству с применением техники искусственных энергоносителей (пар, затем электроэнергия). Благодаря этому интенсивно развивались металлургия, фабричное производство, механический транспорт. Расширение площадей под земледелие и скотоводство, вызванное ростом

народонаселения, сопровождалось опустыниванием одних территорий и освоением новых. Развитие горного дела и металлургии связано с интенсивными вырубками лесных массивов (лес расходовался на производство древесного угля, использовался в качестве крепежного и строительного материала). В дальнейшем древесный уголь был заменен на каменный, и это вновь потребовало расширения горнодобывающей промышленности. Спустя некоторое время для получения тепловой энергии стали использовать каменный уголь, а затем жидкие горючие ископаемые. Таким образом, в этот период в отношении природы человечеством был совершен новый качественный переход от «эксплуатации» только ее поверхности к «эксплуатации» в значительных масштабах недр Земли.

3. Автоматизированное производство с применением искусственных способов переработки и использования информации. Третий этап, начавшийся в первой четверти XX в., связан с современной научно-технической революцией. Он характеризуется преобразованием производительных сил на основе превращения науки в ведущий фактор развития производства. Это развитие атомной энергетики и атомной промышленности, поиск нетрадиционных источников энергии, развитие химической промышленности, комплексная автоматизация производства, широкое применение информационно-вычислительной и микропроцессорной техники, использование широкого спектра электронных устройств, создание новых видов транспорта и связи, освоение новой лазерной, плазменной и мембранной технологий, развитие биотехнологии, широкое использование Космоса, целенаправленный поиск месторождений полезных ископаемых и разработка комплекса мер по охране окружающей среды.

Природоохранная концепция. Первая Всемирная конференция ООН по окружающей человека среде, состоявшаяся в 1972 г. в Стокгольме, положила начало созданию международной природоохранной инфраструктуры, именно на ней были провозглашены основные принципы международной экологической политики. Реальные успехи движения за сохранение природы сводятся к разработке и применению разрозненных мероприятий по охране исчезающих видов животных и растений, превращению определенных территорий в заповедники, к сокращению вредных выбросов и отдельных загрязнений. По состоянию на конец 2018 года на территории России 110 заповедников.

Концепция технократического оптимизма. В основе этой концепции лежит представление о неисчерпаемости природных ресурсов и полном господстве человека над природой. Согласно мнению сторонников этой концепции, преобладающая часть, или около 90 % земной поверхности, должна использоваться для производственных нужд человека. Примерно 9 % необходимо отвести под рекреации, создав в них обстановку,

приближающуюся к естественной. И только 1 % надо оставить под заповедники и национальные парки. Фактическое следование этой концепции, привело к разработке: газовых месторождений на Ямале; нефтяных месторождений на шельфе Баренцева моря и Сахалинском шельфе; нефтяных месторождений Западной Сибири, железорудных месторождений Северного Казахстана и юга Западной Сибири; месторождений Курской магнитной аномалии, к строительству целлюлозно-бумажных комбинатов на Байкале и Ангаре и др.

Концепция экологического алармизма (от англ. *alarm* – тревога, страх). Сторонники этой концепции обратили внимание на катастрофические последствия воздействия человека на природу и стали разрабатывать мероприятия и принимать решения для оптимизации системы «природа – общество».

Концепция паритета между природой и обществом – концепция устойчивого развития. В 1987 году в докладе «Наше общее будущее» Международная комиссия по окружающей среде и развитию (МКОСР) уделила основное внимание необходимости «устойчивого развития», при котором «удовлетворение потребностей настоящего времени не подрывает способность будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности». Концепция устойчивого развития появилась в результате объединения трех основных точек зрения: экономической, социальной и экологической. Основное внимание обращено на такие проблемы, как разрушение экосистем, выявление их роли в биосфере, сохранение биоразнообразия экосистем, развитие биосферы и геосфер Земли как единой системы, в их взаимной связи и действии. Появились исследования по экологической безопасности как части национальной и глобальной безопасности.

2. Основные социально-экономические факторы состояния экосферы

Воздействие социально-экономических процессов на экосферу зависит от трех основных групп факторов: населения, потребления и технического прогресса. Каждая из этих групп состоит, в свою очередь, из многих более конкретных факторов.

Рост численность населения Земли как геоэкологический фактор. Численность населения предопределяет суммарные потребности общества в питании, одежде, жилище, образовании, медицинском обслуживании и других услугах и ресурсах. Это вызывает значительное антропогенное давление на многие природные системы и их деградацию,

возрастающее расходование естественных ресурсов и, как следствие, многочисленные и серьезные геоэкологические проблемы.

Рост потребления природных ресурсов как геоэкологический фактор. Чем выше темп роста численности населения, тем сильнее нагрузка на поверхностные оболочки, тем интенсивнее потребление природных ресурсов Земли, что ведет к их быстрому истощению. Томас Р. Мальтус (1766–1834) в работе «Опыт о законах народонаселения» (1798) сформулировал два основных положения:

- ✓ рост средств существования значительно отстает от роста численности населения;

- ✓ в силу биологических особенностей население Земли увеличивается в геометрической прогрессии, в то время как средства существования увеличиваются лишь в арифметической прогрессии (рис. 2.4).



Рис. 2.4. Увеличение численности населения Земли и средств существования (Короновский и др., 2013)

Эти факторы взаимосвязаны. Рост темпов потребления природных ресурсов, с одной стороны, обусловлен ростом численности населения, с другой — необходимостью повышения благосостояния населения (рис. 2.5).

Геоэкологическая роль технического прогресса. Под техническим прогрессом следует понимать процессы совершенствования всего комплекса переработки ресурсов и использования систем жизнеобеспечения Земли в промышленности, энергетике, сельском хозяйстве, строительстве и на транспорте. Техника, в этом понимании, оказывает серьезное воздействие на экосферу, отдельные ее компоненты и процессы.

Вместе с тем только с помощью технического прогресса (перехода к новым, менее вредным и более управляемым технологиям) можно решать основные геоэкологические проблемы.

Использование природных ресурсов и систем жизнеобеспечения приводит к геоэкологическим кризисам, когда потребности человека превышают имеющиеся в данный момент ресурсы или когда выбросы продуктов деятельности человека в окружающую среду превышали ее самоочищающую способность.

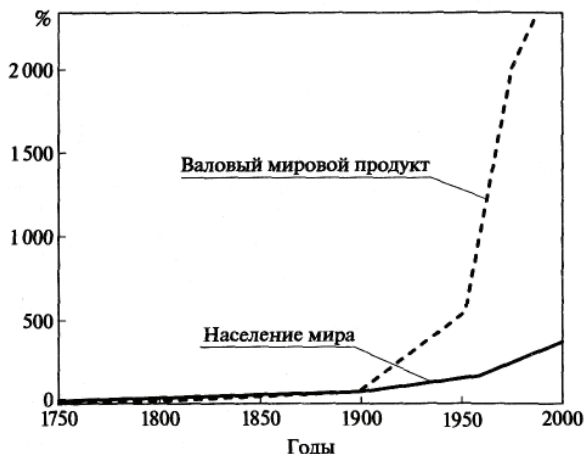


Рис. 2.5. Рост промышленного производства и численности населения мира. Показатели 1900 г. приняты за 100% (Голубев, 2011)

3. Основные классы и типы антропогенных ландшафтов

Современные ландшафты (природно-территориальные комплексы) на интенсивно осваиваемых территориях являются в той или иной степени антропогенными. Выделяют следующие типы антропогенных ландшафтов (по Исаченко, 1991).

1. Условно неизменные (первобытные) ландшафты. В них обнаруживаются лишь слабые следы косвенного хозяйственного воздействия (осаждение техногенных выбросов из атмосферы в Антарктиде, Арктике и высокогорье Западной Европы).

2. Слабо измененные ландшафты, которые подвергаются преимущественно экстенсивному хозяйственному воздействию (охоте, рыбной ловле, выборочной рубке леса), частично затронувшие лишь отдельные компоненты. Основные природные связи нарушены, а изменения имеют обратимый характер.

3. Нарушенные (сильно измененные) ландшафты, подвергшиеся интенсивному воздействию, затронули многие компоненты, приведшие к существенному нарушению структуры (часто необратимые). Для данных ландшафтов типичны негативные процессы: обезлесение, засоление, смыв почв, загрязнение основных геосфер биосферы и др.

4. Культурные ландшафты, в которых структура рационально изменена и оптимизирована на научной основе в интересах общества. Для таких ландшафтов характерна оптимальная среда для жизни людей, которая способствует сохранению здоровья, физическому и духовному развитию.

В практике ландшафтного картографирования применяют таксономическую систему основных типологических единиц антропогенных ландшафтов: класс, тип, вид (Чупахин, 1987).

Совокупность антропогенных комплексов, обусловленных деятельностью человека в какой-либо одной отрасли народного хозяйства, образует классы (лесной, водный, селитебный, рекреационный).

Тип антропогенных ландшафтов представляет взаимосвязанную систему природно-хозяйственных комплексов, которая образуется при определенном конкретном виде хозяйственной деятельности. Например, среди сельскохозяйственного класса антропогенных ландшафтов наиболее распространен полевой тип, среди промышленного класса – карьерно-отвалный и др.

Вид антропогенных ландшафтов составляет природно-хозяйственные комплексы, образование которых обусловлено тем и иным видом хозяйственной деятельности, протекающей в различных ландшафтах. Например, среди полевого типа сельскохозяйственных ландшафтов различают: плакорный черноземно-полевой, пойменный лугово-черноземно-полевой, надпойменно-террасовый черноземно-полевой и др.

4. Несущая способность (потенциальная емкость) территории

Несущая способность (потенциальная емкость) территории любой экологической или природно-ресурсной системы – это количество особей организмов какого-либо вида, которые могут устойчиво существовать неопределенно долгое время.

Соотношение между антропогенным давлением и естественной потенциальной емкостью страны подвижно, оно может меняться в зависимости от изменений и того, и другого фактора.

Основные особенности понятия несущей способности (потенциальной емкости) территории и сводятся к следующему:

- ✓ в применении к человеческому обществу понятие несущей способности в высшей степени междисциплинарно;
- ✓ имеет динамический характер, то есть изменяется во времени. При этом может изменяться как антропогенное давление, так и потенциальная емкость, взаимно влияя друг на друга;
- ✓ несущая способность обычно определяется лимитирующим фактором в исследуемой системе (в простом случае – почвенным плодородием, например, содержанием доступного для растений азота в почве);
- ✓ потенциальная емкость территории может быть увеличена или уменьшена деятельностью человека. Один из путей к ее повышению – эффективное использование ресурсов (например, произвести больше при меньшем использовании ресурсов);
- ✓ восстановление деградировавшей несущей способности намного сложнее и дороже, чем ее предотвращение.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Вопросы для самоподготовки студентов к практическому, семинарскому занятию

1. Какие этапы взаимодействия человека и природы выделяют в истории человеческого общества?
2. Какие существуют группы концепций, отражающие взаимодействие человека, природы и общества?
3. Когда произошла «неолитическая» революция и к чему она привела?
4. Чем характеризовалась «промышленная» революция?
5. Назовите основные типологические единицы таксономической системы антропогенных ландшафтов.
6. Какие крупнейшие месторождения были освоены в процессе господства концепции технократического оптимизма?
7. В чем заключается суть концепции устойчивого развития?

Типовые задания для текущего контроля успеваемости

Задания для проверки общепрофессиональных компетенций (ОПК-4)

1. Обоснуйте, почему происходит увеличение мощи геоэкологических кризисов на современном этапе развития человечества?
2. Объясните, какую роль сыграли масштабные преобразования природы на территории Европы, Азии, США, России?
3. Объясните, в чем заключается суть природоохранной концепции?

Задания для проверки общепрофессиональных компетенций (ОПК-7)

1. Поясните, в чем заключается влияние численности населения на экологические функции геосфер?
2. Обоснуйте, почему рост численности населения мира рассматривается как геоэкологический фактор?
3. Охарактеризуйте главные социально-экономические факторы, влияющие на экосферу.

2.3. КОНЦЕПЦИЯ ЭКОЛОГО-ХОЗЯЙСТВЕННОГО БАЛАНСА ТЕРРИТОРИИ

Учебные вопросы

1. Понятия: «природные ресурсы», «природно-ресурсный потенциал», «ресурсоемкость», «природопользование». Основные принципы рационального природопользования.
2. Методы повышения ресурсной продуктивности на основе концепции анализа экоэффективности (MIPS-анализ от англ. *Material Input Per Unit Service or Utility*).
3. Методические подходы к геоэкологическому анализу эколого-хозяйственного состояния и баланса территории.

Тезисы ответов

1. Понятия: «природные ресурсы», «природно-ресурсный потенциал», «ресурсоемкость», «природопользование». Принципы рационального природопользования

Природные ресурсы – вещественные и энергетические компоненты природы (вещества, процессы, явления и природные объекты), которые используются или могут быть использованы для удовлетворения различных потребностей общества и общественного производства при данном уровне развития производительных сил.

Природные ресурсы экосферы подразделяются на невозобновляемые (полезные ископаемые), возобновляемые (в основном биологические) и «неисчерпаемые» (энергия Солнца, вода, воздух, тепло недр и др.) (рис. 2.6).



Рис. 2.6. Основные виды природных ресурсов (Короновский и др., 2013)

К этой же последней категории могут быть отнесены и такие системы жизнеобеспечения, как глобальные биогеохимические циклы основных элементов, глобальный гидрологический цикл, циркуляция атмосферы и океана, процессы синтеза-деструкции органического вещества и пр. Это весьма условное деление. Границы между категориями ресурсов размыты. Эти границы относительно с точки зрения времени. Например, минеральные ресурсы и почвы продолжают создаваться и эволюционировать и в наше время. Вода, в целом возобновляемый ресурс, может быть при определенных обстоятельствах невозобновляемым ресурсом.

Современная промышленность и энергетика основываются в основном на использовании невозобновляемых ресурсов, а именно полезных ископаемых, подразделяемых на три основные группы: горючие ископаемые (нефть, газ, уголь и др.), металлы (железо, алюминий, медь и пр.) и неметаллическое минеральное сырье (соединения серы, фосфора, поваренная и другие соли и пр.). Первая группа относится также к категории уничтожаемых ресурсов, а две другие группы – к категории рассеиваемых ресурсов.

Рост добычи полезных ископаемых в мире приводит к возникновению геоэкологических проблем, связанных:

- ✓ с возможным глобальным кризисом вследствие нехватки тех или иных минеральных ресурсов;
- ✓ с включением новых, антропогенных потоков в глобальные циклы вещества и энергии, что значительно изменяет системы жизнеобеспечения экосферы.

Природно-ресурсный потенциал – максимальное количество природных ресурсов, которое общество может использовать без подрыва своего существования и последующих поколений.

Ресурсоемкость – показатель, отражающий размеры изымаемых из природы веществ (воды, воздуха, минеральных, топливно-энергетических ресурсов) и энергии за единицу времени.

Природопользование – сфера общественно-производственной деятельности, направленная на удовлетворение потребностей человека с помощью природных ресурсов; научное направление, изучающее принципы рационального использования природных ресурсов, в том числе и анализ антропогенных воздействий на природу, их последствий для человека.

Рациональное природопользование – комплексное, экономически эффективное и неистощительное использование природных ресурсов в сочетании с требованиями охраны окружающей среды и экологической безопасности. Принципы рационального природопользования и охраны окружающей среды закреплены в Федеральном законе от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ (ред. от 03.07.2016) «Об охране окружающей среды» и включают введение обязательного учета емкости природной среды, соответствия развития производительных сил потенциальным возможностям природы (рис. 2.7).

Основные группы методов управления в сфере природопользования:

- ✓ административное регулирование (установление и соблюдение нормативных стандартов и ограничений, за пределы которых не разрешается выходить и осуществление непосредственных мер административного воздействия);

- ✓ система экономических рычагов (платы и налоги на загрязнение, субсидии и др.);

- ✓ использование рыночных отношений (общество определяет допустимые масштабы загрязнения, после чего разрешения на выброс распределяются (распродаются) между отдельными предприятиями).

К числу геоэкологических инноваций относятся следующие управленческие инструменты:

- ✓ методы повышения ресурсной продуктивности на основе концепции анализа экоэффективности, или MIPS (от англ. *Material Input Per Unit Service or Utility*)-анализа;

- ✓ модель «чистое производство»;

- ✓ международные стандарты экоменеджмента и аудита (ISO 14000, EMAS и др.);

- ✓ маркировка продукции, свидетельствующая о высоком уровне экологической безопасности производства, продукции и геоэкологических услуг.



Рис. 2.7. Схема основных принципов реализации рационального природопользования

2. Методы повышения ресурсной продуктивности на основе концепции анализа экоэффективности (MIPS-анализ от англ. *Material Input Per Unit Service or Utility*)

Концепция экоэффективности (эффективное использование природных ресурсов) включает пять основных принципов (Основы., 2004):

- ✓ акцент на выпускаемую продукцию или оказываемые услуги;
- ✓ ориентация на человеческие потребности и качество жизни;
- ✓ оценка всего жизненного цикла продукта;
- ✓ оценка степени воздействия на экосистемы;
- ✓ учет совершенствования продукции или услуг.

Три ступени развития концепции:

- ✓ повышение эффективности процесса и сокращение издержек производства;

- ✓ разработка новых и лучших продуктов, получение прибыли за счет более эффективного производства;
- ✓ изменение механизмов рынка, сокращение производства материалоёмких продуктов и создание ниши для новых продуктов и услуг, изменение поведения потребителей.

Показатель экоэффективности (*EcoEf*) рассчитывается по формуле:

$$EcoEf = \frac{VA}{PR} \quad (1)$$

где: *VA* (*Value added*) – оценка добавленного экономического результата; *PR* (*Pollution and resources added*) – оценка воздействия на окружающую среду.

Анализ экоэффективности или MIPS-анализ основан на экологической концепции «дематериализации» (одна из разновидностей возможных политик предотвращения загрязнения окружающей среды) (Rithoff, 2002). Достижимый уровень дематериализации может быть измерен в единицах MIPS, равных материальному входу на единицу выпускаемой продукции или оказываемой услуги:

$$MIPS = \frac{MI}{S} \quad (2)$$

где: *MI* – сумма всех входящих материальных потоков, включая те материалы, которые требуют энергии для своего производства, ед. массы; *S* – выпускаемая услуга, размерность различна в зависимости от вида услуги или продукта.

Параметр MIPS показывает, какое количество природных ресурсов, начиная от их извлечения из биосферы, используется для получения данного продукта или услуги. Ресурсы, потребляемые во время производства, использования и рециклинга отходов производства, пересчитываются с помощью специальных переводных коэффициентов или МП-чисел, в количество используемых природных ресурсов. Рассчитывают МП-числа для любых сложных продуктов и услуг. Для этого необходимо иметь информацию о составе продукта, о затрачиваемой на его производство энергии, об объеме образующихся во время производства отходов. Размерность МП-чисел: т/т, кг/кг, для энергоносителей: кг/МВт-ч, для транспорта: кг/т-км. МП-числа для основных природных материалов различны, например, для дерева – 1,2 кг/кг; для первичного алюминия – 85 кг/кг, для вторичного алюминия – 3,5 кг/кг, для большинства искусственных материалов – около 5 кг/кг.

В концепции MIPS анализа различают пять категорий материальных входов (Гофман и др., 2012):

- ✓ абиотические ресурсы: минеральные вещества (в том числе: руда, песок, гравий, сланцы, гранит), ископаемое топливо (уголь, нефть, природный газ);

- ✓ биотические ресурсы: биомасса дикой природы (растения, животные), искусственно выращенная растительная биомасса, домашние животные;

- ✓ перемещение почвы в сельском и лесном хозяйстве: механическое перемещение почвы, эрозия;

- ✓ вода (подразделяется на воду для дальнейшей обработки и для охлаждения): поверхностные воды, грунтовые воды, подземные воды;

- ✓ воздух: горение, химические превращения, физические превращения (изменение агрегатного состояния).

Основные этапы определения MIPS:

- ✓ определение целей, задач и единицы услуги, для которой затем должны быть получены данные о входных материальных потоках;

- ✓ установление всех процессов производства данного продукта (услуги);

- ✓ сбор данных для каждого процесса о входных и выходных материальных потоках;

- ✓ вычисление материального входа от сырья до продукта;

- ✓ вычисление материальных входов от продукта до утилизации;

- ✓ вычисление критерия MIPS;

- ✓ интерпретация результатов.

В международном стандарте ISO 14040–2010 «Оценка жизненного цикла. Принципы и структура» приведена методическая схема осуществления оценки жизненного цикла продукции, основой которой является проведение инвентаризационного анализа входных и выходных потоков природного материала.

MIPS-анализ можно использовать как индикатор сокращения расхода природных ресурсов. Чем больше величина MIPS, тем выше геоэкологическая цена единицы продукции.

3. Методические подходы к анализу эколого-хозяйственного состояния и баланса территории

Концепция эколого-хозяйственного баланса (ЭХБ) территории предполагает сбалансированное соотношение разных видов деятельности и интересов различных групп населения на территории с учетом потенциальных и реальных возможностей природы, что обеспечивает устойчивое

развитие природы и общества, воспроизводство природных (возобновляемых) ресурсов и не вызывает экологических изменений и последствий (Кочуров, 1999; Егоренков, Кочуров, 2005). Алгоритм определения эколого-хозяйственного баланса территории представлен на рис. 2.8.

Для определения ЭХБ территории используются следующие характеристики:

- ✓ распределение земель по их видам и категориям;
- ✓ площадь природоохранных территорий;
- ✓ площадь земель по видам и степени антропогенной нагрузки;
- напряженность эколого-хозяйственного состояния территории;
- ✓ интегральная антропогенная нагрузка;
- ✓ естественная защищенность территории;
- ✓ экологический фонд территории.

Анализ структуры землепользования проводится на основе классификационных единиц земельного кадастра. Для определения степени антропогенной нагрузки (АН) земель вводятся экспертные балльные оценки (табл. 2.2). Каждый вид земель получает соответствующий балл после чего земли объединяются в однородные группы; от минимальной антропогенной нагрузки на землях естественных урочищ и фаций до максимальной АН – на землях, занятых промышленностью, транспортом.

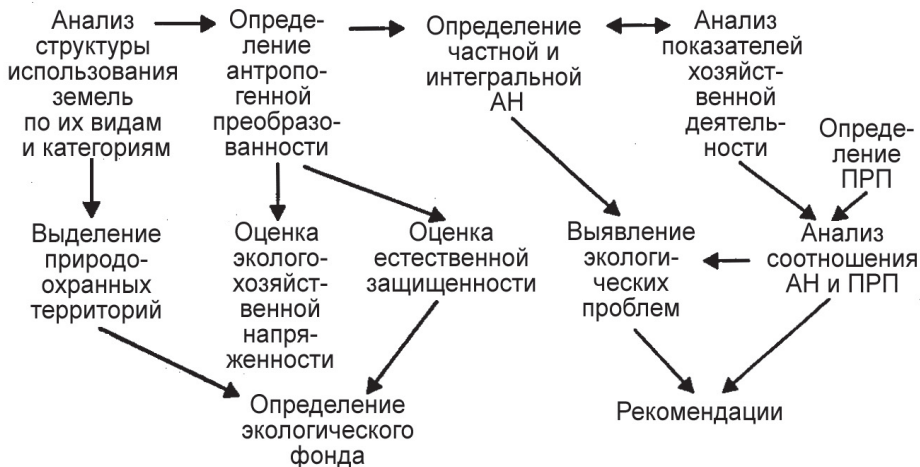


Рис. 2.8. Принципиальная схема определения эколого-хозяйственного баланса территории (Егоренков, Кочуров, 2005)

Классификация земель по степени антропогенной нагрузки
(Егоренков, Кочуров, 2005)

Степень антропогенной нагрузки	Балл	Виды и категории земель
Высшая	6	Земли промышленности, транспорта, городов, поселков, инфраструктуры; нарушенные земли
Очень высокая	5	Орошаемые и осушаемые земли
Высокая	4	Пахотные земли, ареалы интенсивных рубок; пастбища и сенокосы, используемые нерационально
Средняя	3	Многолетние насаждения, рекреационные земли
Низкая	2	Сенокосы; леса, используемые ограниченно
Очень низкая	1	Природоохранные и неиспользуемые земли

Группировка земель по степени антропогенной нагрузки позволяет оценить антропогенную преобразованность территории в сопоставимых показателях. Для этой цели пользуются коэффициентами абсолютной (K_a) и относительной (K_o) напряженности ЭХБ территории, то есть отношения площади земель с высокой АН к площади с более низкой АН.

Коэффициент K_a показывает отношение площади сильно нарушенных горными разработками, промышленностью и транспортом земель (AH_6) к площади неиспользуемых земель (AH_1). Это соотношение крайних по своему значению величин территорий с антропогенной нагрузкой. Понятно, что чем больше площади заповедников, заказников и других природоохранных территорий, тем ниже коэффициент K_a и более благополучно состояние окружающей среды.

$$K_a = \frac{AH_6}{AH_1} \quad (3)$$

Коэффициент относительной напряженности (K_o) в наибольшей степени характеризует Эколого-хозяйственное состояние территории, так как при этом охватывается вся рассматриваемая территория.

$$K_o = \frac{AH_4 + AH_5 + AH_6}{AH_1 + AH_2 + AH_3} \quad (4)$$

Снижение напряженности конкретного региона уменьшает значение обоих коэффициентов, а при K_o , равном или близком к 1,0, напряжен-

естественная защищенность (ЕС) территории, и, соответственно, устойчивость ландшафта.

Уровень естественной защищенности территории также зависит от распределения земель по степени антропогенной нагрузки. Земли, характеризующиеся высокой степенью антропогенной нагрузки, как правило, имеют низкую естественную защищенность. Если принять земли, входящие в экологический фонд с минимальной антропогенной нагрузкой за P_1 , то площади земель с условной оценкой степени антропогенной нагрузки в 2; 3; 4 балла будут составлять, соответственно: $0,8 P_2$; $0,6 P_3$; $0,4 P_4$ (земли с самым высоким баллом АН в расчет не принимаются). Таким образом, можно рассчитать суммарную площадь земель со средо- и ресурсостабилизирующими функциями (Рсф):

$$P_{сф} = P_1 + 0,8P_2 + 0,6P_3 + 0,4P_4 \quad (5)$$

Коэффициент естественной защищенности территории ($K_{ез}$) – отношение площади земель с ресурсостабилизирующими функциями (Рсф) к общей площади исследуемой территории (P_o):

$$K_{ез} = \frac{P_{сф}}{P_o} \quad (6)$$

По результатам исследования в 2003 г. в пределах Московской области коэффициент изменялся от 0,42 до 0,75. Величина $K_{ез}$ менее 0,5 свидетельствует о критическом уровне защищенности территории. В отличие от таких показателей, как лесистость, распаханность и т.п., $K_{ез}$ носит интегральный характер и может быть использован для комплексной оценки территории.

Таким образом, от структуры землепользования зависит, как происходит распределение и перераспределение антропогенных нагрузок по территории и, в конечном счете, устойчивость ландшафтов.

Концепция эколого-хозяйственного баланса территории включает следующие условия (рычаги, механизмы) для перехода страны и ее регионов на сбалансированное и экологически безопасное развитие:

- ✓ проведение организации, устройства и обустройства территории разного административного уровня на ландшафтно-экологической основе;
- ✓ сохранение и поддержание естественных и слабоизмененных ландшафтов, выполняющих важные средо- и ресурсоформирующие функции в полном объеме;

- ✓ рациональное использование и поддержание природного потенциала территории; разумное распределение природно-ресурсной ренты, прежде всего дохода от использования земли и других природных ресурсов;
- ✓ управление, самоуправление и территориальная справедливость;
- ✓ достижение приемлемого качества жизни и продукции и поддержание здорового образа жизни;
- ✓ развитие инновационных процессов в связи с переходом на пост-индустриальное развитие.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Вопросы для самоподготовки студентов к практическому, семинарскому занятию

1. Какие природные ресурсы можно рассматривать как возобновляемые?
2. На каких ресурсах основывается современная промышленность?
3. Дайте определение понятию «экоэффективность».
4. Что понимают под «анализом экоэффективности»?
5. Какие ступени развития выделяют в концепции экоэффективности?
6. Какие составляющие входят в расчет материального входа на единицу продукции?
7. Чем определяются величина МП-числа основных природных и искусственных материалов?
8. Что понимают под экологической емкостью биосферы?
9. Какие характеристики используют для оценки эколого-хозяйственного состояния территории?

Типовые задания для текущего контроля успеваемости

Задания для проверки общепрофессиональных компетенций (ОПК-4)

1. Объясните соотношение двух взаимосвязанных социо-экономических процессов: экономического ущерба от загрязнения окружающей среды и затрат на предотвращение загрязнения.
2. Объясните, как с помощью MIPS-анализа определить расход природных ресурсов?
3. Объясните, в чем заключается суть концепции экоэффективности?

Задания для проверки общепрофессиональных компетенций (ОПК-7)

1. Поясните, почему, чем больше величина MIPS, тем выше «экологическая цена единицы продукции»?
2. Объясните зависимость естественной защищенности (ЕС) территории от площади земель экологического фонда (Рэф).
3. Охарактеризуйте основные группы методов управления в сфере природопользования.

ГЕОСФЕРЫ ЗЕМЛИ И ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА

В этой части пособия будут рассмотрены основные геоэкологические проблемы, развивающиеся преимущественно в отдельных геосферах Земли. Сразу отметим, что все крупные проблемы геоэкологии выходят за рамки одной геосферы, и предложенная систематизация учебного материала по геосферам обусловлена удобством изложения.

3.1. ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ АТМОСФЕРЫ

Учебные вопросы

1. Основные особенности атмосферы, ее роль в динамической системе Земли.
2. Природные и социально-экономические последствия изменения климата.
3. Фоновое загрязнение атмосферы. Глобальные и локальные проблемы загрязнения воздушной среды.
4. Асидификация. Кислотные осадки: источники, распределение, последствия, управление, международное сотрудничество.

Тезисы ответов

1. Основные особенности атмосферы, ее роль в динамической системе Земли

Вопросы строения, состава и особенностей атмосферы как среды обитания детально рассматривались при изучении дисциплин «Учение об атмосфере», «Общая экология» (Гелашвили и др., 2013). В рамках настоящего учебного пособия обратим внимание на основные особенности и функционирование атмосферы в условиях антропогенеза.

Атмосфера – газовая оболочка Земли с содержащимися в ней аэрозольными частицами. Она движется вместе с твердой Землей как единое целое и одновременно принимает участие во вращении Земли. Половина всей массы атмосферы ($5,15 \cdot 10^{15}$ т) сосредоточена в нижнем приземном

слое – 5,5 км. Атмосфера состоит из концентрических слоев, отличающихся своими характеристиками: тропосферы, стратосферы, мезосферы, термосферы, экзосферы и магнитосферы.

Совокупность атмосферных условий данной местности за многолетний период называют локальным климатом. Конкретные типы локальных климатов определяются такими географическими факторами, как широта места, распределение суши и моря, положение места по отношению к океанам, а также его положение в системе общей циркуляции атмосферы, крупномасштабные особенности рельефа, растительный покров, снежный покров и морские льды, океанические течения. Из локальных климатов складываются географически обусловленные климаты на территориях более высоких рангов, вплоть до континентов, океанов и Земли в целом.

В формировании погоды и климата участвуют три основных взаимосвязанных и взаимообусловленных группы атмосферных процессов, называемых климатообразующими: теплооборот, влагооборот и атмосферная циркуляция.

Теплооборот – сумма процессов получения, преобразования, переноса и потери тепла в системе земля-атмосфера. Распределение температуры воздуха зависит от общих условий притока солнечной радиации в зависимости от широты, от расположения суши и моря, по-разному аккумулирующих тепло, и от воздушных течений, переносящих тепловую энергию от одних областей к другим.

Влагооборот – сумма процессов накопления, отдачи и переноса влаги, определяющих особенности увлажнения данного места. Большую роль играют процессы фазовых переходов (испарение или конденсация, таяние или замерзание) влаги в атмосфере и в слое взаимодействия между земной поверхностью и атмосферой.

Атмосфера характеризуется большой подвижностью. Неравномерное распределение тепла в атмосфере приводит к неравномерному распределению атмосферного давления, а от распределения центров повышенного или пониженного атмосферного давления зависят воздушные течения. Закономерная система крупномасштабных воздушных течений на Земле, называется общей циркуляцией атмосферы.

Господствующие в условиях антициклональной погоды нисходящие потоки воздуха приводят к накоплению загрязняющих веществ в приземных слоях атмосферы. Поэтому при одинаковом количестве поступающих веществ загрязнение воздушной среды будет значительно больше в районах с преимущественно антициклональным режимом погоды и меньше там, где преобладает циклоническая деятельность. В циклональном вихре при неустойчивой погоде воздух активно перемешивается, поднимается в верхние слои атмосферы, где и растекается на большие расстояния

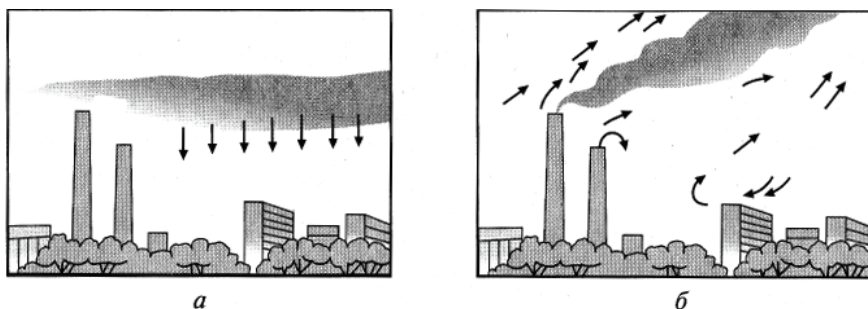


Рис. 3.1. Движение воздушных потоков в антициклоне (а) и в циклоне (б) (Апродов, 1982)

(рис. 3.1). Это приводит к снижению концентрации вредных веществ и к широкому распространению загрязненного воздуха по территории.

Процессы и особенности атмосферы изменяются под воздействием деятельности человека. Локальные изменения состояния природно-территориальных комплексов (ландшафтов), такие как возникновение и развитие городов, оросительных и других сельскохозяйственных систем, антропогенные преобразования пастбищ, возникновение водохранилищ и т.п., ведут к локальным изменениям климата. Крупномасштабные антропогенные изменения поверхности Земли (например, обезлесение, опустынивание, деградация внутренних морей и озер и др.) также обуславливают изменения особенностей теплового и водного режима на больших территориях и акваториях.

Наряду с изменениями физических особенностей атмосферы, происходят антропогенные изменения ее газового состава. В настоящее время химические трансформации в атмосфере приводят к серьезным геоэкологическим проблемам: усилению парникового эффекта, антропогенному изменению климата, нарушению естественного состояния озонового слоя, асидификации, кислотным осадкам, локальному загрязнению атмосферы.

К основным факторам, способствующим *самоочищению атмосферы*, относится продолжительность (число дней) ветра со скоростью более 15 м/сек и осадки с диаметром капель более 5 мм.

2. Природные и социально-экономические последствия изменения климата

Изменяющийся климат оказывает влияние, как на естественные, так и на социально-экономические процессы (рис. 3.2). Всемирной метеорологической организацией (<https://public.wmo.int/en>) и Программой ООН по окружающей среде (<https://www.unenvironment.org/russian>) в целях предо-



Рис. 3.2. Взаимодействие человека и климатической системы www.ipcc.ch

ставления объективных научных данных в 1988 г. была создана Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК) (<https://www.ipcc.ch/>). В 2014 году Межправительственная группа экспертов по изменению климата выпустила Пятый оценочный доклад, в котором с научной точки зрения рассматривается проблема изменения климата. Выводы доклада однозначны: изменение климата реально, и человеческая деятельность является основной его причиной. В результате изменения глобальных климатических показателей – среднегодовых температур и влажности, произойдут соответствующие изменения ландшафтов суши, повысятся или снизятся скорости денудации и выветривания, видоизменяются ландшафты Мирового океана, расширятся или сузятся шельфы, произойдут существенные изменения в области сельского хозяйства.

Изменения ландшафтов суши. В средних широтах повышение температуры на 1–3,5 °С, эквивалентно смещению изотерм на 150–550 км по широте в сторону полюсов и на 150–550 м по высоте. В соответствии с этим возможно перемещение растительных экосистем. Предполагается, что скорость изменения климата будет выше, чем способность некоторых

видов мигрировать в благоприятные для жизнедеятельности места. В результате перемещения климатических областей и зон могут исчезнуть некоторые типы лесного покрова. Отдельные компоненты растительных биоценозов будут перемещаться с различной скоростью. Ввиду такого неравномерного и избирательного процесса могут возникнуть новые комбинации и ассоциации видов и сообществ, которые создадут неизвестные ранее экосистемы. Леса умеренного пояса потеряют части видов при сопутствующем увеличении эмиссии углекислого газа, образующегося при окислении отмирающей биомассы.

Некоторые элементы ландшафтов (тундровые и лесотундровые) при потеплении климата могут исчезнуть навсегда. Изменятся глубина и площадь распространения сезонной мерзлоты (рис. 3.3), вследствие уменьшения продолжительности зимних сезонов сократятся площади распространения сезонного снежного покрова.

Континентальные ландшафты Северного полушария сдвинутся в сторону полюса, и при этом произойдет их сильная трансформация. Частичная деградация многолетней и сезонной мерзлоты повлияет на увеличение эмиссии углекислого газа, что, в свою очередь, приведет к перестройке процессов эмиссии метана в атмосферу.

Относительно ледниковых покровов Антарктиды и Гренландии единого мнения нет. Одни ученые считают, что в ближайшие сто лет их площадь, а возможно, и объем не изменятся, другие, наоборот, предсказывают значительное их сокращение.

Пустынные ландшафты окажутся более аридными вследствие значительного повышения температуры воздуха по сравнению с количеством осадков.

Изменения в области Мирового океана. В первую очередь увеличение температур приведет к некоторому повышению уровня моря и изменению поверхностной и глубинной циркуляции вод океана, что повлияет на распределение, объем питательных веществ и биологическую продуктивность. Возросший объем океанских вод и высокие температуры будут способствовать накоплению карбонатов, что приведет к усиленному изъятию из атмосферы углекислого газа.

Изменение уровня океана зависит от:

- ✓ гидрометеорологических факторов, напрямую влияющих на испаряемость и количество атмосферных осадков;
- ✓ тектонических факторов, определяющий форму и объем ложа Мирового океана;
- ✓ экзогенных факторов (в частности геоморфологических: аккумуляция наносов в устьях рек, эстуариях, лиманах и заливах, эрозия берегов).

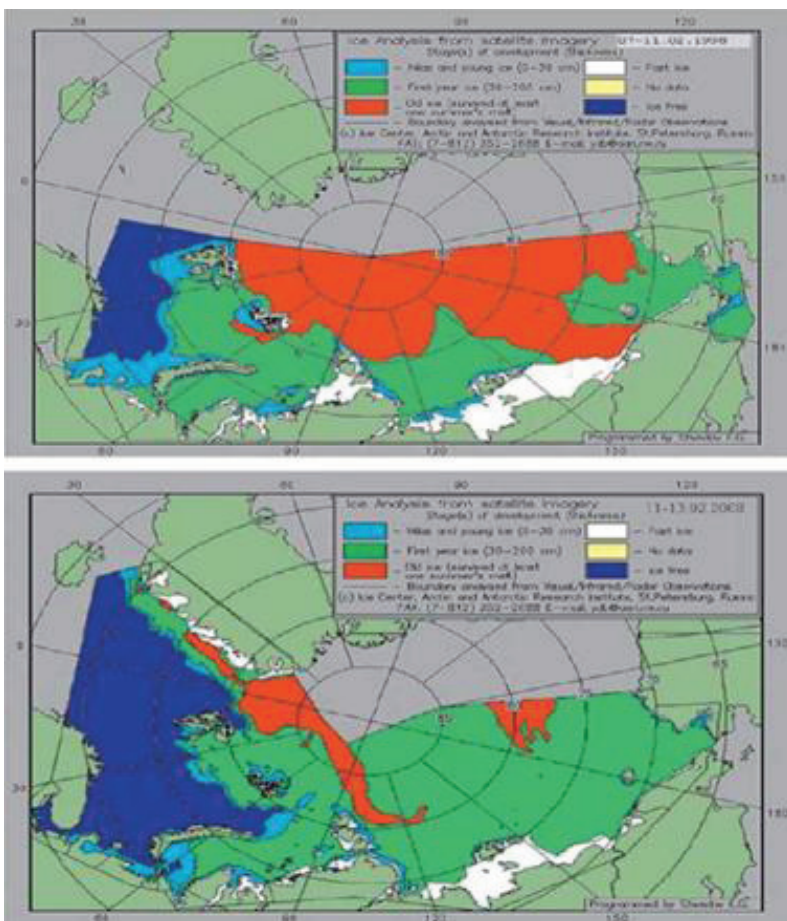


Рис. 3.3. Динамика ледового покрова сибирских морей (данные на февраль 1998 и 2008 гг.) Зеленый цвет – однолетние льды; оранжевый цвет – многолетние льды; синий цвет – территории без ледяного покрова (Алексеев, 2009, www.climatechange.ru)

Водные ресурсы. Изменения климата приведут к интенсификации глобального гидрологического цикла и вызовут заметные региональные изменения. Относительно небольшие изменения климата могут вызвать нелинейные изменения суммарного испарения и влажности почвы, что приведет к относительно небольшим видоизменениям стока, особенно в аридных районах. В отдельных случаях при увеличении среднегодовой температуры на 1–2 °C и сокращении общего количества атмосферных

осадков на 10 % среднегодовой сток сократится примерно на 40–70 %. Это потребует значительных капиталовложений для приспособления водного хозяйства к изменившимся условиям. Особенно большие проблемы возникнут в тех регионах, где водопотребление значительно, и в регионах с сильным загрязнением вод.

Сельское хозяйство. Климатические воздействия на агросистемы будут весьма сложными и неоднозначными. Ввиду увеличения концентрации углекислого газа возрастут объем и скорости фотосинтеза и как следствие этого – урожайность. Урожай сельскохозяйственных культур возрастет также из-за вовлечения в сельскохозяйственный оборот новых земель. В районах, где земледелие лимитируется притоком теплого воздуха, например в России и Канаде, вероятность увеличения урожая возрастет. В аридных районах изменение климата отразится неблагоприятным образом. Потребности в воде для орошения будут сильно конкурировать с другими потребителями водных ресурсов – промышленностью и коммунальным хозяйством. Более высокие температуры воздуха будут способствовать ускорению естественного разложения органического вещества почвы, снижая ее плодородие. Вероятность распространения вредителей и болезней растений увеличится.

В целом прогнозируется, что общемировой уровень производства продуктов сельского хозяйства может быть сохранен на современном уровне, но региональные последствия будут варьировать в широких пределах. Общая картина мировой торговли продуктами сельской хозяйства вследствие глобального изменения климата может существенно измениться.

С ожидаемыми изменениями климата связаны и значительные изменения, касающиеся *здоровья людей, гидроэнергетической промышленности, транспорта, лесотехнической, металлургической, машиностроительной, горнодобывающей и других отраслей промышленности.*

3. Фоновое загрязнение атмосферы. Глобальные и локальные проблемы загрязнения воздушной среды

Загрязнение атмосферного воздуха – характерный пример геоэкологической универсальной проблемы, встречающейся как на локальном, так и на региональном уровне, но при определенных обстоятельствах она способно охватить целый континент и перерасти в глобальную проблему.

В настоящее время фоновое загрязнение отдельными элементами и соединениями охватывает целые континенты. К числу загрязнителей относятся парниковые газы, оксиды азота, серы и некоторые другие газообразные соединения.

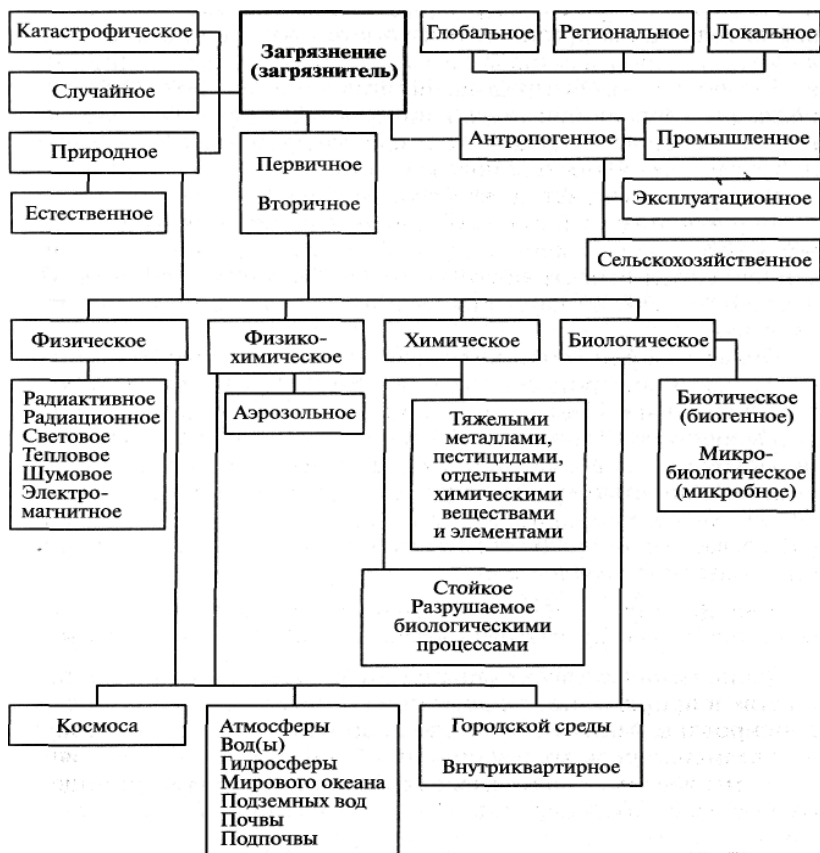


Рис. 3.4. Основные загрязнители геосфер (Реймерс, 1990)

На постепенно возрастающее накопление парниковых газов в результате хозяйственной деятельности человека наложилось крупные локальные загрязнения воздуха. Ему оказались подвержены крупные промышленные центры и городские агломерации. Проблема загрязнения крупных промышленных центров, возникшая в 60-е годы XX века, прямо влияет на здоровье людей и состояние селитебных и пригородных экосистем.

Одна из классификаций видов загрязнения окружающей среды, опасных для человека и всей живой природы, представлена на рис. 3.4, где сведены вместе несколько подходов:

✓ загрязнение можно различать по масштабу: локальное, региональное или глобальное. Эти варианты различаются не только размерами территории или акватории, подвергшейся загрязнению, но и системами от-

ветных мер, направленных на предотвращение загрязнения или ликвидацию его последствий;

✓ антропогенное загрязнение на практике подразделяют на промышленное и сельскохозяйственное. В первом случае источник загрязнения, как правило, ясно локализован, а во втором случае загрязнение часто дисперсное, рассредоточенное, например пестициды и минеральные удобрения, равномерно распределенные на обширных полях, или выхлопные газы автомобилей;

✓ загрязнение бывает первичным или вторичным (рис. 3.5). Под первичным загрязнением понимаются исходные вещества, поступившие в окружающую среду, а под вторичным – производные от исходных веществ (продукты реакции с другими веществами, либо в результате взаимодействия между собой, либо естественного распада);

✓ загрязнение принято подразделять на физическое, химическое и биологическое (на схеме выделено еще физико-химическое), что соответствует разным способам их изучения;

✓ удобно различать загрязнение по основным средам обитания организмов: атмосфера, гидросфера (с подразделением на пресные и соленые воды), педосфера.

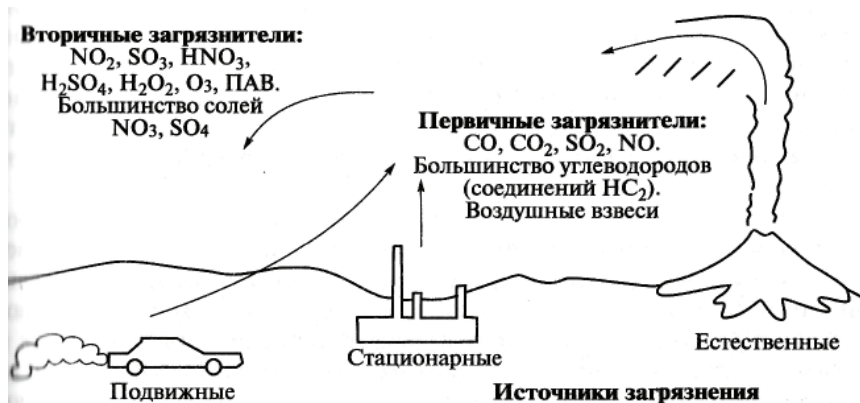


Рис. 3.5. Основные загрязнители атмосферы (Миллер, 1993)

В таблице 3.1 представлены основные отходы производства, характерные для главных секторов промышленности. К ним относятся разнообразные твердые отходы (древесина, металлический лом, строительный мусор, бумага, стекло и др.).

Таблица 3.1

**Основные загрязняющие вещества, образующиеся
в процессе промышленного производства**
(Бэклунд и др., 1996, цит. по Марфенин, 2012)

Отрасль	Основная продукция	Основные загрязняющие вещества
Добыча полезных ископаемых	Бурый уголь, каменный уголь, металлические руды, минералы, соль	Твердые отходы, тяжелые металлы, соль, пыль
Энергетика	Электричество, пар	Зола, пыль, SO ₂ , NO _x , ПАУ, тяжелые металлы, диоксины
Целлюлозно-бумажная	Целлюлоза, бумага, картон	Кислородпоглощающая органика и хлорорганика, включая диоксины
Металлургия	Чугун, сталь, алюминий, хром, никель	Тяжелые металлы, SO ₂ , NO _x , диоксины
Металлообработка	Различные изделия из металла	Твердые отходы, тяжелые металлы, растворители, масла
Производство минеральных соединений	Цемент, известь, диоксид титана, соль	Пыль, кислоты, соли, тяжелые металлы
Химическая промышленность	Основные химические соединения, удобрения, нефтепродукты	NO _x , SO ₂ , твердые отходы, тяжелые металлы
	Пластмассы, резина, фармацевтические препараты, пестициды	Сложные смеси химических соединений
Пищевая промышленность	Пищевые продукты, сахар	Кислородпоглощающая органика, P, N

Примечание: ПАУ – полициклические ароматические углеводороды группы циклических углеводородов, основу которых составляют бензольные кольца. Они содержатся в каменноугольных смолах, битумах, минеральных и сланцевых маслах, в бытовой саже. Обладают канцерогенным эффектом, т. е. способны провоцировать развитие рака. Поступают в воздух при производстве кокса, чугуна, алюминия, стали, газификации угля. К ПАУ относится и бенз(а)пирен, обладающий ярко выраженной канцерогенной активностью.

Разнообразие органических токсикантов представлено в табл. 3.2.

Таблица 3.2

Характеристика основных типов органических экотоксикантов

(Петросян, 2001, цит. по Марфенин, 2012)

Токсиканты	Основные источники	Типы химических стрессов
Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ)	Образуются при неполном сгорании древесины, угля и нефтепродуктов	Возникновение раковых опухолей
Хлорзамещенные алкены (три- и тетрахлорэтилены)	Химчистки, использующие эти вещества в качестве растворителей	Канцерогенез, мутагенез и воздействие на центральную нервную систему
Хлорированные фенолы (три- и пентахлорфенолы)	Коммерческие средства сохранения древесины	Повреждения печени и почек, хлоракне, паралич конечностей, влияние на сердце и слизистые оболочки
Хлороформ и другие продукты хлорирования питьевой воды	Использующие хлорирование станции водоподготовки	Обуславливают канцерогенез, негативно влияют на печень и сердце
Полихлорированные бифенилы (ПХБ)	Трансформаторные и смазочные масла, пластификаторы	Накапливаются в жировых тканях биоты и вызывают токсическое действие
Полихлорированные дибензодиоксины (ПХДД) и дибензофураны (ПХДФ)	Микропримеси в ПХБ, хлорфенолах, продуктах сгорания ПВХ и отбеленной целлюлозе	Являются самыми токсичными антропогенными веществами
Альдрин, гептахлор, ДДТ, диэльдрин и хлордан	Хлорорганические пестицидные препараты	Растворяются в жировых тканях организмов и аккумулируются в трофических цепях, оказывая токсическое воздействие на биоту и человека

Диоксины – группа полихлорированных дибензодиоксинов, в которую входит более 200 веществ из групп: полихлордибензопарадиоксинов (ПХДЦ), полихлордибензодифуранов (ПХДФ) и полихлордифенилов (ПХДФ). В семейство диоксинов входят сотни хлорорганических, броморганических и смешанных хлорброморганических циклических эфиров. Диоксины являются универсальными клеточными ядами, хорошо раство-

ряются в жирах и накапливаются в организме, токсичны. Период полураспада диоксинов в природе превышает 10 лет. Опасность диоксинов обусловлена их высокой стабильностью, длительным сохранением в окружающей среде и длительным воздействием на живые организмы. С 1980-х гг. диоксины включены в разряд особо опасных глобальных загрязнителей окружающей среды.

Таблица 3.3

Основные типы неорганических экотоксикантов, их источники и обусловленные ими стрессы (Петросян, 2001, цит. по Марфенин, 2012)

Токсиканты	Основные источники	Типы химических стрессов
Газы (CO, NO ₂ , SO ₂)	Выбросы промышленных и энергетических предприятий и автотранспорта	Оксид углерода обуславливает кислородную недостаточность. Диоксиды азота и серы вызывают болезни легких, SO ₂ способствует некрозу листьев
Нитраты и нитриты	Азотные удобрения	Высокие концентрации в питьевой воде вызывают метгемоглобинемию
Алюминий	Сточные воды	При низких значениях pH среды приводит к гибели организмов в водных системах
Кадмий	Производство цинка и сплавов, гальваника и сигареты	Токсичность и канцерогенез
Медь	Кабельное производство, электроника	Токсична при высоких концентрациях
Мышьяк	Пестициды, сплавы, зола	Проявляет токсичность и канцерогенез
Никель	Сплавы, покрытия, аккумуляторы	Вызывает образование раковых опухолей и проявляет общую токсичность
Ртуть	Производство щелочи и хлора, добыча золота, электроника, катализ	Высокотоксична и легко накапливается в организмах, проявляя разрушающее воздействие на внутренние органы и центральную нервную систему
Свинец	Бензин, краски, аккумуляторы, керамика	Токсичен, вызывает анемию и психические расстройства
Селен	Электроника, сплавы, стекло	Довольно токсичен
Хром	Катализаторы, краски, сплавы	Cr(VI) – более канцерогенный и более токсичный, чем Cr(III)
Цинк	Гальваника, сплавы	Токсичен, но меньше, чем приведенные выше металлы

Тяжелые металлы – группа химических элементов, имеющих большую атомную массу, чем железо (Fe) или плотностью более 5 г/см³: кобальт, никель, медь, цинк, кадмий, олово, сурьма, ванадий, свинец, висмут и др. О разнообразии неорганических экотоксикантов дает представление табл. 3.3.

4. Асидификация. Кислотные осадки: источники, распределение, последствия, управление, международное сотрудничество

Асидификация – природный процесс, вызванный антропогенной деятельностью и приводящий к повышению кислотной реакции атмосферы, гидросферы и педосферы.

В естественных условиях атмосферные осадки имеют нейтральную или слабо кислую реакцию ($\text{pH} < 7$). В присутствии углекислого и других природных газов и при температуре 20°C дождевая вода имеет $\text{pH}=5,6$ –5,0. Уменьшение значения pH на единицу соответствует десятикратному повышению кислотности. Максимальная кислотность дождей, зарегистрирована в Западной Европе (Германия, 1976, $\text{pH}=4,0$; Германия, Баварский лес, август 1981, $\text{pH}=3,5$). Кислотные осадки (или «кислотные дожди») – осадки с $\text{pH} < 5,0$.

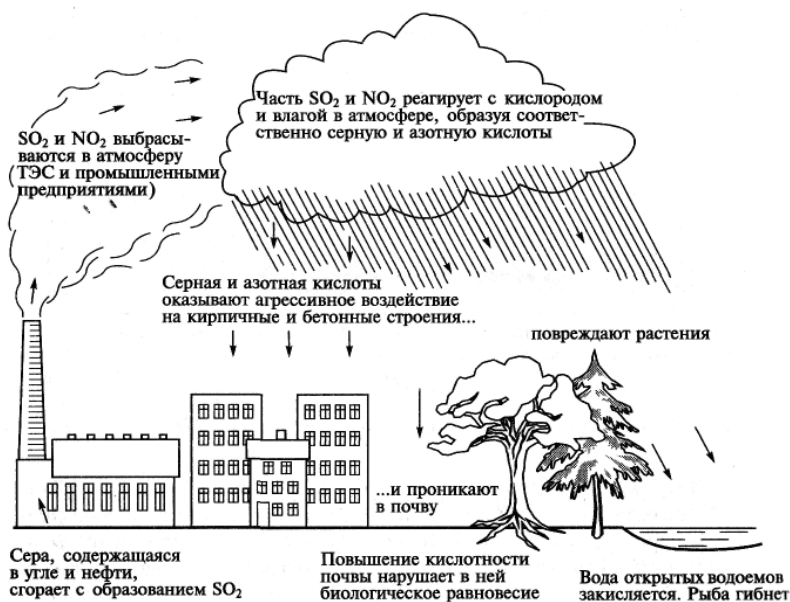


Рис. 3.6. Кислотные дожди: причины их возникновения и вредное влияние (Короновский и др., 2013)

Кислотные осадки бывают двух типов: сухие, выпадающие недалеко от источника их поступления в атмосферу, и влажные (дождь, снег и пр.), распространяющиеся на большие расстояния, соизмеримые с размерами континентов, превращающие проблему кислотных осадков в глобальную геоэкологическую проблему.

Кислотные осадки имеют как естественное, так и антропогенное происхождение (рис. 3.6).

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Вопросы для самоподготовки студентов к практическому, семинарскому занятию

1. Какое строение имеет атмосфера?
2. В чем заключается тепловой баланс атмосферы?
3. В чем состоит роль атмосферы для жизнедеятельности органического мира?
4. Какова роль атмосферы в развитии природных процессов?
5. Каким образом распределяется солнечная энергия в атмосфере?
6. Каким образом распределяется влага в атмосфере?
7. Дайте определение и характеристику понятия «асидификация атмосферы».

Типовые задания для текущего контроля успеваемости

Задания для проверки общепрофессиональных компетенций (ОПК-4)

1. Обоснуйте особенность парникового эффекта в настоящее время.
2. Поясните, какова роль озонового слоя и причины его истощения в настоящее время?
3. Объясните, в чем суть антропогенных изменений атмосферы?

Задания для проверки общепрофессиональных компетенций (ОПК-7)

1. Объясните, в чем заключаются биологические последствия озоновых дыр?
2. Объясните, в чем заключаются эколого-геологическая роль атмосферы?
3. Поясните, где на территории России расположены регионы с высокой степенью загрязнения атмосферы?

3.2. ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ ГИДРОСФЕРЫ

Учебные вопросы

1. Общие сведения о гидросфере, основные особенности Мирового океана.
2. Геоэкологические функции Мирового океана.
3. Геоэкологические последствия антропогенного воздействия на гидросферу суши.
4. Процессы асидификации и эвтрофикации водных объектов.

Тезисы ответов

1. Общие сведения о гидросфере, основные особенности Мирового океана

В науках о Земле под гидросферой подразумевают прерывистую поверхностную оболочку, состоящую из воды морей и океанов, поверхностных водоемов суши, временных и постоянных водотоков, твердой воды в виде снега и льда. Наряду с поверхностной существует и подземная гидросфера, к которой относятся грунтовые и подземные, в том числе артезианские воды. Водой покрыто почти 3/4 земной поверхности (рис. 3.7). В Мировом океане содержится 94,96 % общего объема гидросферы. Гидросфера играет важнейшую роль в терморегуляции планеты. Мировой океан является глобальным аккумулятором теплоты. Он трансформирует



Рис. 3.7. Распределение вод на Земле (Короновский и др., 2013)



Рис. 3.8. Глобальный круговорот воды (Короновский и др., 2013)

солнечную энергию, аккумулирует ее, а при необходимости, медленно охлаждаясь, отдает часть теплоты в атмосферу.

Гидросфера вместе с атмосферой являются решающими факторами в почвообразовании и формировании растительного покрова Земли и, следовательно, обуславливают ландшафтный облик планеты.

Основная масса воды на Земле – соленая, на ее долю приходится 97,5 %. На долю пресной воды остается только 2,5 %. На суше основная масса воды сосредоточена в подземных водах, что составляет 4,12 % всех запасов, а в ледниках законсервировано 1,65 % вод Земли. Благодаря своей высокой отражательной способности (альбедо) ледники являются одним из важнейших современных климатообразующих факторов.

Реки – важнейший компонент гидросферы, характеризующийся высокой скоростью водообмена. Суммарный запас воды в реках Земли составляет всего 0,0002 % общих запасов воды. Реки не только один из важнейших эрозионных, транспортирующих и аккумулятивных геологических факторов, но и один из основных природных резервуаров воды, ресурс которых используется в сельском хозяйстве, промышленности и для питьевых нужд.

Гидросфера играет важнейшую роль в глобальных процессах обмена веществом и энергией. Вода осуществляет эрозию и денудацию горных пород, перенос вещества во взвешенном или растворенном состоянии и отложение продуктов разрушения в областях аккумуляции (долины и устья рек, озера и морские бассейны).

Важнейшим процессом в экосфере является глобальный круговорот воды, или гидрологический цикл, являющийся основой единства географической оболочки и играющий важнейшую роль в обмене веществом и энергией (рис. 3.8).

Под воздействием солнечной энергии вода испаряется с поверхности морей, океанов и поверхностных водоемов суши. Испарившаяся влага включается в процесс атмосферного влагопереноса. При этом часть влаги вновь выпадает в виде атмосферных осадков над Мировым океаном и континентами. С поверхности континентов вода стекает в виде рек в конечные бассейны стока и по пути, в пределах последних, вновь вовлекается во влагооборот.

Глобальный круговорот воды состоит из океанического и материковых звеньев, взаимосвязанных обменом водяного пара между океаном и сушей и стоком с суши в океан. Преобладающая часть выпадающих на сушу осадков испаряется, а остаток воды стекает в океан, как в форме речного стока, так и в виде стока подземных вод и отрыва ледников в море. Примерно третья часть вод суши не имеет стока в океан, и реки заканчивают свой путь или в озерах, или бесследно исчезают в бессточных впадинах.

Вода обладает весьма высокой растворяющей способностью. Абсолютно чистой, дистиллированной воды в природе практически не бывает. Природные воды весьма разнообразны по составу и концентрациям химических элементов и играют решающую роль в глобальных геологических, геохимических и биогеохимических процессах.

Вода находится в центре взаимосвязей между другими геосферами. В обществе вода – критический фактор многих экономических, общественных, политических проблем. Воды суши выполняют три основные функции, важные с точки зрения геоэкологии:

- ✓ участвуют в глобальных циклах веществ;
- ✓ являются индикаторами состояния экосистем, в особенности бассейнов рек или озер;
- ✓ являются самым употребляемым природным ресурсом.

2. Геоэкологические функции Мирового океана

Разнообразные геоэкологические функции Мировой океан выполняет путем активного взаимодействия водной среды с атмосферой, литосферой, материковым стоком и гидробионтами (рис. 3.9).

В результате взаимодействия с атмосферой осуществляется обмен энергией и веществом, в частности кислородом и углекислым газом. Наиболее интенсивный кислородный обмен в системе океан – атмосфера происходит в умеренных широтах.

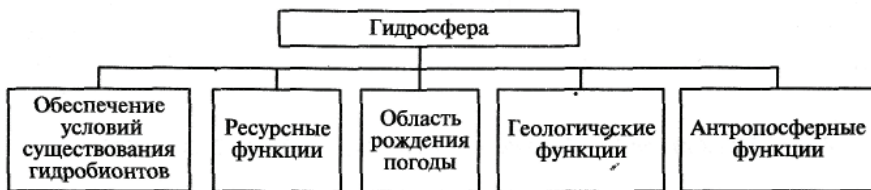


Рис. 3.9. Экологические функции гидросферы (Короновский и др., 2013)

Обеспечение условий существования и эволюции гидробионтов.

Мировой океан обеспечивает жизнь населяющим его организмам. Каждый представитель (планктон, нектон и бентос) развивается в зависимости от температурного, гидродинамического режимов и наличия питательных веществ.

Ресурсные функции. Морская вода независимо от степени ее солености является природным сырьем, которое в разных формах используется человечеством. Часть кинетической и тепловой энергии Мирового океана принципиально доступна для использования в хозяйственной деятельности людей. Кинематической энергией обладают волны, приливы и отливы, морские течения, апвеллинги, поэтому Мировой океан является энергетической базой, которая постепенно осваивается человечеством.

Технологии опреснения морских вод достаточно дороги, тем не менее ряд приморских государств, расположенных в аридных областях и испытывающих дефицит в пресной воде, используют опреснительные энергоемкие установки.

Используются человечеством и биологические ресурсы Мирового океана. К ним относятся рыбы, морские беспозвоночные (двустворчатые, головоногие и брюхоногие моллюски, ракообразные и иглокожие), морские млекопитающие (китообразные и ластоногие) и водоросли.

В число минеральных ресурсов Мирового океана входят твердые, жидкие и газообразные полезные ископаемые, залегающие в прибрежной полосе суши, на дне и в недрах под дном Мирового океана. Основными из них являются прибрежные россыпи титана-магнетита, циркония, монацита, касситерита, самородного золота, платины, хромита, серебра, алмазов, залежи фосфоритов, серы, нефти и газа, железомарганцевых конкреций.

Формирование погоды и экстремальных явлений. Взаимодействие поверхности Мирового океана с атмосферой, подвижной геосферой, приводит к возникновению погодных явлений. Над океанами рождаются циклоны, которые переносят влагу на континенты. В зависимости от места формирования циклоны делятся на тропические и внетропические. Наиболее подвижными являются тропические циклоны, которые нередко

становятся источниками сильных стихийных бедствий (тайфунов и ураганов), охватывающих обширные регионы.

Геологические функции. Динамика вод – одна из составляющих частей экологической функции Мирового океана. Деятельность поверхностных и глубинных течений связана с различным температурным режимом и с характером распределения поверхностных и придонных температур, особенностями солености, плотности и гидростатического давления. Землетрясения, цунами, шторма и сильные волновые перемещения воды участвуют в морской абразии береговых областей. Подводные гравитационные процессы, а также подводная вулканическая деятельность совместно с подводной гидродинамикой формируют рельеф дна Мирового океана.

Антропоферные функции. За счет своих физико-географических особенностей, минерального состава вод, равномерного распределения температур и воздушной влаги Мировой океан выполняет рекреационную функцию. Благодаря бальнеологическим и микроминеральным качествам морские акватории служат прекрасным местом отдыха и лечения людей.

3. Геоэкологические последствия антропогенного воздействия на гидросферу суши

Основные направления использования вод Мирового океана в хозяйственной деятельности человека:

- ✓ в качестве транспортных магистралей;
- ✓ в качестве источника пищевых и минеральных ресурсов;
- ✓ в качестве хранилища твердых и жидких химических и радиоактивных отходов.

Согласно международной практике, примыкающая к суше часть Мирового океана разделяется на территории, обладающие различной государственной юрисдикцией (рис. 3.10). От внешней границы внутренних вод выделяют зону территориальных вод протяженностью 12 миль. (Международная морская миля (International Nautical Mile) равна 1852 м). От нее протягивается 12-мильная прилежащая зона, которая вместе с территориальными водами имеет ширину 24 мили. От внутренних вод в сторону открытого моря простирается экономическая зона шириной 200 миль, являющаяся территорией суверенного права приморского государства на разведку, разработку, сохранение и воспроизводство биологических и минеральных ресурсов. Государство вправе сдавать в аренду свою экономическую зону.



Рис. 3.10. Экономические зоны Мирового океана (Короновский и др., 2013)

В настоящее время происходит интенсивное освоение экономической зоны Мирового океана. Ее площадь составляет около 35 % площади акватории всего Мирового океана. Эта территория испытывает максимальную антропогенную нагрузку со стороны приморских государств.

Антропогенное воздействие на гидросферу суши, в том числе на подземные воды разнообразно (рис. 3.11). В России 35 % всей потребляемой воды из природных поверхностных источников расходует промышленность; 26 % – сельское хозяйство; 24 % – теплоэнергетика. На коммунальное хозяйство расходуется около 4 % воды, на рыбное – 1 %. На долю подземных вод приходится около 10 % общего водопотребления.

Развитие промышленности и необходимость орошения земель, растущие потребности в чистой питьевой воде привели к геоэкологическим проблемам:

- ✓ истощению запасов и понижению уровня воды в поверхностных водоемах;

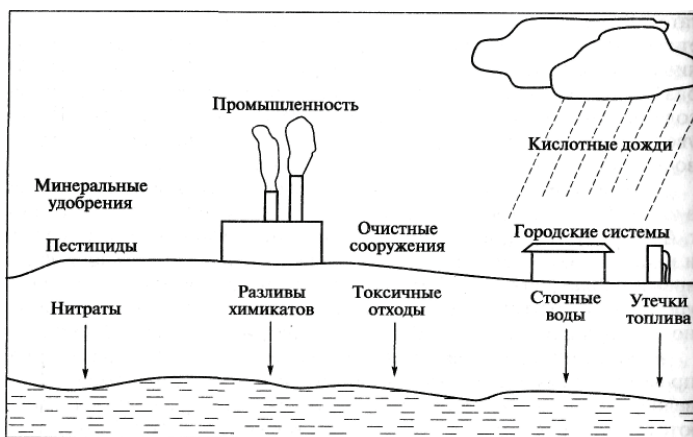


Рис. 3.11. Источники загрязнения поверхностных и подземных вод (Короновский и др., 2013)



Рис. 3.12. Распределение отраслей промышленности по производимым сбросам загрязняющих сточных вод (Протасов, 2011)

- ✓ изменению качества вод, вызванному загрязнением промышленными и сельскохозяйственными стоками (рис. 3.12), нефтепродуктами, тяжелыми металлами и радиоактивными соединениями;
- ✓ термическому загрязнению водоемов;
- ✓ изменению режима рек и масштабов эрозионно-аккумулятивной деятельности; сейсмической активности искусственных водоемов;
- ✓ истощению биологической продуктивности водоемов;

✓ изменению уровня подземных вод, истощению их запасов и ухудшению качества.

Основные типы проблем, связанных с загрязнением различных водных объектов, представлены в таблице 3.5.

Таблица 3.5

Основные проблемы качества воды (Голубев, 2011)

Водный объект	Проблемы качества воды	
	Специфические для водного объекта	Всеобщие
Реки	Патогены	Тяжелые металлы
	Органические вещества	
	Взвешенные вещества	
	Асидификация	
Озера и водохранилища	Эвтрофикация	Органические микрозагрязнители
	Асидификация	
Подземные воды	Повышение минерализации	
	Повышение концентрации нитратов	

4. Процессы асидификации и эвтрофикации водных объектов

Все биологические процессы в водоемах и речных системах полностью зависят от величины pH. Кислотно-нейтрализующая способность поверхностной воды отражает относительные пропорции положительных (катион) и отрицательных (анион) ионов, поступающих в воду из атмосферы, почвы, горной породы и коренные породы. Чем выше кислотно-нейтрализующая способность поверхностного водоема, тем он менее восприимчив к асидификации (<https://www.epa.gov/roe>).

Причины закисления озер:

- ✓ замена естественных слабых кислот более сильной серной кислотой;
- ✓ поступление азотных соединений;
- ✓ извлечение наиболее подвижных фракций гумусовых кислот из водосборных почв и водно-болотных угодий.

Развитие водорослей и микропланктона, распад микроорганизмов, нитрификация и денитрификация наиболее энергично протекают при pH = 6–8. Степень изменения флоры и фауны в водных экосистемах – важный индикатор асидификации и им пользуются в качестве биоиндикатора. Установлено, что в озерах Канады ракообразные, насекомые, неко-

торые водоросли и зоопланктон исчезают уже при $\text{pH} = 6$. При уменьшении pH , т.е. при возрастании кислотности вод, увеличивается подвижность иона алюминия, который оказывает токсичное воздействие на популяции рыб. При снижении pH среды ниже 5,5 количество видов рыб и их численность в озерах и реках сокращаются. Некоторые популяции рыб исчезают при уменьшении pH среды до 5,0 (рис. 3.13).

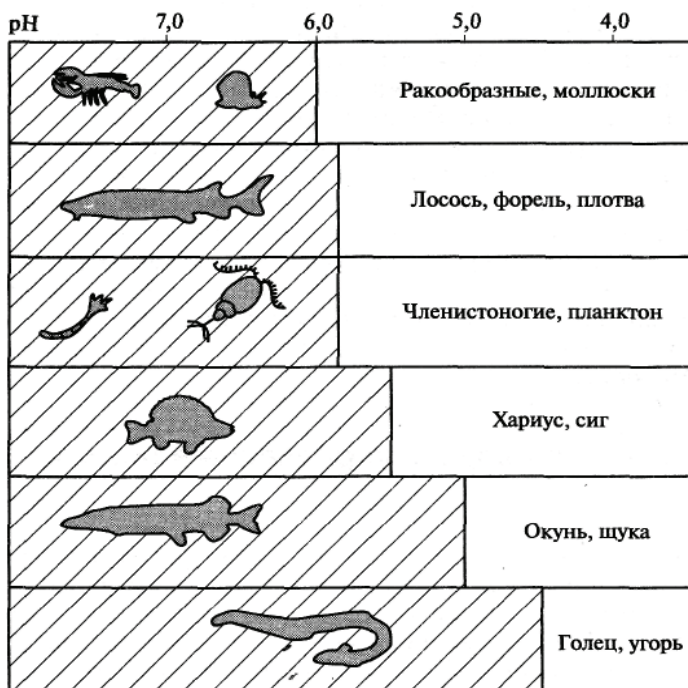


Рис. 3.13. Влияние кислотности вод на выживание организмов (Хотунцев, 2004, с изменениями)

Эвтрофикация водоемов – увеличение биологической продуктивности водоемов вследствие накопления в воде биогенных элементов. Избыточное поступление таких биогенных веществ, как соединения азота, фосфора, в озера, устья рек, водохранилища, а также в морские заливы приводит к необычайно быстрому росту водных растений, в особенности планктонных микроскопических водорослей и макрофитов. За «взрывом» численности фитопланктона «не успевает» питающийся им зоопланктон. Избыток водорослей в конечном итоге приводит к истощению биогенов, и вся масса фитопланктона начинает отмирать. Разложение водорослей сопровождается дефицитом кислорода, выделением токсинов, ароматиче-

ских соединений, бактериальным загрязнением. Различные аэробные беспозвоночные и рыбы погибают при его недостатке (замор). Обилие мертвой органики начинают перерабатывать анаэробные бактерии, выделяя токсичный метан и сероводород.

Антропогенное эвтрофирование – увеличение первичной продукции водоема и связанного с этим изменение ряда его режимных характеристик в результате возрастающей добавки в водоем минеральных питательных веществ (Шилькрот, 1977). Проблема антропогенной эвтрофикации водоемов суши и прибрежных частей морей возникла в конце XX в.

Антропогенные факторы эвтрофирования водных объектов:

- ✓ гидротехническое строительство;
- ✓ сток биогенных и органических веществ из сельскохозяйственных угодий;
- ✓ поступление биогенных и органических веществ из животноводческих комплексов;
- ✓ поверхностный сток городских территорий;
- ✓ сточные воды (канализация, промышленные предприятия);
- ✓ обогащение водоемов за счет атмосферных, загрязненных осадков.

Оздоровление водоемов и освобождение их от дополнительного притока соединений азота и фосфора основаны на увеличении эффективности работы очистных сооружений и сокращении их притока во время проведения сельскохозяйственных работ.

Эвтрофикации способствует высокая температура воды (при которой кислород меньше растворим) и слабое течение. Наиболее предрасположены к эвтрофикации искусственные равнинные, как правило, мелководные водохранилища. Летом они быстро прогреваются. Течение в них почти отсутствует из-за несопоставимо больших размеров водохранилища по сравнению с шириной втекающей и вытекающей реки.

Эвтрофикация приводит к неблагоприятным геоэкологическим последствиям:

- ✓ ухудшается качество воды;
- ✓ снижается рекреационная ценность водоемов;
- ✓ уменьшается число рыбных популяций;
- ✓ массы водорослей блокируют водосбросы, каналы и навигационные пути.

К относительно чистым отнесены водные объекты, бассейны которых характеризуются большой залесенностью, отсутствием крупных промышленных предприятий, регулярного судоходства и молевого лесосплава.

Умеренно загрязненные водные объекты имеют признаки эвтрофирования, что позволяет использовать их как для промышленного, так и для питьевого водоснабжения.

В *загрязненных* водных объектах повышенные концентрации вредных веществ опасны для рыбоводства; для питьевого водоснабжения использование воды ограничено и допустимо лишь для некоторых технических целей.

Грязные и чрезвычайно грязные воды представляют собой по существу стоки промышленных предприятий. Высокая концентрация загрязняющих веществ полностью подавляет самоочищающую способность рек и водоемов.

Водные ресурсы принадлежат к категории возобновляемых ресурсов, если загрязнение вод в результате хозяйственной деятельности не настолько масштабно, что вызывает необратимые качественные изменения природных вод. В целях сохранения природных вод необходимо проводить более тщательную очистку сбрасываемых промышленными предприятиями сточных вод, сокращение процессов поверхностной эрозии, сохранение и создание водоохранных зон лесов.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Вопросы для самоподготовки студентов к практическому, семинарскому занятию

1. Какую роль играет Мировой океан в терморегулировании планеты?
2. В чем заключается глобальный круговорот воды?
3. Каковы особенности Мирового океана?
4. В чем заключаются экологические функции Мирового океана?
5. Какова геологическая роль Мирового океана?
6. В чем заключается ресурсная роль Мирового океана?
7. Какие глобальные и региональные последствия возникли в Мировом океане в результате антропогенной деятельности?
8. Каким образом разграничиваются воды Мирового океана в международной практике?
9. Назовите источники антропогенного загрязнения водоемов.
10. Какие виды загрязнений поверхностных вод вы знаете?

Типовые задания для текущего контроля успеваемости

Задания для проверки общепрофессиональных компетенций (ОПК-4)

1. Обоснуйте опасность последствий загрязнения водной среды.
2. Поясните, какое воздействие на природную обстановку оказывают водохранилища?

3. Объясните, как развиваются процессы асидификации и эвтрофикации?

Задания для проверки общепрофессиональных компетенций (ОПК-7)

1. Объясните, на чем основано управление качеством природных водных ресурсов?

2. Поясните, какие стихийные природные процессы связаны с гидросферой суши?

3. Объясните, каковы особенности загрязнения природных вод в России?

3.3. ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ ПЕДОСФЕРЫ

Учебные вопросы

1. Основные особенности педосферы и ее значение в функционировании системы Земля.

2. Глобальная оценка деградации почв.

3. Ресурсные функции литосферы.

4. Неблагоприятные геодинамические процессы.

5. Особенности геофизических и геохимических аномалий.

Тезисы ответов

1. Основные особенности педосферы и ее значение в функционировании системы Земля

Совокупность почв мира выделяют в особую часть экосферы – педосферу, обеспечивающая плодородие естественных и антропогенных (сельскохозяйственных, лесохозяйственных) экосистем. Почва – многокомпонентная, полифункциональная природная биоэнергетическая и биохимическая система, способная к саморазвитию и саморегуляции, обеспечивающая существование и воспроизводство живых организмов (Ковда, 1973). Почва – биокосное вещество (Вернадский, 1926), с переплетающимися, сложнейшими биологическими, химическими и физическими процессами. Эти процессы зависят от природных условий конкретной территории, подчиняются определенным географическим законам, что

приводит к формированию генетически обусловленных, зональных типов почв, классификация которых была предложена В.В. Докучаевым (1899–1900).

Почва тесно связана с элементами геосфер в каждом ландшафте, она играет определяющую роль почвы в производстве первичной биологической продукции как основы ряда возобновляемых природных ресурсов и главного источника питания человечества. Почва выполняет активную роль в глобальных биогеохимических циклах веществ и глобальном круговороте воды. При этом вода также образует и переносит почвенные растворы, активно участвуя в процессах почвообразования. Верхняя часть литосферы, подверженная процессам выветривания, является источником минеральных компонентов в почве.

Таким образом, почва может рассматриваться как природное тело, как динамическая система и как компонент ландшафта.

Основные функции почвы (Ковда, 1973):

- ✓ биоэкологическая (размещение и функционирование живого вещества);
- ✓ биоэнергетическая (преобразование солнечной энергии, аккумулярованной в гумусе и других органических веществах, в биомассу);
- ✓ фиксация азота и образование белков;
- ✓ активный агент в глобальных биогеохимических циклах основных химических элементов;
- ✓ преобразование подстилающих кристаллических пород в измельченные фракции (выветривание);
- ✓ гидрологическая (активный водообмен между геосферами);
- ✓ метеорологическая (вклад в формирование состава и режима атмосферы).

Большая часть проблем геоэкологии так или иначе связана с педосферой. Химические изменения атмосферы и вытекающие отсюда последствия зависят от участия почвы в глобальных биогеохимических циклах вещества. Состояние поверхностных вод в большой степени определяется выносом наносов, растворенных и взвешенных химических веществ со стоком с материков. Изменение состояния и продуктивности природных и агроэкосистем тесно взаимосвязаны с состоянием почвенного покрова или его воздействием на другие компоненты экосферы.

2. Глобальная оценка деградации почв

По определению Программы ООН по окружающей среде (ЮНЕП), деградация почв – антропогенный процесс снижения способности почв обеспечивать существование людей.

В проблеме деградации почвенного покрова многочисленные и разнообразные локальные вопросы складываются в глобальную проблему. Основные причины деградации почв мира: сведение лесов, главным образом для сельского хозяйства; перевыпас скота; несовершенное и технологически неправильное сельское хозяйство; переэксплуатация почв. Методические трудности оценки деградации почв заключаются в невозможности установить единую точку отсчета во времени, от которой отсчитывалась бы деградация, а также установить единый показатель степени деградации.

Деградация почв происходит вследствие различных причин антропогенного характера:

- ✓ водная и ветровая эрозия почв, распространены на 84% почв;
- ✓ ухудшение структуры почвы;
- ✓ техногенное загрязнение;
- ✓ засоление;
- ✓ заболачивание и подтопление.

Наиболее изучены следующие процессы деградации почв:

- ✓ снижение содержания гумуса (дегумификация); потери гумуса составляют в настоящее время в среднем около 0,6 т/га за год;
- ✓ нарушение структуры почвы, в том числе уплотнение из-за использования тяжелой сельскохозяйственной техники;
- ✓ водная эрозия;
- ✓ ветровая эрозия или дефляция;
- ✓ техногенное подкисление (выбросами промышленности от удобрений);
- ✓ загрязнение пестицидами;
- ✓ промышленное загрязнение (вокруг крупных городов и предприятий горнодобывающей промышленности);
- ✓ деградация вечной мерзлоты;
- ✓ заболачивание и подтопление;
- ✓ вторичное засоление.

Площадь и степень деградации почв мира, по данным GLASOD, приведены в таблице 3.6.

Таблица 3.6

Площадь и степень деградации почв мира (Марфенин, 2007)

Типы и степень деградации почв	Площадь	
	млн км	%
<i>Тип:</i>		
Смыв и разрушение водной эрозией	10,9	56
Разрушение ветровой эрозией (дефляция)	5,5	28
Химическая деградация (обеднение гумусом и биогенами, засоление, загрязнение, закисление и пр.)	2,4	12
Физическая деградация (переуплотнение, заболачивание, просадки и пр.)	0,8	4
Всего	19,6	100
<i>Степень:</i>		
Слабая	7,5	38
Умеренная	9,1	46
Сильная	3,0	15
Очень сильная	0,1	0,5

3. Ресурсные функции литосферы

Ресурсная функция литосферы предопределена наличием в ее составе минеральных, органоминеральных и органогенных ресурсов.

Ресурсы литосферы подразделяются на:

- ✓ ресурсы, необходимые для жизнедеятельности биоты;
- ✓ ресурсы, необходимые для жизни и деятельности человеческого общества;
- ✓ ресурсы, формирующие геологическое пространство, которое необходимо для расселения и существования биоты и человеческого общества.

Ресурсы литосферы, необходимые для жизнедеятельности биоты представлены горными породами и минералами, которые включают химические элементы биофильного ряда, жизненно необходимые для роста и развития организмов и подземные воды.

Минеральные ресурсы относятся к категории исчерпаемых ресурсов и абсолютное большинство из них являются невозобновляемыми. Они играют первостепенную роль в жизни человеческого общества, определяя его материальный и научно-технический уровень. К ним относятся все существующие полезные ископаемые, которые используются человечеством для производства необходимых материалов и энергии. Наиболее

важные группы полезных ископаемых и основные направления их использования показаны на рис. 3.14. За счет этих ресурсов человечество обеспечивает свои потребности в энергии, жилье, транспорте, связи. В настоящее время к этой категории добавились средства получения, передачи, обработки и анализа информации.

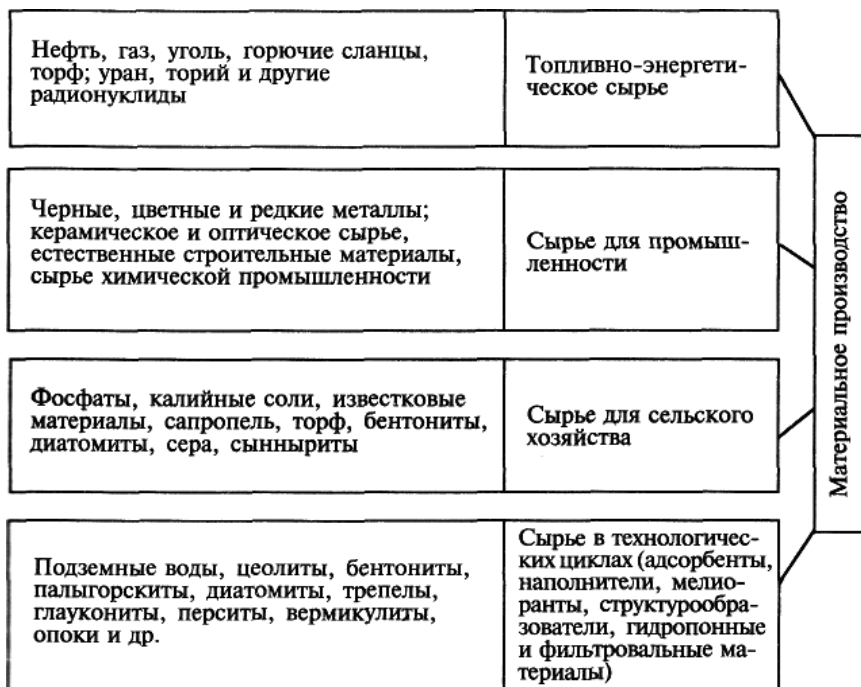


Рис. 3.14. Схема использования природных ресурсов литосферы (Короновский и др., 2013)

Под геологическим пространством литосферы понимают области обитания биоты и инженерно-геологической деятельности человека.

Любая хозяйственная деятельность человека немыслима без осуществления строительства зданий жилого и промышленного назначения, строительства предприятий, подземных коммуникаций, транспортных магистралей, подземных выработок или открытых карьеров при добыче полезных ископаемых. Все строительные работы проводятся только после детальных изыскательских работ, определяющих способность грунта нести соответствующую нагрузку.

Оценка ресурсной функции литосферы связана с размещением в геологическом пространстве захоронений высокотоксичных и радиоактивных отходов. Объемы геологического пространства, пригодные для этих целей, весьма ограничены.

4. Неблагоприятные геодинамические процессы. Особенности геофизических и геохимических аномалий

Геодинамическая функция – способность литосферы к проявлению и развитию природных и антропогенных геологических процессов и явлений, в той или иной мере влияющих на условия жизнедеятельности биоты и человеческого общества (Трофимов и др., 1997). На современном этапе развития биосферы важно оценить геологическую роль и значимость антропогенных процессов, выявить их направленность и определить возможность перерастания в глобальные катастрофические геологические процессы.

Выделяют две группы геодинамических процессов:

- ✓ масштабные и продолжительные (перемещения литосферных плит, тектонические медленные вертикальные и горизонтальные движения, выветривание, денудация, транспортировка осадочного материала и осадконакопление);
- ✓ катастрофические (мощные и кратковременные, быстро разрушающие природную среду обитания биоты, приводящие к жертвам: землетрясения, извержения вулканов, оползни, обвалы и камнепады, провалы и т.д.).

На состояние геологической среды негативное влияние оказывают экзогенные и эндогенные процессы, деятельность которых нередко взаимообусловлена. Например, вулканические извержения часто сопровождаются землетрясениями, землетрясения вызывают обвалы и камнепады, оползни, провалы и меняют характер циркуляции подземных вод (рис. 3.15).

К экзогенным процессам относятся:

- ✓ денудация суши и эрозия почв;
- ✓ гравитационные процессы (обвалы, камнепады, сыпи, оползни); карстовые формы;
- ✓ криогенные процессы (термокарст, бугры пучения, наледи, солифлюкция и др.).

К эндогенным процессам относятся:

- ✓ вулканизм;
- ✓ землетрясения.

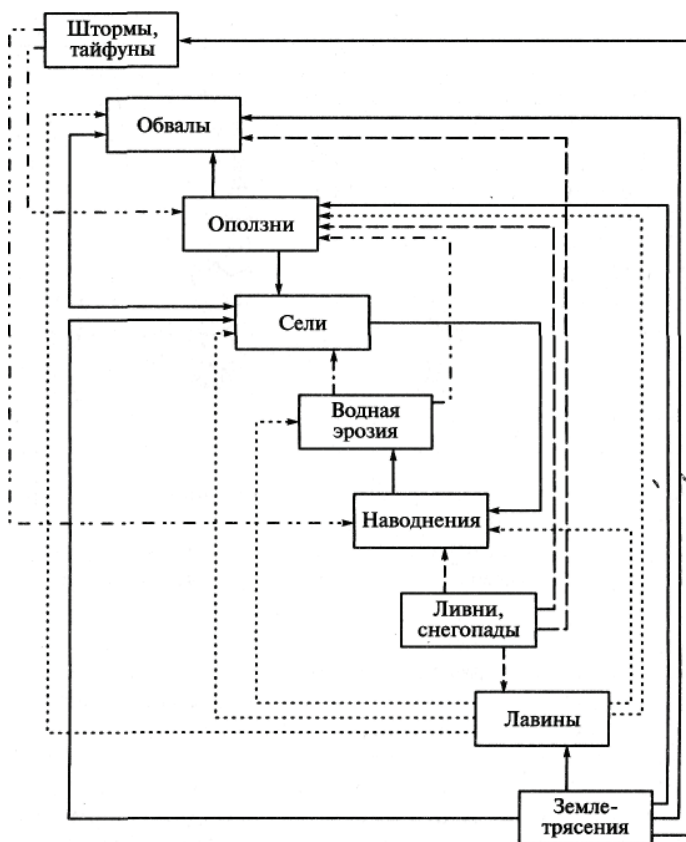


Рис. 3.15. Схема цепного взаимодействия стихийных явлений
(Коффу и др., 1997 цит. по Короновский, 2011)

5. Особенности геофизических и геохимических аномалий

Геофизические и геохимические аномалии обладают некоторыми специфическими особенностями:

- ✓ их источники обычно располагаются в верхней части литосферы;
- ✓ они имеют крайне ограниченную вертикальную мощность при большой площади распространения;
- ✓ техногенные аномалии распределяются вдоль путей перемещения воздушных масс, подземного и поверхностного стока, вдоль автомобильных дорог и железнодорожных магистралей и т.д.;

✓ характеризуются пространственным совпадением, наложением нескольких физических полей и совмещением совершенно разнородных параметров.

Геофизические аномалии могут быть обусловлены различными геологическими структурами, рудными залежами. К естественным геофизическим аномалиям относятся магнитное, электрическое, акустическое, вибрационное, гравитационное и радиационное поля.

Техногенные источники создают электромагнитное, акустическое, гравитационное, радиоактивное, вибрационное, шумовое поля.

Магнитные поля имеют различное происхождение, они возникают в результате скопления горных пород с магнитными свойствами. Активные явления на Солнце вызывают магнитные бури, перераспределение теллурических токов в геологической среде и т.д. Магнитное поле относится к сильному и специфическому раздражителю, действующему непосредственно на нервные клетки мозга.

Электрические поля возникают в результате грозových разрядов, окислительно-восстановительных процессов в пределах месторождений, электромагнитного излучения Солнца и др. Например, в зоне окисления сульфидных месторождений практически всегда возникает сложная система электрических и температурных полей.

Мощные радиопередающие устройства, линии высоковольтных передач создают электромагнитные поля с высокой напряженностью (рис. 3.16).

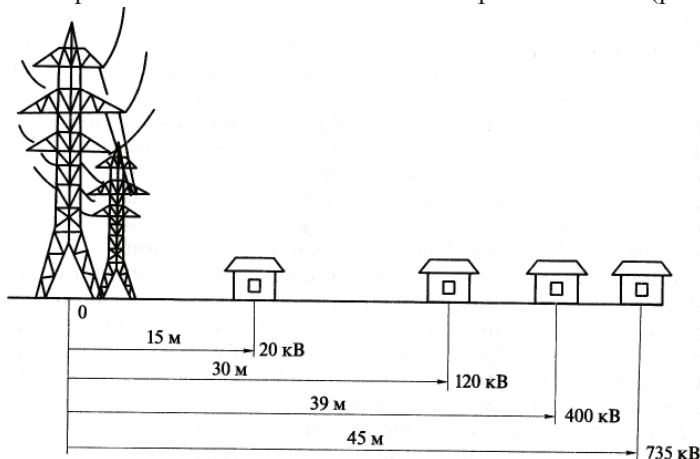


Рис. 3.16. Ширина области опасного воздействия электромагнитного излучения высоковольтных линий электропередач в зависимости от напряжения ЛЭП (Богословский и др., 2000)

Во время землетрясений в процессе передачи сейсмических напряжений образуются ультра- и инфразвуковые волны (акустические поля).

Естественными источниками радиации являются космические лучи, радон и радиоизотопы минералов, находящихся в горных породах (^{40}K , ^{85}Rb , ^{232}Th , ^{238}U), а также ряд радиоактивных нестабильных изотопов, которые возникают в результате радиоактивного распада.

В районах распространения руды с большим содержанием радионуклидов радиационный фон, как правило, в 100–1000 раз выше, чем на прилегающих территориях. Определенную долю в повышение уровня радиации приносят такие полезные ископаемые, как каменный уголь и фосфориты.

При сжигании угля и использовании минеральных фосфорных удобрений радиоактивные соединения и элементы остаются в золе, шлаке, выносятся с дымом, проникают в почвенные горизонты и нередко с продуктами питания и в процессе дыхания попадают в органы пищеварения и дыхания человека.

Степень радиационного воздействия на живой организм зависит от получаемой им дозы облучения. Большие дозы облучения разрушают клетки, повреждают ткани органов и могут быть причиной быстро прогрессирующей лучевой болезни.

Вибрационные поля создаются:

- ✓ природными факторами (сейсмическими колебаниями, прибоем, волнами, ветром и др.);
- ✓ техногенными факторами (транспортными магистралями, промышленными предприятиями, автомобилями, поездами, самолетами, морскими судами).

Кроме медицинского и биологического воздействия на живые организмы вибрация влияет на прочность грунтов, меняет их структуру, активизирует оползневые, обвальные, солифлюкционные и другие экзогенные геологические процессы.

Шумовое загрязнение приводит к снижению производительности труда, слуха, возникновению гипертонии и аритмии, поражению нервной системы и другим негативным последствиям у человека. Наиболее распространенными симптомами шумового воздействия являются раздражительность, усталость, рассеянность и, как следствие, невроз (рис. 3.17). Воздействие шума определяется его интенсивностью, которая определяется в децибелах (дБ), и продолжительностью.

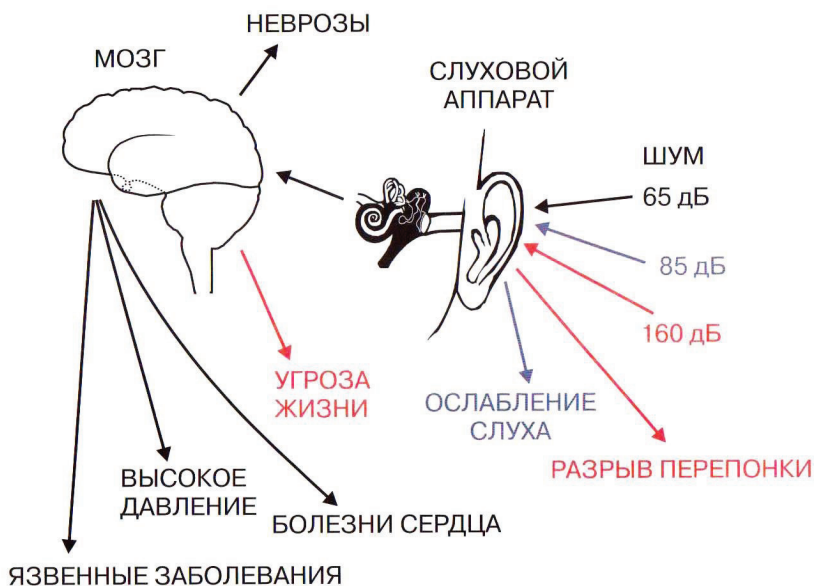


Рис. 3.17. Воздействие шума на организм человека (Квасничкова, Калина, 2001)

Геохимические аномалии вызваны концентрацией в определенных участках территории токсичных веществ, химических элементов и соединений природного или техногенного происхождения, отличающейся от геохимического фона (средней величины природной вариации содержания химических элементов). Особенно опасными являются повышенные концентрации тяжелых металлов и некоторых микроэлементов.

Естественные геохимические аномалии действуют достаточно постоянно во времени и в пространстве. Они могут быть обусловлены:

- ✓ наличием вертикальных и горизонтальных неоднородностей в литосфере;
- ✓ рудными залежами;
- ✓ скоплениями неметаллических полезных ископаемых.

Высокоопасными являются оксидные месторождения урана, сернистые руды Bi, Te, Se, As, Sb, Hg, Cu, менее опасными – разнообразные по генезису месторождения Pb, Zn и галоидных соединений, опасными – месторождения слюды, талька, берилла и некоторых драгоценных камней.

Техногенные геохимические аномалии связаны с промышленными центрами, где сконцентрирована основная масса предприятий, некоторые из них являются вредными и особо вредными производствами (табл. 3.7).

**Преобладающие ассоциации геохимических аномалий,
связанные с различными типами производств**

Типы промышленных производств	Элемент-индикатор
Черная металлургия	Mn, Cr, V, Fe, W
Транспорт	Pb, Ni, Cr, V, Cu, Zn
Птицефабрики	Zn, W, Sr, Cu, Ag

Особую опасность представляет загрязнение почв тяжелыми металлами, которое может быть обусловлено геохимическими аномалиями, но чаще всего происходит за счет выбросов промышленных предприятий, в первую очередь металлургических заводов, и за счет выхлопных газов автотранспорта. Тяжелые металлы участвуют в биологических процессах, входя в состав многих ферментов и оказывая токсическое воздействие на организм человека даже при низких концентрациях.

По степени опасности тяжелые металлы делятся на три класса:

I – мышьяк, кадмий, ртуть, свинец, селен, цинк, фтор;

II – бор, кобальт, никель, молибден, медь, сурьма, хром;

III – барий, ванадий, вольфрам, марганец, стронций.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Вопросы для самоподготовки студентов к практическому, семинарскому занятию

1. Что такое литосфера?
2. Что означает понятие «геологическая среда»?
3. В чем состоит экологическая функция литосферы?
4. Какова ресурсная и геодинамическая роль литосферы?
5. Какова геофизико-геохимическая роль литосферы?
6. Какие существуют неблагоприятные геодинамические процессы?
7. В чем заключается отрицательная геоэкологическая роль мерзлотных процессов?
8. В чем заключается активизация процессов внешней экзодинамики в период антропогенной деятельности?

Типовые задания для текущего контроля успеваемости

Задания для проверки общепрофессиональных компетенций (ОПК-4)

1. Обоснуйте, какую негативную геоэкологическую роль играют извержения вулканов и землетрясения?
2. Объясните в чем состоит особенность геохимических аномалий.
3. Охарактеризуйте последствия геофизических аномалий для человека.

Задания для проверки общепрофессиональных компетенций (ОПК-7)

1. Охарактеризуйте, какие ландшафты и формы рельефа создаются в результате антропогенной деятельности?
2. Поясните, каковы последствия антропогенного воздействия на геологическую среду?
3. Охарактеризуйте основные последствия, к которым приводит загрязнение почв вредными веществами.

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННЫХ СИСТЕМ

4.1. ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ УРБАНИЗАЦИИ

Учебные вопросы

1. Причины роста численности городского населения. Тенденции урбанизации
2. Особенности современного этапа урбанизации.
3. Экологические проблемы урбанизации: техногенные биохимические аномалии, качество воздуха, водоснабжение и канализация, удаление и переработка отходов, использование земель.
4. Геоэкологическая оценка городской территории.

Тезисы ответов

1. Причины роста численности городского населения. Тенденции урбанизации

Урбанизация – быстрый рост городов и городского населения. Многогранный, глобальный социально-экономический процесс, связанный с резко возросшим в эпоху НТР развитием и концентрацией производительных сил и форм социального общения, распространением городского образа жизни на всю сеть населенных мест (табл. 4.1).

Причины роста численности городского населения:

- ✓ миграции людей в города из сельской местности, а также и из других стран;
 - ✓ прирост населения в городах благодаря превышению рождаемости городского населения над его смертностью.
- Природные условия оказывают влияние на выбор площадки для размещения городов. Наиболее важны:
- ✓ размеры и конфигурации строительных площадок;
 - ✓ рельеф, свойства грунтов, гидрогеологические и гидрологические условия;
 - ✓ возможности водоснабжения и отвода сточных вод;

Таблица 4.1

Самые крупные по численности населения городские агломерации
 (<https://vseznaesh.ru/30-samyh-bolshih-gorodov-mira-po-chislennosti-naseleniya>)

№	Город	Страна	Численность жителей, млн чел
1	Токио	Япония	37,8
2	Дели	Индия	25,0
3	Шанхай	Китай	23,0
4	Мехико	Мексика	20,8
5	Сан-Паулу	Бразилия	20,8
6	Мумбаи	Индия	20,7
7	Осака	Япония	20,1
8	Пекин	Китай	19,5
9	Нью-Йорк	США	18,6
10	Каир	Египет	18,4
11	Дакка	Бангладеш	17,0
12	Карачи	Пакистан	16,1
13	Буэнос-Айрес	Аргентина	15,0
14	Калькутта	Индия	14,8
15	Стамбул	Турция	14,0

✓ микроклимат, почвы и растительность;

✓ распространение стихийно-разрушительных процессов и явлений (оползни, овраги, карст, сейсмичность, мерзлота, лавины и сели, деформация поверхности при отработке полезных ископаемых, воздействие вулканов, цунамиопасные зоны и др.).

Планировочная структура города определяется и характером природных условий, и функциями города, изменяющимися в разные исторические периоды. Основная задача формирования планировочной структуры населенных мест – рациональное разделение территории проектируемого населенного места на функциональные зоны (промышленные, селитебные, отдыха) и формирование четкой планировочной структуры селитебных территорий предусматривающей их членение на жилые районы и микрорайоны. Очень важна архитектурно-пространственная композиция застройки. При этом должны быть соблюдены социальные, экономические, санитарно-гигиенические и технические требования и нормы. В центральных зонах больших городов в условиях дефицита территории использование подземного пространства может оказать существенное влия-

ние на совершенствование территориальной структуры, преодоление «паралича» транспортных и инженерных систем, улучшение экологической ситуации.

Сеть городов России географически неоднородна вследствие разнообразия природных, исторических и экономических условий отдельных частей страны. Формы городского расселения в каждом регионе зависят от специализации, масштабов и уровня его развития.

2. Особенности современного этапа урбанизации

В настоящее время качественно новыми формами расселения людей являются городские агломерации и конурбации. Развитие городских агломераций отражает процесс роста и концентрации производительных сил, усиления контрастности расселения, сосредоточия многих видов деятельности в наиболее эффективных для их развития ареалах. Автономный город не отвечает масштабам и интенсивности этого процесса. Городская агломерация – система территориально сближенных и экономически взаимосвязанных населенных мест, объединенных устойчивыми трудовыми, культурно-бытовыми и производственными связями, общей социальной и технической инфраструктурой.

Для городских агломераций характерны:

- ✓ наращивание обширных городских скоплений, включающих активно развивающиеся ядра, вовлекающие в свою орбиту все новые территории;
- ✓ концентрация в них больших масс населения;
- ✓ быстрое развитие пригородов и постепенное перераспределение населения между городами-центрами и пригородными зонами;
- ✓ привлечение сельского населения к несельскохозяйственному труду, особенно из близко расположенных сел и поселков;
- ✓ массовые маятниковые миграции в пределах агломерации на работу, к местам учебы, культурно-бытового обслуживания и отдыха трудящихся.

Границы городской агломерации подвижны во времени благодаря изменению важнейшего их параметра – дальности ежедневных передвижений от места жительства к месту работы. Степень техногенности этих территориальных систем очень высокая.

Конурбации или скопления городов – территориальное сближение и даже срастание агломераций, возникновение урбанизированных зон, формирующихся на обширных территориях (табл. 4.2). В Японии на о. Хонсю городская застройка протягивается практически без перерывов от Токио до Кобе, более чем на 500 км, включая указанные города, и второй по ве-

личине город Японии Осаку, и крупнейший порт страны, важный промышленный центр Нагоя, а также и другие города. На восточном побережье США конурбация захватывает не менее значительную полосу городов, от Вашингтона до Бостона и включает Нью-Йорк, Филадельфию, Балтимор и др. Многие города среднего размера растут быстрее, чем мегалополисы, со скоростью, заметно превышающей 5 % в год.

Таблица 4.2

Крупнейшие конурбации мира (Голубев, 2011)

Название и страна	Основные города конурбации	Количество элементов в конурбации	Площадь, тыс. кв.	Население, млн чел	Плотность, чел./кв.	Протяженность, км
Северо-Восточный, США	Бостон, Нью-Йорк, Филадельфия, Балтимор, Вашингтон	40	170	50	295	1000
Приозерный, США	Детройт, Кливленд, Питсбург, Чикаго	35	160	35	220	900
Калифорнийский, США	Сан-Франциско, Лос-Анджелес, Сан-Диего	15	100	18	180	800
Токайдо, Япония	Токио, Иокогама, Кавасаки, Нагоя, Киото, Осака, Кобе	20	70	55	780	700
Мидландс, Англия	Лондон, Бирмингем, Манчестер, Ливерпуль	30	60	30	500	400
Рейнский, Германия	Ранштадт, Рейн-Рур, Рур-Майн	30	60	30	500	500

Геоэкологические аспекты урбанизации в развитых и развивающихся странах противоречивы, нередко противоположны по содержанию, количественным характеристикам и географическому рисунку.

Чрезвычайно быстрый рост городов в развивающихся странах приводит к резко усиливающемуся давлению на окружающую среду. Все системы жизнеобеспечения (водоснабжения, канализации, сбора и переработки мусора, снабжения электроэнергией и пр., а также системы образования, медицинской помощи и социального обеспечения), без которых город не может существовать, оказываются перегруженными. В результате создается обстановка, опасная для жизни и здоровья жителей городов. На рис. 4.1 представлены цифры, иллюстрирующие потребление, переработку и превращение в отходы городскими системами значительной массы воды, продовольствия и топлива.

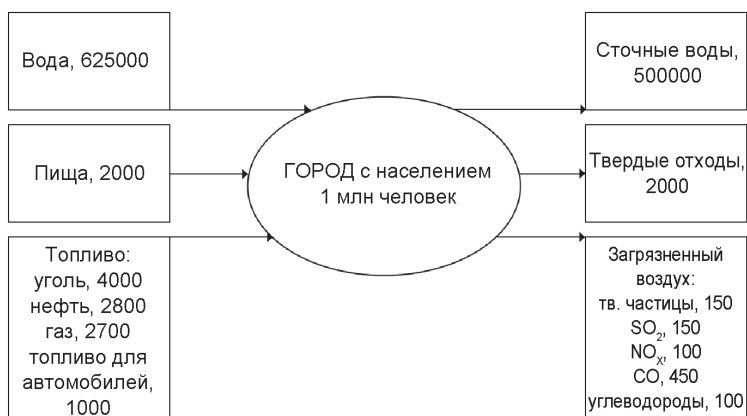


Рис. 4.1. Схема метаболизма города (т/сутки) с населением в 1 млн человек (Голубев, 2011)

В развитых странах некоторые важные геоэкологические проблемы городов в той или иной степени решены. Вместе с тем сами эти города оказывают неблагоприятное воздействие на состояние экосферы на уровне континентов или мира в целом. Расходование природных ресурсов и эмиссия парниковых газов на душу населения городов развитых стран намного превышает соответствующие показатели для беднейших городов развивающихся стран, так что в конечном итоге жители городов развитых стран вносят заметный вклад в усиление глобальных геоэкологических проблем.

Городская среда загрязнена сама по себе. Это объясняется, во-первых, технологическим несовершенством цивилизации, а во-вторых, концентрацией промышленных предприятий и людей. Потоки загрязняющих веществ, возникшие тем или иным путем, распространяются во всех направ-

лениях. Многие города являются полифункциональными. Имеются города с достаточно узкой специализацией: административные, торговые, военные, энергетиков, металлургов, шахтеров, горнометаллургические, лесопромышленного комплекса, рыболовецкие, города-транспортные узлы со своей сферой обслуживания. Каждый город, исходя из своей специфики, вносит в природную среду свои загрязнения.

3. Экологические проблемы урбанизации: техногенные биохимические аномалии, качество воздуха, водоснабжение и канализация, удаление и переработка отходов, использование земель

Виды загрязнения урбанизированных территорий:

- ✓ физическое;
- ✓ химическое;
- ✓ биологическое;
- ✓ механическое;
- ✓ радиационное;
- ✓ информационное.

Над городами происходит существенное насыщение воздуха загрязняющими веществами. Это обусловлено масштабными выбросами антропогенных аэрозолей, высокими концентрациями углекислого газа и паров воды. Основными городскими загрязнителями являются пыль, угарный газ, сернистый ангидрид, оксиды и диоксиды азота, полициклические ароматические углеводороды, тяжелые металлы и др. В атмосфере происходит трансформация многих ингредиентов антропогенных выбросов, в результате чего образуются вторичные аэрозоли. Особенности их выпадения зависят от динамики воздушных масс, атмосферных осадков и объема выбросов. Антропогенные выбросы не только загрязняют атмосферный воздух, но вызывают появление смога и повышают среднюю температуру (рис. 4.2).

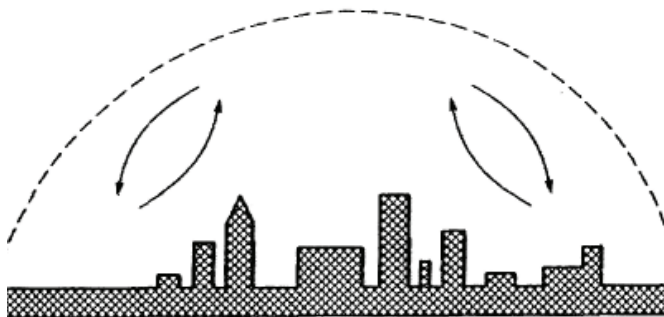


Рис. 4.2. Атмосферные потоки воздуха над большими городами (Чебышев, Филипова, 2004)

Загрязняющие вещества из воздуха удаляются ветром или атмосферными осадками, но в безветренную погоду они накапливаются. В городских условиях кроме состояния атмосферного воздуха серьезную геоэкологическую проблему создают качество воды и очищение канализационных стоков. Антропогенное вмешательство в гидросферу на территории городов, в первую очередь, выражено сооружением дренажной сети и искусственных каналов стока, которые приспособлены к сбрасыванию сточных вод. Городские сточные воды загрязнены твердыми частицами, нефтью и нефтепродуктами, хлоридами, детергентами, биогенными веществами, тяжелыми металлами. В роли загрязнителей выступает и тепловое загрязнение, которое ведет к усилению токсичных воздействий на различные гидробионты.

В настоящее время многие крупные города не в состоянии справиться с продуктами жизнедеятельности. Загрязнения поступают не только в поверхностные, но и подземные воды, в водопроводную систему, что представляет серьезную опасность при водоснабжении. К этому необходимо добавить загрязнение от свалок твердых бытовых отходов, которое распространяется на значительные расстояния и воздействует на многие компоненты окружающей среды, оказывая негативное влияние на здоровье людей (рис. 4.3).

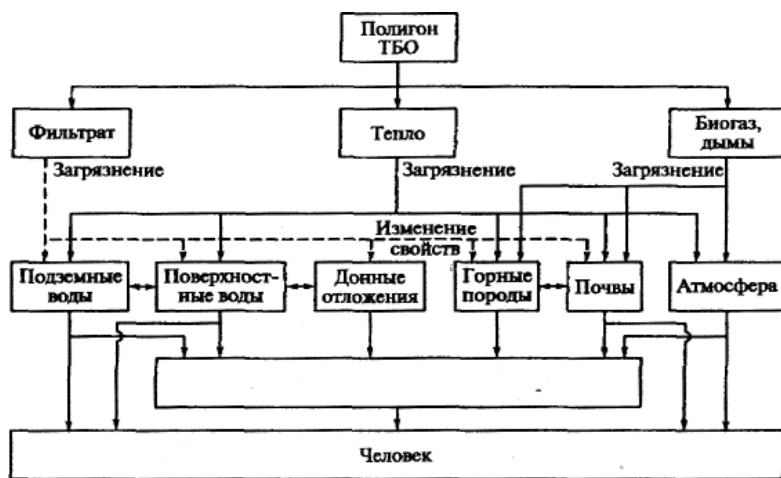


Рис. 4.3. Основные аспекты воздействия полигонов ТБО на компоненты окружающей среды и человека (Короновский и др., 2013)

Основная часть отходов складывается на свалках, которые занимают значительные площади. Сжигание твердых отходов и их переработка биотехнологическими методами для получения биогаза, удобрений и биотоплива используется пока недостаточно широко как в России, так и в других странах.

Развитие урбанизированных территорий приводит к коренной перестройке ландшафтной структуры местности. Природные ландшафты разрушаются или деградируют, на их месте формируются новые – городские ландшафты разной степени урбанизации. Все крупные города, располагающиеся на реках, вносят весьма заметный вклад в загрязнение воды этих рек, вплоть до полного уничтожения жизни в воде на многие километры вниз по течению. В зонах высокого загрязнения воздуха вследствие функционирования предприятий промышленности или энергетики растительность трансформирована или полностью уничтожена на десятки километров вокруг города или по направлению вдоль преобладающих ветров.

Разные области России имеют разную лесистость. Например, по исследованиям 2004 года выявлено увеличение лесистости в Московской, Ленинградской и восьми смежных областях (рис. 4.4, выделено синим цветом) (Бондарев и др., 2004). В других областях, представленных на карте, по данным авторов, обнаружено снижение лесистости. Так, в регионах интенсивной промышленной эксплуатации лесов (Архангельской, Вологодской областях, республике Коми, республике Карелия) и в местах расширения сельскохозяйственных площадей (Воронежская, Самарская и еще восьми прилегающих областях) лесистость падает (рис. 4.4).

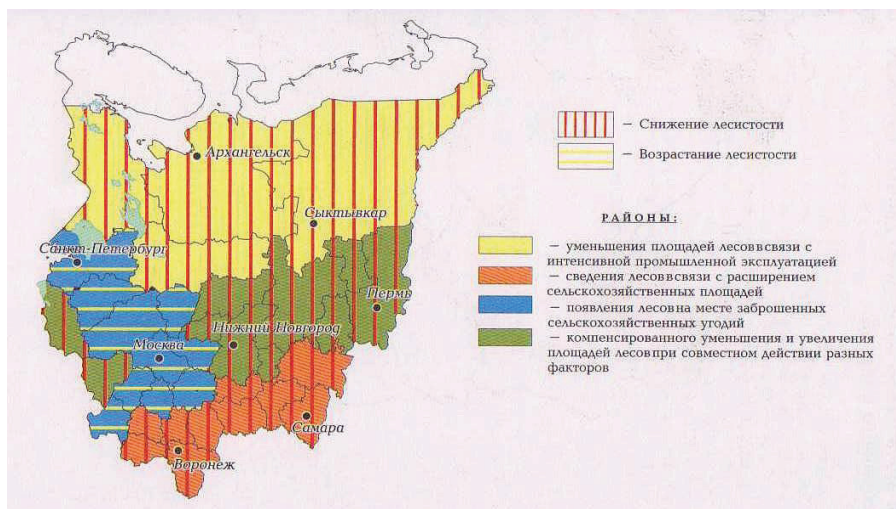


Рис. 4.4. Динамика лесистости в центральной части России (Бондарев и др., 2004)

4. Геоэкологическая оценка городской территории

Рассмотрим пример геоэкологической оценки городской территории на фрагменте модельного участка мегаполиса. Территория мегаполиса характеризуется высокой степенью освоенности: развитой транспортной сетью, наличием предприятий – источников загрязнения, плотной многоэтажной застройкой. Часть территории занимают зеленые массивы. Рассматриваемая территория приурочена к долинному комплексу с проявлением геологических процессов (подтопления, эрозии, оползней, карста). При освоении значительную трансформацию претерпели рельеф, речная и овражно-балочная сеть. Территория испытывает интенсивное геофизическое и геохимическое воздействие. Развитие данной территории тесно связано с нарушением равновесного состояния ее геологической среды, активизацией экзогенных геологических процессов. По совокупности неоднородности геологического строения (типов литологического разреза) территории, гидрогеологических условий, набора видов и площадей распространения геологических процессов определялась степень устойчивости геологической среды.

Таблица 4.3

Критерии оценки геологической опасности (Комплексная геоэкологическая оценка..., 1997)

Степень геологической опасности для инженерных объектов	Факторы			
	Геологические		Гидрогеологические	
	Предрасположенность геологического строения к активизации опасных ЭГП	Пораженность территории опасными ЭГП, %	Глубина залегания 1-го от поверхности водоупора, м	Защищенность подземных вод
Очень высокая	Максимальная	Не менее 15	Менее 1	Незащищенные
Высокая	Высокая	15-5	1-2	Незащищенные и условно защищенные
Средняя	Средняя	5-2	2-5	Условно защищенные
Низкая	Низкая	2-0,1	3-5	Условно защищенные и защищенные
Очень низкая	Минимальная	Не более 0,1	Более 5	Защищенные

Примечание: ЭГП – экзогенные геологические процессы

Используя критерии оценки геологической опасности (табл. 4.3), на основе сочетания исходной устойчивости геологической среды и факторов антропогенной нагрузки на отдельных участках, выделены районы геологической опасности: высокой, средней, низкой и очень низкой (рис. 4.5).

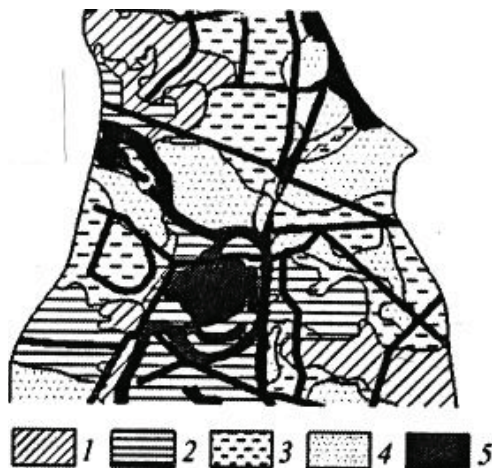


Рис. 4.5. Пример геоэкологической оценки геологической опасности городской территории (Заиканов, Минакова, 2008)
Степень геологической опасности: 1 – высокая; 2 – средняя; 3 – низкая; 4 – очень низкая; 5 – водные объекты

Известно, что геофизическое состояние территории определяется параметрами естественных электрических полей, измененных под воздействием постоянной и низкочастотной составляющих электрического поля техногенного происхождения (поля блуждающих токов). Поэтому оценка изменения геофизического состояния территории осуществлялась на основании полевых измерений и фоновых данных; построения вспомогательных карт: источников блуждающих токов, грунтовых толщ, удельных электрических сопротивлений грунтов, коррозионной активности грунтов, напряженности поля блуждающих токов и плотности блуждающих токов; выполнения расчетов с использованием общепринятых и найденных эмпирическим путем формул.

Оценка степени опасности электрокоррозионных разрушений подземных сооружений и коммуникаций под воздействием полей блуждающих токов производилась на основе карт плотности блуждающих токов,

удельных электрических сопротивлений грунтов и их коррозионной активности.

Фрагмент карты районирования городской территории по опасности электрокоррозионных разрушений представлен на рис. 4.6. Выделяются три градации электрокоррозионного разрушения подземных металлических сооружений и коммуникации: низкая, средняя и высокая, характеризующие степень геофизической опасности геологической среды.



Рис. 4.6. Пример геоэкологической оценки геофизической опасности городской территории (Заиканов, Минакова, 2008)

*Степень геофизической опасности: 1 – высокая; 2 – средняя;
3 – низкая; 4 – водные объекты*

На данной территории было проведено геохимическое опробование депонирующих природных сред. Наиболее загрязненные участки приурочены к промышленным зонам, предприятиям и транспортным магистралям. Содержание элементов соответствует специализации отдельных предприятий. Было выделено два основных типа техногенного воздействия: преимущественно газовый; поступление в окружающую среду газов и пыли и преимущественно металлогенный – поступление химических элементов в виде металлической пыли, абразивной крошки, аэрозолей. На основании анализа характера загрязнения почв и снегового покрова по категориям их суммарного загрязнения химическими элементами, показателю пылевой нагрузки и соотношению его с фоновыми аналогами, а также по результатам биогеохимической оценки состояния растений и данным

по геохимии атмосферных выпадений проводилась оценка геохимической опасности, изменяющаяся от очень высокой до очень низкой (рис. 4.7).

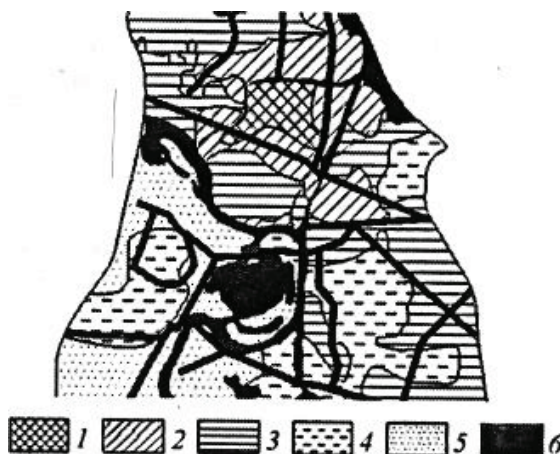


Рис. 4.7. Пример геоэкологической оценки геохимической опасности городской территории (Заиканов, Минакова, 2008)

Степень геохимической опасности: 1 – очень высокая; 2 – высокая; 3 – средняя; 4 – низкая; 5 – очень низкая; 6 – водные объекты

Дифференциация территории по степени геоэкологической опасности проводится на основе комплексной оценки, базой для которой служит анализ приведенных выше оценок частных опасностей с учетом функциональной организации территории.

В основу оценки геоэкологического состояния городской территории положен метод совокупного анализа результатов оценок геологической, геофизической, геохимической опасностей (базовых оценок) с учетом функционального зонирования территории. При геоэкологической оценке городских территорий учитываются: площадное соотношение выделенных на базовых картах районов, базовые оценки их состояния, а также значимость геоэкологических факторов для конкретных реципиентов.

Критерием геоэкологической оценки городских территорий является степень геоэкологической опасности для функционирования совокупности различных реципиентов, изменяющаяся по пяти градациям: от максимальной до минимальной.

Критерии оценки геоэкологической опасности представлены в таблице 4.4.

Таблица 4.4

Критерии оценки геоэкологической опасности городской территории
(Комплексная геоэкологическая оценка..., 1997)

Степень геоэкологической опасности	Площадное распространение участков в % от геоэкологического района по степени и видам опасности			Наиболее уязвимые реципиенты
	Геологическая опасность	Геофизическая опасность	Геохимическая опасность	
Максимальная	Очень высокая и высокая 60 и более	Высокая 100	Очень высокая и высокая до 100	Промышленные объекты, селитебные территории, рекреационные зоны, водные объекты, ООПТ, объекты инфраструктуры
Высокая	Очень высокая и высокая до 40	Высокая и средняя до 60	Очень высокая и высокая до 40	Промышленные объекты (кроме коммунально-складских зон и т.п.), селитебные территории, рекреационные зоны, ООПТ, объекты инфраструктуры
Средняя	Высокая и средняя до 40	Высокая и средняя до 40	Высокая и средняя до 50	Селитебные территории, рекреационные зоны, ООПТ, объекты инфраструктуры
Низкая	Средняя и низкая до 60	Средняя и низкая до 30	Средняя и низкая до 60	Селитебные территории, рекреационные зоны, ООПТ
Минимальная	Низкая и очень низкая до 100	Низкая до 100	Очень низкая до 100	Рекреационные зоны, ООПТ

В итоге геоэкологическая опасность изменялась на рассматриваемой территории от высокой до минимальной. Высокая опасность характерна

для промышленных зон, минимальная – для селитебных и рекреационных территорий. Результаты оценки отражаются на карте районирования территории по степени геоэкологической опасности (рис. 4.8). Полученная качественно-количественная оценка геоэкологического состояния городской территории может быть уточнена по результатам количественной оценки последствий негативного изменения состояния за счет техногенного воздействия и активизации экзогенных геологических процессов. Такой подход позволяет более объективно дифференцировать территорию города по геоэкологическому состоянию.



Рис. 4.8. Пример оценки геоэкологической опасности городской территории (Заиканов, Минакова, 2008)

Степень геоэкологической опасности: 1 – высокая; 2 – средняя; 3 – низкая; 4 – минимальная; 5 – водные объекты

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Вопросы для самоподготовки студентов к практическому, семинарскому занятию

1. Что такое урбанизация?
2. Назовите основные факторы негативного воздействия городов на природную среду.
3. Какое воздействие оказывает жизнедеятельность городского населения на воздушную среду?

4. Какое воздействие оказывает жизнедеятельность городского населения на подземные воды?
5. Какое воздействие на природную среду оказывают свалки твердых отходов вокруг городов?
6. На какие компоненты окружающей среды воздействует загрязнение от свалок твердых бытовых отходов?
7. В чем выражается антропогенное вмешательство в гидросферу на территории городов?
8. Назовите критерии оценки геологической опасности.
9. На чем основана дифференциация территории по степени геоэкологической опасности?
10. Назовите критерии оценки геоэкологической опасности.

Типовые задания для текущего контроля успеваемости

Задания для проверки общепрофессиональных компетенций (ОПК-4)

1. Объясните, в чем заключается геоэкологическое воздействие урбанизации и городской среды?
2. Объясните воздействие жизнедеятельности городского населения на воздушную среду.
3. Охарактеризуйте последствия возникновения городских агломераций для экосферы.

Задания для проверки общепрофессиональных компетенций (ОПК-7)

1. Охарактеризуйте основные направления и алгоритм геоэкологического мониторинга урбанизированной территории.
2. Объясните процесс перестройки ландшафтной структуры местности при развитии городских агломераций/конурбаций.
3. Охарактеризуйте основные причины роста численности городского населения в настоящее время.

4.2. ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЭНЕРГЕТИКИ

Учебные вопросы

1. Основные геоэкологические влияния энергетики на окружающую среду.
2. Экологические проблемы различных видов производств и потребления энергии.
3. Пути решения геоэкологических проблем энергетики. Экологически чистые и возобновляемые источники энергии (ВИЭ).

Тезисы ответов

1. Основные геоэкологические влияния энергетики на окружающую среду

Энергетика – важнейшая сторона деятельности человека, товар в международной экономике. Эволюция общества и цивилизации происходила и происходит в тесном взаимодействии с развитием энергетики. Потребление энергии является обязательным условием существования человечества. История цивилизации – история изобретения все новых и новых методов преобразования энергии, освоения ее новых источников и в конечном итоге увеличения энергопотребления. В современном мире энергетика является основой развития базовых отраслей промышленности, определяющих прогресс общественного производства. Во всех промышленно развитых странах темпы развития энергетики опережали темпы развития других отраслей.

С другой стороны, энергетика – один из источников неблагоприятного воздействия на окружающую среду и человека. Она влияет на атмосферу (потребление кислорода; выбросы газов, влаги, твердых частиц; тепловой эффект); гидросферу (потребление воды, создание искусственных водохранилищ, сбросы загрязненных и нагретых вод, жидких отходов); литосферу (потребление ископаемых топлив, изменение ландшафта, выбросы токсичных веществ).

Геоэкологические риски энергетики:

- ✓ основной объем энергии человечество получает за счет использования невозобновляемых ресурсов;
- ✓ загрязнение атмосферы;
- ✓ загрязнение гидросферы;

- ✓ изменение гидрологического режима рек гидроэлектростанциями и как следствие загрязнение водотока;
- ✓ загрязнение литосферы при транспортировке энергоносителей и захоронении отходов, при производстве энергии;
- ✓ загрязнение радиоактивными и токсичными отходами окружающей среды;
- ✓ создание дополнительных источников электромагнитного излучения.

Источники первичной энергии подразделяют на коммерческие и не-коммерческие. Мировая энергетика в целом на протяжении всей индустриальной фазы развития общества основана преимущественно на коммерческих энергоресурсах (около 90 % общего потребления энергии).

Коммерческие источники энергии включают в себя:

- ✓ твердые (каменный и бурый уголь, торф, горючие сланцы, битуминозные пески);
- ✓ жидкие (нефть и газовый конденсат);
- ✓ газообразные (природный газ);
- ✓ первичное электричество (электроэнергия, произведенная на ядерных, гидро-, ветровых, геотермальных, солнечных, приливных и волновых станциях).

К некоммерческим относят все остальные источники энергии (дрова, сельскохозяйственные и промышленные отходы, мускульная сила рабочего скота и собственно человека).

2. Экологические проблемы различных видов производств и потребления энергии

Общая мощность производимой или же потребляемой в мире энергии составляет 10 ТВт и продолжает увеличиваться (Короновский и др., 2013). Из этого количества около 90 % энергии получают благодаря сжиганию угля, нефти и природного газа. Основная часть электроэнергии производится в настоящее время на тепловых электростанциях (ТЭС, примерно 67,9 %). Далее идут гидроэлектростанции (ГЭС, примерно 15,8 %) и атомные электростанции (АЭС, примерно 13,8 %) (Марфенин, 2012).

Опора в энергетике на использование горючих ископаемых и чрезвычайно высокая их доля в производстве энергии предопределяют специфический набор связанных с этим геоэкологических проблем.



Рис. 4.9. Доля различных источников получения электроэнергии в мире в 1999 г. (Марфенин, 2012)

Тепловые электростанции. В большинстве стран мира доля электроэнергии, вырабатываемой на ТЭС больше 50 %. В качестве топлива на ТЭС обычно используются уголь, мазут, газ, сланцы. Ископаемое топливо относится к невозобновляемым ресурсам. По объему выбросов загрязняющих веществ в атмосферу тепловая энергетика является наиболее крупной отраслью промышленности (27 % от общего количества выбросов всей индустрии России). Составляющими выбросов в основном являются твердые частицы (31 % от общего количества выбросов), диоксид серы (42 %), оксиды азота (24 %). Современная ТЭЦ мощностью 1000 МВт выбрасывает в воздух за год 165000 т газов и 500000 т твердых частиц. Коэффициент полезного действия ТЭС составляет в среднем 36–39 %. Больше загрязнений и парниковых газов производится и выбрасывается в атмосферу в результате сжигания угля, и меньше – при сжигании газа. Наряду с топливом ТЭС потребляет значительное количество воды. Типичная ТЭС мощностью 2 млн. кВт ежедневно потребляет 18000 т угля, 2500 т мазута, 150000 м³ воды. На охлаждение отработанного пара на ТЭС используются ежедневно 7 млн. м³ воды, что приводит к тепловому загрязнению водоема-охладителя. Тепловое загрязнение, то есть неиспользуемый выброс тепла, составляет около 60 % производимой энергии. Для ТЭС характерно высокое радиационное и токсичное загрязнение окружающей среды (Короновский и др., 2013).

К особенностям получения электроэнергии на ТЭС относятся (Марфенин, 2012):

- ✓ мобильность и независимость электрогенераторов;
- ✓ возможность быстро изменять количество производимой электроэнергии;
- ✓ невысокая, по современным понятиям, цена генерируемой электроэнергии;

- ✓ когенерация – возможность сочетать с производством электроэнергии выработку тепла (для отопления);
 - ✓ значительные сырьевые ресурсы, необходимые для работы.
- К геоэкологическим рискам ТЭС относятся (Марфенин, 2012):
- ✓ прямое тепловое загрязнение окружающей среды;
 - ✓ эмиссия углекислого газа, усиливающего парниковый эффект;
 - ✓ загрязнение воздуха сопутствующими частицами и газами;
 - ✓ увеличивающееся потребление нефтепродуктов, что связано с загрязнением окружающей среды в местах добычи нефти, при авариях на нефтепроводах или танкеров, перевозящих нефть;
 - ✓ радиоактивное загрязнение окружающей среды.

Гидроэлектростанции. Основные достоинства ГЭС – низкая себестоимость вырабатываемой электроэнергии, быстрая окупаемость (себестоимость примерно в 4 раза ниже, а окупаемость в 3-4 раза быстрее, чем на ТЭС), высокая маневренность, что очень важно в периоды пиковых нагрузок, возможность аккумуляции энергии (Марфенин, 2012). Однако сооружение ГЭС (особенно на равнинных реках) приводит ко многим геоэкологическим проблемам. Водохранилища, необходимые для обеспечения равномерной работы ГЭС, подвергаются эвтрофикации, что приводит к ухудшению качества воды, нарушает функционирование экосистем, вызывает изменения климата. При строительстве водохранилищ нарушаются естественные нерестилища рыб, происходит затопление плодородных земель, изменяется уровень подземных вод.

Более перспективным является сооружение ГЭС на горных реках, что обусловлено, во-первых, высоким гидроэнергетическим потенциалом горных рек по сравнению с равнинными реками и, во-вторых, отсутствием необходимости изымать из землепользования большие площади плодородных земель.

К геоэкологическим рискам ГЭС относятся (Марфенин, 2012):

- ✓ потери плодородной и ценной затопляемой земли;
- ✓ переселение населенных пунктов из зоны затопления;
- ✓ изменения водных и наземных экосистем и их плодородия;
- ✓ усиление частоты и серьезности заболеваний многими болезнями, особенно в тропических и экваториальных районах и ассоциирующимися с водой (малярия, шистосоматоз, гельминтоз, речная слепота и др.);
- ✓ зарегулирование стока рек приводит к значительному изменению водных экосистем (на месте проточных возникают стоячие водоемы);
- ✓ при значительном смыве с берегов почвы и поступлении бытовых и сельскохозяйственных стоков происходит эвтрофикация вод, что приводит к цветению фитопланктона и последующим заморам;

✓ проходные (мигрирующие из моря в верховья рек или наоборот) рыбы лишаются возможности достичь своих нерестилищ.

Атомные электростанции. АЭС наиболее экологически чистый вид электростанций. Однако процесс безопасной эксплуатации АЭС еще не решен.

К особенностям получения электроэнергии на АЭС относятся (Марфенин, 2012):

✓ продолжительная работа на ограниченном по массе источнике энергии;

✓ возможность обеспечения электроэнергией регионов, находящихся вдали от источников органического топлива или гидроэнергетических ресурсов;

✓ предполагаемая неисчерпаемость ядерного топлива;

✓ возможность одновременного получения материала для создания ядерного оружия;

✓ отсутствие химического загрязнения окружающей среды;

✓ отсутствие негативных экологических последствий, подобных строительству плотин и водохранилищ.

К геоэкологическим рискам АЭС относятся (Марфенин, 2012):

✓ возможность утечки радиации в штатном режиме;

✓ радиоактивная опасность в случае аварии;

✓ сложность безопасного захоронения ядерных отходов;

✓ непродолжительность проектного срока службы комплектующих узлов АЭС;

✓ сложность решения проблемы демонтажа АЭС и обезвреживания радиоактивных конструкций;

✓ достаточно высокая себестоимость получаемой электроэнергии;

✓ довольно ограниченные ресурсы урана для получения ядерного топлива.

3. Пути решения геоэкологических проблем энергетики. Экологически чистые и возобновляемые источники энергии (ВИЭ)

Возможные пути решения геоэкологических проблем энергетики:

1. Экономия энергии. Степень влияния прогресса на экономию энергии можно продемонстрировать на примере паровых машин. Как известно, КПД паровых машин 100 лет назад составлял 3–5 %, а сейчас достигает 40 %. Применение ресурсосберегающих и энергосберегающих технологий обеспечило значительное сокращение потребления топлива и материалов в развитых странах. Меры по экономии энергии и повышению ее эф-

фективности менее успешны в странах с переходной экономикой и развивающихся странах, где промышленность расходует в 2–5 раз больше энергии на ту же величину продукции вследствие того, что оборудование, технологические процессы, транспортные системы и пр., как правило, устарели и нуждаются в модернизации. Больше половины производимой ежедневно энергии теряется вследствие технических особенностей энергетических систем или недостаточно эффективной деятельности человека.

2. Развитие экологически более чистых видов производства энергии. Альтернативные виды энергетики, базирующиеся на использовании возобновляемых источников (солнечный свет, ветер, энергия морских приливов, волнения воды, разности температур поверхностных и глубинных слоев вод океана, геотермальная энергия, энергия специально выращиваемой биомассы). Пока возобновляемые источники дают не более 20 % общемирового потребления энергии. При этом основной вклад вносит гидроэнергетика и использование биомассы (табл. 4.5).

Таблица 4.5

Основные показатели развития ВИЭ в мире
(Эволюция мировых энергетических..., 2015)

Показатель	Единица измерения	2004	2011	2012	2013	2014
Инвестиции в прирост мощностей на ВИЭ (в год)	млрд долл.	39,5	279	249,5	232	270
Мощность ВИЭ	ГВт	800	1355	1470	1578	1712
Гидроэнергия	ГВт	715	960	990	1018	1055
Биомасса (электрогенерация)	ТВт.ч	227	335	350	396	433
Фотоэлектричество	ГВт	2,6	71	100	138	177
Ветряные электростанции	ГВт	48	238	283	319	370
Страны, в которых есть цели по ВИЭ	число стран	48	118	138	144	164

В настоящее время в мире наблюдается тенденция увеличения совокупной мощности солнечных батарей (рис. 4.10).

К особенностям получения энергии с помощью солнечных батарей (СЭС) относятся (Марфенин, 2012):

- ✓ неисчерпаемый источник энергии;
- ✓ отсутствие химического, теплового и радиоактивного загрязнения окружающей среды;

✓ полная независимость энергопотребления от производителей электричества; неприхотливость и долгий срок службы солнечных батарей, в которых отсутствуют движущиеся части;

✓ модульность конструкции, позволяющая монтировать СЭС любой мощности и формы;

✓ возможность расположения СЭС на строениях без использования дополнительной территории.

К геоэкологическим рискам получения энергии с помощью солнечных батарей (СЭС) относятся:

✓ высокая себестоимость получаемой электроэнергии;

✓ неравномерность выработки электричества;

✓ сложности с аккумуляцией электричества для обеспечения непрерывного энергоснабжения;

✓ загрязнение окружающей среды при производстве солнечных батарей и аккумуляторов к ним;

✓ большая площадь, занимаемая солнечными батареями, относительно мощности вырабатываемой ими электроэнергии;

✓ сложности передачи электроэнергии на значительные расстояния, возникающие из-за слабой мощности СЭС.

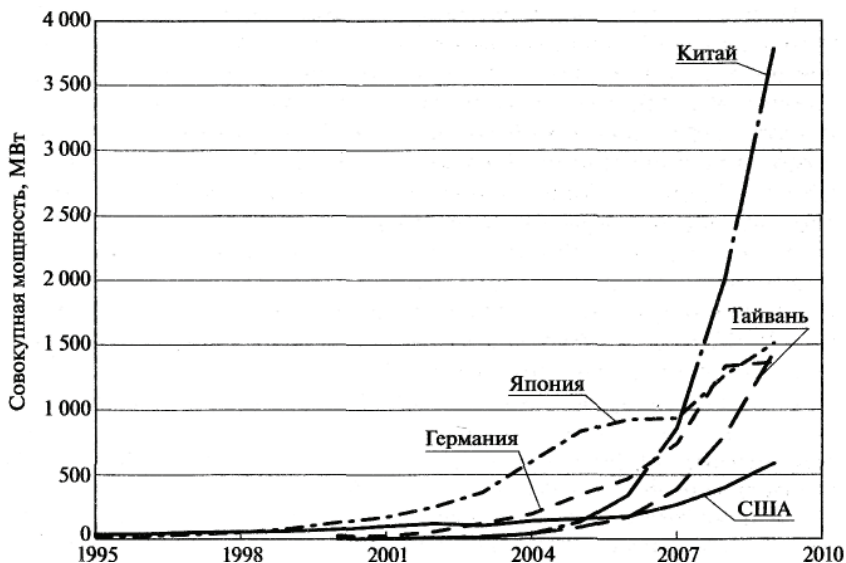


Рис. 4.10. Увеличение совокупной мощности солнечных батарей в разных странах мира в период с 1995 по 2009 г. (по данным Worldwatch, Earth Policy Institute –Eco-Economy Indicator–Solar Power 2010)

Энергия приливов огромна, но рационально использовать ее можно только в тех местах, где уровень приливов очень высок – не менее четырех метров.

К особенностям приливных электростанций (ПЭС) относятся (Марфенин, 2012):

- ✓ неисчерпаемый источник энергии;
- ✓ отсутствие теплового, химического, радиоактивного загрязнений;
- ✓ низкая эксплуатационная стоимость, что со временем снижает себестоимость электроэнергии;
- ✓ в ряде случаев при сооружении ПЭС удастся одновременно повысить привлекательность акватории к водным видам отдыха и привлечь туристов.

К геоэкологическим рискам ПЭС относятся (Марфенин, 2012):

- ✓ малое число подходящих мест для строительства рентабельных ПЭС;
- ✓ отдаленность мест размещения ПЭС от потребителей;
- ✓ большие затраты и значительная продолжительность строительства ПЭС;
- ✓ непостоянство генерируемой электроэнергии;
- ✓ изменение характера водообмена на больших акваториях, что приводит к изменению состава местных водных экосистем.

Кроме Солнца природным источником энергии является и Земля. В ее недрах происходит за счет радиоактивных и химических процессов постоянное высвобождение огромного количества энергии. В среднем на поверхности планеты в секунду выделяется тепло в количестве $0,05 \text{ Вт/м}^2$.

К особенностям получения геотермальной энергетики относятся (Марфенин, 2012):

- ✓ неисчерпаемый источник энергии;
- ✓ возможность совмещения процессов выработки электроэнергии с обогревом домов и добычей некоторых химических элементов, например серы;
- ✓ относительно невысокая себестоимость электроэнергии в местах с большими ресурсами перегретого пара.

К геоэкологическим рискам получения геотермальной энергетики относятся (Марфенин, 2012):

- ✓ ограниченность геотермального ресурса отдельными местами вблизи зон вулканической активности;
- ✓ отдаленность мест размещения ГТЭС от потребителей;
- ✓ наличие теплового, химического, радиоактивного загрязнений при использовании воды и пара, поступающих из гейзеров.

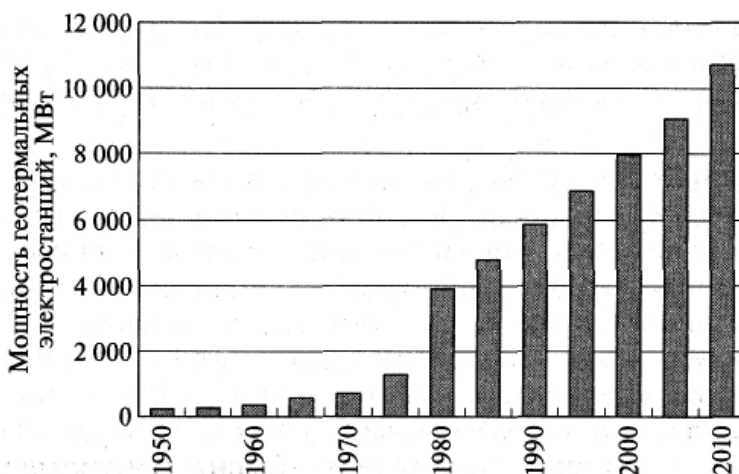


Рис. 4.11. Диаграмма увеличения производства электроэнергии на геотермальных электростанциях в мире с 1950 по 2010 г. (Worldwatch, Geothermal Energy International Market Update (Washington, DC: Geothermal Energy Association, May, 2010))

Ветрогенераторы (ветроэлектрические установки, ВЭУ) – устройство для преобразования кинетической энергии ветрового потока в механическую энергию вращения ротора с последующим её преобразованием в электрическую энергию.

К особенностям ветрогенераторов относятся (Марфенин, 2012):

- ✓ неисчерпаемый и значительный по потенциальным ресурсам источник энергии;
- ✓ возможность независимого размещения ветряных генераторов повсеместно, где ветер достаточно постоянен и силен, в частности в отдаленных арктических, горных районах и на островах;
- ✓ отсутствие химического, теплового и радиоактивного загрязнения окружающей среды.

К геоэкологическим рискам работы ветрогенераторов относятся (Марфенин, 2012):

- ✓ непостоянство генерируемой мощности, в связи с чем требуется: либо подсоединяться к электросетям, либо иметь дополнительную небольшую электростанцию на органическом топливе, либо запасать электроэнергию в аккумуляторах;

- ✓ слишком высокая стоимость современных ветрогенераторов, рассчитанных на автоматическую саморегуляцию и способных выдерживать штормовые натиски ветра;
- ✓ опасность для птиц, не способных заметить быстро вращающиеся лопасти ветрового колеса;
- ✓ создаваемые ветряными генераторами радиопомехи;
- ✓ высокий уровень шумового загрязнения.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Вопросы для самоподготовки студентов к практическому, семинарскому занятию

1. Какие неблагоприятные геоэкологические последствия могут быть связаны с получением электроэнергии на ТЭС, ГЭС и АЭС?
2. Что представляют собой экологически чистые источники получения электроэнергии?
3. Охарактеризуйте особенности эксплуатации и геоэкологические риски тепловых электростанций как источников получения электроэнергии.
4. Охарактеризуйте особенности эксплуатации и геоэкологические риски гидроэлектростанций как источников получения электроэнергии.
5. Охарактеризуйте особенности эксплуатации и геоэкологические риски атомных электростанций как источников получения электроэнергии.
6. Как получают энергию из биомассы?
7. Что представляет собой геотермальная энергия?
8. Каким образом можно использовать энергию приливов?

Типовые задания для текущего контроля успеваемости

Задания для проверки общепрофессиональных компетенций (ОПК-4)

1. Обоснуйте, почему человечество до сих пор не перешло на использование экологически чистых источников получения электроэнергии?
2. Поясните, с чем связаны геоэкологические проблемы энергетики.
3. Объясните суть понятия «прямое и косвенное использование солнечной энергии».

Задания для проверки общепрофессиональных компетенций (ОПК-7)

1. Обоснуйте и поясните основные направления политики энергосбережения (экономии энергоресурсов).

2. Охарактеризуйте основные причины аварий на АЭС.
3. Аргументируйте свою позицию в дискуссии сторонников и противников строительства новых АЭС.

4.3. ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Учебные вопросы

1. Универсальность геоэкологических проблем сельского хозяйства. Аграрные ландшафты.
2. Разнообразие сельскохозяйственных и животноводческих систем.
3. Причины деградации почвенных ресурсов Земли.
4. Понятия «зеленая революция» и «органическое земледелие».

Тезисы ответов

1. Универсальность геоэкологических проблем сельского хозяйства. Аграрные ландшафты

Геоэкологические проблемы сельского хозяйства встречаются во всем мире, являются продуктом не координированных действий миллионов землепользователей, относятся к категории универсальных. В результате сельскохозяйственной деятельности человека возникают трансформированные экосистемы – агроландшафты (агроэкосистемы). В настоящее время они занимают в мире около 50 млн км², или 38 % свободной ото льда суши. Сельское хозяйство обеспечивает 98–99 % массы продуктов питания людей на Земле, в том числе 87 % белкового питания. Поэтому чем выше численность населения и больше его потребности, тем больше геоэкологическая роль сельского хозяйства и тем значительнее его воздействие на экосферу.

В агроландшафтах получение высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур высокого качества возможно лишь на окультуренных почвах, характеризующихся мощным пахотным слоем, значительным содержанием в доступной форме питательных веществ, благоприятной для развития растений реакцией почвенного раствора, а также при условии оптимального водного, воздушного и теплового режимов. В агроландшафтах, как и в естественных (первичных) экосистемах, все компоненты взаимосвязаны и взаимообусловлены. Интенсивное сельскохозяй-

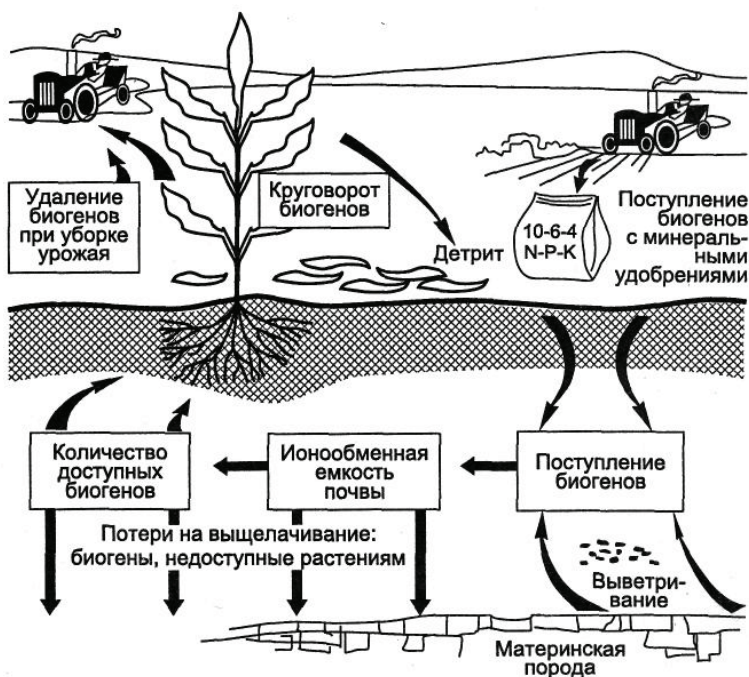


Рис. 4.12. Миграция биогенных веществ в агроландшафтах (агросистемах) (Егоренков, Кочуров, 2005)

ственное использование сопровождается изменением, в первую очередь, биотических компонентов природных комплексов, их трансформацией в особый класс природно-антропогенных образований (агросистемы), тесно связанных с ландшафтом, прежде всего миграцией биогенных веществ (рис. 4.12).

Различают две группы агросистем:

- ✓ собственно сельскохозяйственные ландшафты;
- ✓ сельскохозяйственные ландшафтно-инженерные системы.

Собственно сельскохозяйственные ландшафты – созданные человеком посевы на короткое время предоставлены сами себе и развиваются в соответствии с природными закономерностями. Их специфика заключается в принадлежности к типу кратковременных регулируемых человеком комплексов. Сельскохозяйственные ландшафтно-инженерные системы – более сложные агросистемы, состоящие из собственно сельскохозяйственных ландшафтов и инженерных сооружений (тепличные хозяйства, мелиоративные комплексы).

Практические геоэкологические задачи в области сельского хозяйства:

- ✓ поиск высокоэффективных приемов агротрансформации (систем земледелия), методов создания устойчивых агроландшафтов с учетом перспектив развития сельского хозяйства;

- ✓ выбор критериев управления: максимальная и устойчивая продуктивность агрофитоценоза или выполнение им стабилизирующей или восстановительной природной функции (при использовании, например, подверженных эрозии земель);

- ✓ рациональное использование естественных ресурсов, сохранение динамического равновесия, качества окружающей человека природной среды, повышение эффективности и устойчивости агрокомплекса с учетом природных условий сельскохозяйственных зон, районов и отдельных хозяйств.

Классификация сельскохозяйственных ландшафтов (Мильков, 1984):

- ✓ фитогенные – характеризуются изменением естественной растительности (пашня, пастбища и многолетние насаждения) на месте сведенных лесов;

- ✓ педогенные – обладают измененной коренным образом почвой (сельскохозяйственные угодья на месте осушенных торфяных болот);

- ✓ литогенные – с коренной перестройкой грунта и рельефа (сельскохозяйственные угодья, созданные на месте карьеров после добычи полезных ископаемых);

- ✓ неоландшафты – заново созданные сельскохозяйственные ландшафты (земли в теплицах, польдерные земли).

2. Разнообразие сельскохозяйственных и животноводческих систем

Разнообразие типов сельскохозяйственных систем зависит как от природных условий, так и особенностей применяемых технологий. В простейших системах земледелия агротехнические операции сводятся, к несложной подготовке почвы к посеву, заделыванию зерна во влажную почву, борьбе с сорняками и вредителями, сбору того, что выросло, переработке урожая и сохранению части его в качестве семян для следующего сельскохозяйственного года. С другой стороны, в сложных системах уровень технологии чрезвычайно высок. Например, в польдерах (осушенный и возделанный низменный участок побережья) Нидерландов осуществляется управление оптимальным режимом развития растений (рис. 4.13). Уровень грунтовых вод в польдерах регулируется дренажными устройствами, часто с машинной откачкой воды. Польдеры отличаются высоким плодородием. Уровень капиллярной каймы грун-



Рис. 4.13. Пolderы в Нидерландах (<https://ru.wikipedia.org/wiki>)

товых вод регулируется таким образом, чтобы корни культурных растений постоянно находились в этой зоне, не выше и не ниже, а питательные вещества в почве были бы доступны растению в необходимом, но не чрезмерном количестве.

В Российской Федерации 80 % пolderных угодий расположено в Калининградской области. На этих землях первые систематические мелиоративные работы начались в 1613 году (первыми мастерами были приглашённые немцами голландцы) и продолжались практически непрерывно до наших дней. Около 95 % всего сельскохозяйственного производства области осуществляется на искусственно осушенных землях. К настоящее время в Калининградской области более 60 осушительных насосных станций, откачивающих воду с 66,9 тысячи га, 2006 км магистральных и 5733 км мелких каналов, 454 км водозащитных дамб, 19 шлюзов и 145 мостов. Дренажная сеть проложена на площади в 32 тысячи га, ее длина в общей сложности составляет 18312 км.

Несмотря на свое разнообразие, все сельскохозяйственные системы отличаются одной общей особенностью: оказывают глубокое воздействие на экосистемы и ландшафты. В процессе развития агроэкосистем преобразуется растительность: от естественного покрова – к пашне или пастбищу. Естественный, флористически богатый растительный покров, часто многоярусный, замещается на единственную для данного сезона или года культуру. В сельскохозяйственных системах цикл вещества

разомкнут: вещество забирается человеком из системы в виде урожая, а семена, органические и минеральные удобрения, а также и пестициды, в нее вносятся. Вынос вещества составляет десятки процентов (обычно 40–80 %) от годовой продукции биомассы. При этом, чем продуктивнее агроэкосистема, тем больше отчуждение продукции, и тем система более неустойчива. Антропогенный привнос веществ в агроэкосистему оказывается на один-два порядка больше их естественного поступления. Система, таким образом, коренным образом трансформируется и упрощается. При введении орошения изменяется и тип водного режима: от обычно непромывного к промывному. Водная и ветровая эрозия почв усиливаются на один – три порядка. Почва уплотняется под воздействием сельскохозяйственных машин и орудий. Структура теплового баланса изменяется вследствие изменения как величины альбедо, так и затрат на эвапотранспирацию. Соответственно изменяется и водный баланс, и режим влаги в почве.

Биологические особенности, такие как биомасса, ее прирост, трофические соотношения, видовой состав, включая микроорганизмов и беспозвоночных, коренным образом меняются. Деградация почв и снижение биологической продуктивности наиболее важная геоэкологическая проблема, поскольку рост численности населения связан с ростом потребности в продуктах питания.

Не менее велико разнообразие и животноводческих систем, в зависимости от природных и хозяйственных факторов:

- ✓ по назначению: племенные и товарные;
- ✓ по форме собственности: частная; государственная и их разновидности (коллективная, смешанная и пр.);
- ✓ по источникам поступления кормов: на привозных кормах из государственных ресурсов и на кормах собственного производства;
- ✓ по основной специализации: по производству молока, говядины, свинины, шерсти, яиц, и т.д.;
- ✓ по уровню специализации: с законченным технологическим циклом или специализированные на отдельных стадиях технологического цикла;
- ✓ по размерам: мелкие, средние, крупные;
- ✓ по виду содержащихся животных: фермы крупного рогатого скота, свиноводческие, птицеводческие, зверофермы и др.

В животноводческих агроэкосистемах, по сравнению с сельскохозяйственными, геоэкологические изменения более постепенны. В засушливых районах мира основная геоэкологическая проблема пастбищного скотоводства – постепенное истощение пастбищ, прогрессирующее антропогенное опустынивание вплоть до полного уничтожения растительного и

почвенного покрова. В умеренном поясе основная геоэкологическая проблема пастбищно-стойлового животноводства — загрязнение отходами почвы и воды, накопление отходов на ограниченной территории.

Вследствие эволюции земледелия и животноводства сокращается сложность структуры ландшафтов, их устойчивость снижается и может поддерживаться только благодаря усилиям человека.

3. Причины деградации почвенных ресурсов Земли

Одной из современных экологических проблем планеты является деградация земель — совокупность процессов, которые изменяют состояние почвы, ухудшают ее функции, приводят к утрате плодородия.

Основные типы деградации земель:

- ✓ опустынивание;
- ✓ засоление;
- ✓ эрозия;
- ✓ загрязнение;
- ✓ заболачивание;
- ✓ почвоутомление.

Основные причины деградации почвы:

- ✓ чрезмерное пастбищное животноводство;
- ✓ вырубка лесов и вымирание лесных массивов;
- ✓ чрезмерно активная сельскохозяйственная деятельность;
- ✓ чрезмерная эксплуатация земель;
- ✓ экстремальные явления погоды (засухи, наводнения);
- ✓ загрязнение почв промышленными и бытовыми отходами;
- ✓ использование агрохимии;
- ✓ неправильная технология мелиорации;
- ✓ создание захоронений химического, биологического и ядерного оружия;
- ✓ лесные пожары.

Самый большой ущерб пахотным землям наносит эрозия почв, вызванная водой и ветром (дефляция) (рис. 4.14).

Наиболее подвержены овражной эрозии южные возвышенные территории европейской части России, и северные области Западной Сибири. Это связано с антропогенной деятельностью, наложившейся на благоприятные для развития эрозионных процессов природные условия (рис. 4.15).



Рис. 4.14. Причины деградации почвенных ресурсов Земли (Чебышева, Филиппова, 2004)

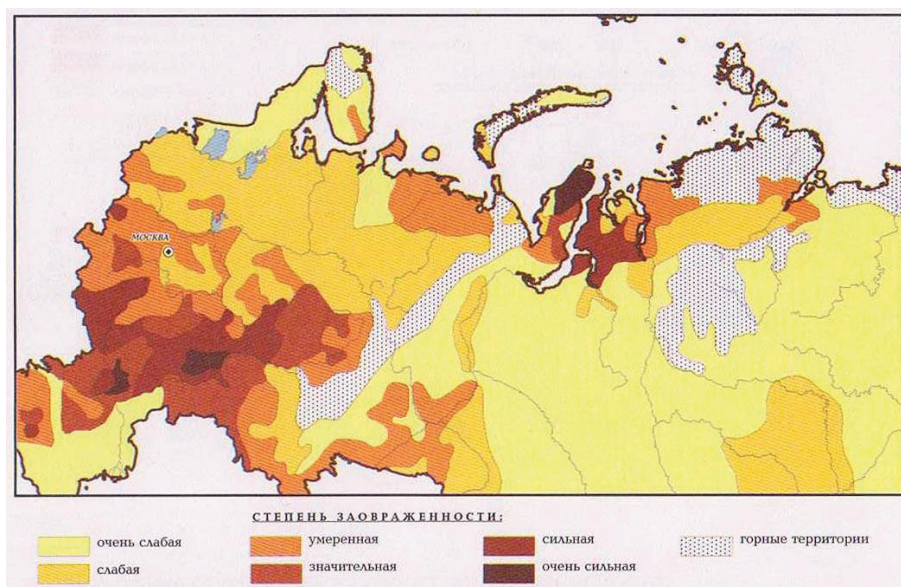


Рис. 4.15. Овражная эрозия на территории России (Бондарев и др., 2004)

4. Понятия «зеленая революция» и «органическое земледелие»

Растущий спрос на продовольствие может быть удовлетворен двумя путями: расширением пахотных площадей и интенсификацией сельского хозяйства. В обоих случаях неизбежно усиление геоэкологических проблем вследствие ухудшения состояния земель и повышения транспорта

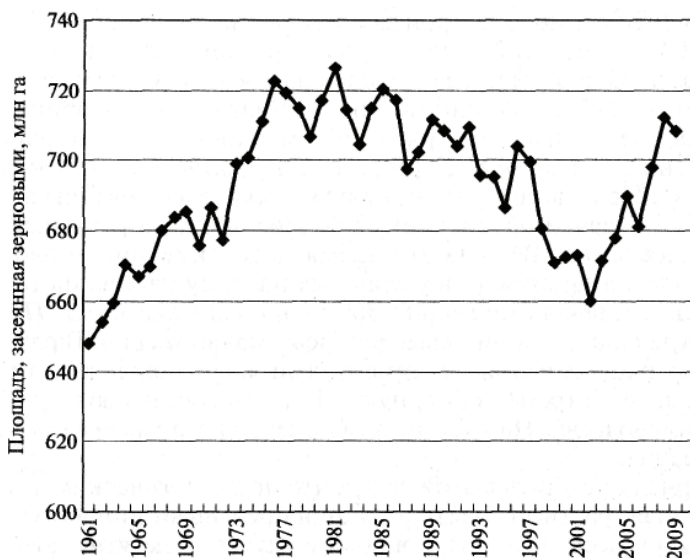


Рис. 4.16. Динамика площадей, занятых в мире зерновыми культурами 1961–2009 гг. (по данным FAO Statistics Division, 2011)

наносов и химических веществ. Таким образом, истинная стоимость продуктов сельского хозяйства (с включением геоэкологических потерь и затрат в величину стоимости) на перспективу будет возрастать.

Первый путь ограничивает несущая емкость территории. Он практически исчерпан (рис. 4.16).

Остается путь интенсификации сельского хозяйства и использования опыта «зеленой революции». Термин «зеленая революция» вошел в употребление в 1950-х гг., означая существенное повышение продуктивности при условии применения в сельском хозяйстве научно-технических достижений:

- ✓ механизации сельского хозяйства;
- ✓ водообеспечения (ирригации);
- ✓ использования минеральных удобрений;
- ✓ применения химических средств защиты растений;
- ✓ выведения новых сортов и пород методами селекции.

Органическое (экологическое, биологическое) сельское хозяйство — новая форма ведения сельского хозяйства, в рамках которой происходит сознательная минимизация использования синтетических удобрений, пестицидов, регуляторов роста растений, кормовых добавок.

В 1970-е гг. во многих экономически развитых странах началось движение части фермеров за производство продуктов питания без использования минеральных удобрений и пестицидов. Такой вид деятельности получил название «органическое земледелие».

В 1972 г. в Версале (Франция) была основана Международная федерация движений органического сельского хозяйства, главной целью которой было распространение информации о его принципах и практике. В 1980-х гг. были разработаны стандарты сертификации органического земледелия. Компания «Control Union Certifications» (штаб квартира компании расположена в Нидерландах) осуществляет сертификацию в сфере органического сельского хозяйства в 130 странах мира, в том числе и в России. Организация сертифицирована по ISO 9001 и имеет зарегистрированные представительства в 43 странах мира. В России компания работает с 1998 года в 19 регионах нашей страны; у нее есть собственные лаборатории в Москве, Новороссийске, Ростове-на-Дону, аккредитованные Госстандартом РФ и GAFTA. «Control Union Certifications» является членом международных торговых ассоциаций: ассоциации по торговле зерновыми и кормовыми культурами (GAFTA), ассоциации по торговле растительными маслами, масличными культурами и жирами (FOSFA), лондонской ассоциации по торговле сахаром (SAL) (<http://www.ecolife.ru/intervju/48038/>). Компания проводит органическую сертификацию по следующим видам: растениеводство (сырье), животноводство, аквакультура, переработка сельхозпродуктов, переработка кормов, посадочный материал и семена.

Детальную информацию о деятельности Союза органического земледелия можно посмотреть на официальном сайте (<https://soz.bio/o-soyuze/>).

С начала 1990-х гг. на розничном рынке в развитых странах начался повышенный рост спроса (на 20 % в год) на продукты, полученные без использования минеральных удобрений, пестицидов и консервантов.

Достижения биологии в области генной инженерии и биотехнологии позволили ученым принципиально изменить подходы к созданию новых сортов, воздействовать непосредственно на генотип и вводить желаемые гены с известными свойствами (сорт картофеля, недоступный колорадскому жуку, сорт многоурожайной сои и др.). На долю генетически модифицированных, или трансгенных растений (соя, кукуруза, хлопок, рапс) приходится уже около четверти всей получаемой по данным видам продукции (рис. 4.17).

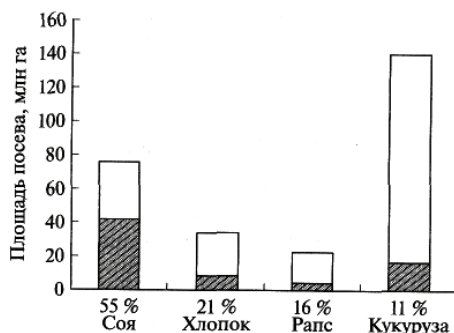


Рис. 4.17. Доля (заштрихована) трансгенных посевов сои, хлопка, рапса, кукурузы в мире в 2003 г (Лебедев, 2005)

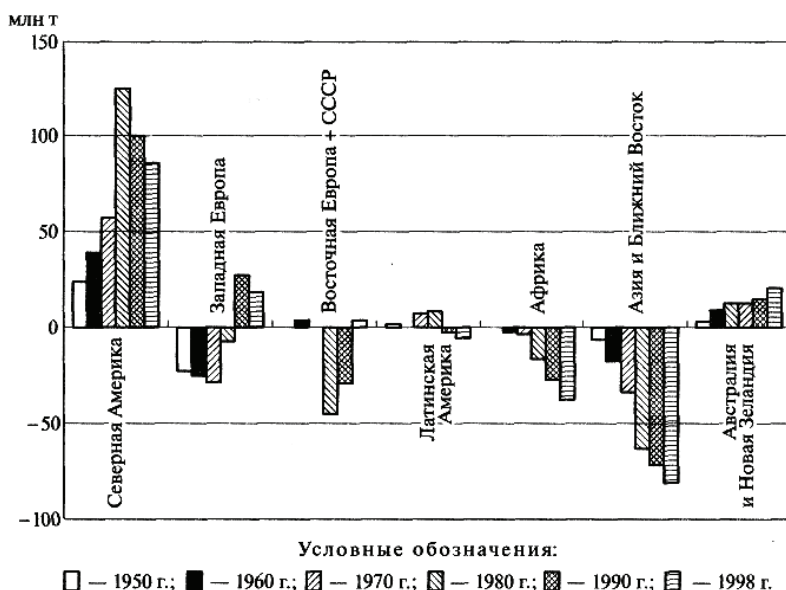


Рис. 4.18. Динамика экспорта (+) и импорта (-) зерна по основным регионам мира с 1950 по 1998 г. (Worldwatch Database, 2000; Марфенин, 2012)

Возможность нерегулируемого распространения пересаженных генов в другие виды, теоретически возможна при перекрестном опылении, поэтому применение методов генной инженерии попадает в разряд потенциально опасных технологий, хотя ученые еще не располагают достоверными фактами реальной опасности их внедрения.

В 2000 г. в Монреале представители 130 стран подписали Картахенский протокол по биологической безопасности (по названию города Картахена в Колумбии, где была подписана в 1999 г. Конвенция по биологическому разнообразию). Картахенский протокол определяет правила международного регулирования производства и распространения генетически модифицированных продуктов (<https://bellona.ru/2007/05/07/kartahenskij-protokol-po-biobezopas/>).

Используя современные агротехнологии страны Западной Европы, во второй половине XX в. за одно десятилетие смогли значительно увеличить объем сельскохозяйственной продукции и превратились из потребителя зерновых в их экспортера (рис. 4.18).

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Вопросы для самоподготовки студентов к практическому, семинарскому занятию

1. В чем заключаются геоэкологические проблемы сельского хозяйства?
2. Какими особенностями характеризуется агроландшафт (агросистема)?
3. В чем специфика сельскохозяйственных ландшафтно-инженерных систем?
4. Что такое фитогенные ландшафты?
5. Чем различаются педогенные и литогенные ландшафты?
6. Что такое неоландшафты?
7. Что такое польдеры? Где они расположены в России?
8. Назовите основные типы деградации почв.
9. Назовите основные причины деградации почв.
10. Что входит в понятие «зеленая революция»?

Типовые задания для текущего контроля успеваемости

Задания для проверки общепрофессиональных компетенций (ОПК-4)

1. Охарактеризуйте возможности научно-технического прогресса в увеличении урожайности.
2. Обоснуйте, почему в современном мире увеличение площади сельскохозяйственных угодий не целесообразно?
3. Объясните, в чем состоит различие понятий «ресурс» и «резерв»?

Задания для проверки общепрофессиональных компетенций (ОПК-7)

1. Объясните, каких негативных последствий возрастания интенсивности сельскохозяйственного производства следует особо опасаться?
2. Охарактеризуйте возможности обеспечения всего человечества продовольственными ресурсами.
3. Обоснуйте, почему деградация почв и снижение биологической продуктивности, наиболее важная геоэкологическая проблема современности?

4.4. ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ РАБОТЫ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ТРАНСПОРТА

Учебные вопросы

1. Экологические проблемы функционирования промышленности. Типы промышленности в зависимости от использования энергии, сырья, материалов и загрязнения окружающей среды.
2. Тяжелые металлы как приоритетные загрязняющие вещества окружающей среды.
3. Экологические последствия различных видов транспорта: авиационного, автомобильного, железнодорожного, водного и др.
4. Методические основы геоэкологической оценки зоны влияния горнодобывающего комплекса.

Тезисы ответов

1. **Экологические проблемы функционирования промышленности. Типы промышленности в зависимости от использования энергии, сырья, материалов и загрязнения окружающей среды**

Геоэкологические последствия промышленного производства можно схематично изобразить в форме своеобразной пирамиды (рис. 4.19). В основании пирамиды расположена добыча и обогащение минерального сырья. В зависимости от содержания полезного компонента часть добываемой руды (иногда около 95 %) идет в отвалы в виде пустой породы, грунта, нестандартной древесины, руды с низкими концентрациями полезного минерала. Менее 10 % сырья достигает следующей стадии переработки. На ранних стадиях металлургического производства, нефтехимической и

химической промышленности, предприятия лесотехнического комплекса (предприятия по производству деловой древесины, целлюлозы и др.) получают промежуточную продукцию. В машиностроении и на предприятиях легкой промышленности из переработанного сырья производят разнообразные механизмы, машины и предметы потребления. На этой стадии доля полезного продукта от исходного количества сырья еще больше сокращается.

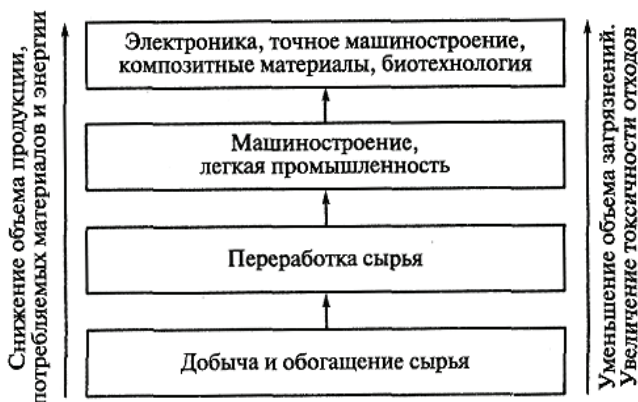


Рис. 4.19. Соотношения типов промышленности, использования природных ресурсов и загрязнения окружающей среды

Наверху производственно-экономической пирамиды находится высшая стадия промышленного производства: производство электроники, микроэлектроники, композитных материалов, продуктов биотехнологии и «высокой технологии». На этой завершающей стадии производства объем используемых материалов сокращается до минимума, но возрастают капиталовложения в высокую квалификацию персонала, передовые технологии и дорогостоящие комплектующие.

Стадия высокой технологии является результатом современной научно-технической революции. Ее развитие невозможно без существования других вышеперечисленных стадий, которые подготавливают сырье к этой стадии: невозможно без металла, а значит, без существования добывающих и металлургических предприятий.

Геоэкологические воздействия промышленности охватывают всю технологическую цепочку, начиная от добычи сырья и заканчивая выпуском конечного продукта, при этом на каждой стадии необходима организация размещения и переработки отходов (табл. 4.6).

Таблица 4.6

Геоэкологические воздействия различных отраслей промышленности (Голубев, 2011 с изменениями)

Вид промышленности	Сырье	Воздух	Вода, качество	Твердые отходы и почва	Риск
Текстильная	Шерсть, синтетика, химические вещества	Пыль, запахи, SO ₂ , HC	БПК, взвеси, соли, токсичные металлы, сульфаты	Промышленные илы	Шум машин, вдыхание пыли
Кожевенная	Шкуры, химические вещества	Запах	БПК, взвеси, сульфаты, хрома	Отстой с содержанием хрома	Шум машин, вдыхание пыли
Черная металлургия	Железная руда, лом, известняк	SO ₂ , NO _x , пыль, HC, CO, H ₂ S, кислотные туманы	БПК, взвеси, нефть, металлы, кислоты, фенол, сульфиды, сульфаты, аммиак, цианиды	Шлак, отходы, промышленные илы	Риск взрывов и пожаров, аварии, контакт с токсичными веществами, пыль, шум
Нефтепереработка	Неорганические химические вещества	SO ₂ , NO _x , HC, CO, запахи, пыль	БПК, ХПК, нефть, фенол, хром, др.	Промышленные илы, использованные катализаторы, смолы	Риск взрывов и пожаров
Химическая	Неорганические и органические вещества	Органические химические вещества, запахи, фреоны	Органические химические вещества, тяжелые металлы, взвеси, цианид, ХПК		Риск взрывов и пожаров возможен контакт с токсичными и опасными веществами
Цветная металлургия	Боксит	Фтор, CO, SO ₂ , пыль	После промывки скрубберов с фтором взвеси, HC	Промышленные илы, облицовка (углерод и фтор)	

Вид промышленности	Сырье	Воздух	Вода, качество	Твердые отходы и почва	Риск
Микроэлектроника	Химические вещества (растворители, кислоты)	Токсичные газы	Отравление почв и грунтовых вод токсичными веществами. Случайные сбросы токсичных веществ	Илы	Риск контакта с токсичными веществами
Биотехнология			Использованные очистные воды, измененные биологические виды	Очистка отравленных почв	Опасность попадания микроорганизмов в среду

Кроме геоэкологического риска, промышленность:

✓ основной потребитель природных ресурсов, в число которых входят металлические и неметаллические, а также горючие полезные ископаемые, продукты сельскохозяйственного производства, энергии различных видов;

✓ источник запланированных и неожиданных (залповых) сбросов вредных газов, твердых отходов и разнообразных жидких стоков.

Некоторые отходы и даже сами продукты производства промышленности являются токсичными и наносят значительный ущерб здоровью человека и окружающей среде. Больше всего выбросов в атмосферу производят энергетика, черная и цветная металлургия (рис. 4.20).

Радиус негативного воздействия полигонов складирования отходов горнодобывающей и горнообогачительной отраслей промышленности может достигать нескольких километров (табл. 4.7).

Для борьбы с неблагоприятными геоэкологическими последствиями промышленного производства существуют два принципиальных подхода:

✓ временный (управление загрязнением на конечной стадии производства; системная перестройка производственного цикла);

✓ долгосрочный (разработка относительно замкнутой системы производства, включающая: экономию сырья, материалов и энергии; увели-

чение степени использования промышленного продукта; полное извлечение полезных продуктов из промышленных отходов).

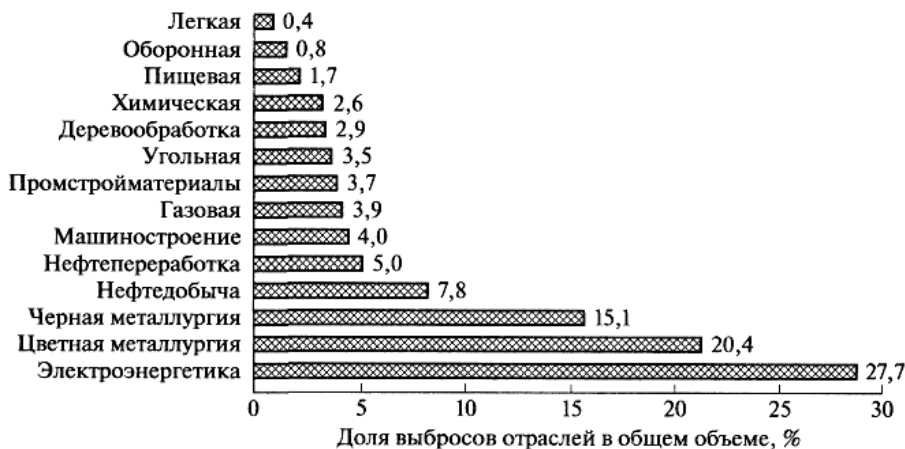


Рис. 4.20. Распределение отраслей промышленности по производящим ими выбросам загрязняющих веществ в атмосферу (Протасов, 2011)

Таблица 4.7

**Радиусы негативного воздействия полигонов складирования
отходов горно-добывающей и горно-перерабатывающей
отраслей промышленности**
(Трофимов, Зилинг, 2002)

Вид воздействия	Радиус воздействия, м
Загазованность (при горении)	Более 300
Распространение токсичного дыма (при горении)	До 10000
Загрязнение почвенно-растительного покрова	До 5 000
Загрязнение подземных вод	Более 5 000
Загрязнение поверхностных вод	Более 10 000
Тепловое загрязнение	До 100
Пылевое загрязнение	До 20 000
«Геодинамическое» (техногенные оползни и другие опасные процессы)	1 000 и более (в случае катастрофических сценариев)
Подтопление территории	Более 1 000
Угнетение растительности	1000–3500

Методы обезвреживания отходов промышленности:

- ✓ ликвидационные методы, используемые исключительно с целью изолировать и по возможности уничтожить увеличивающееся количество отходов без извлечения полезного вторичного сырья (ликвидация на свалках, использование различных отходов в качестве засыпки оврагов, котловин, балок и даже для наращивания площади за счет засыпки подтопленных территорий и на прибрежных частях морских акваторий);

- ✓ частично ликвидационные методы предусматривают сортировку отходов на специализированных заводах и выделение наиболее легко утилизируемых категорий мусора, основная часть мусора сжигается;

- ✓ утилизационные методы, при которых используют все компоненты мусора (пищевые отходы после тепловой обработки поступают на свинофермы; пластмассу, стекло, металлолом, тряпье, бумагу используют как вторичное сырье; древесину, резину и некоторые другие отходы сжигают для получения энергии).

2. Тяжелые металлы как приоритетные загрязняющие вещества окружающей среды

Металлы содержатся в большинстве видов промышленных, энергетических и автотранспортных выбросов в атмосферу и являются индикаторами техногенного воздействия этих выбросов на окружающую среду. Негативное влияние тяжелых металлов на живые организмы и здоровье человека проявляется не только в прямом воздействии высоких концентраций, но и в отдаленных последствиях, связанных с их кумулятивным эффектом.

В химической и технической литературе критериями для выделения тяжелых металлов служат их атомная масса и плотность (Справочник..., 1977), и к тяжелым металлам отнесены 43 элемента Периодической системы Д.И. Менделеева (1869) с атомной массой свыше 50 атомных единиц и плотностью более 5 г/см^3 : Pb, Cu, Zn, Ni, Cd, Co, Sn, Sb, V, Hg и др. Десять из них наряду с металлическими свойствами обладают признаками неметаллов (представители главных подгрупп VI, V, IV, III групп Периодической системы, являющиеся р-элементами).

В геоэкологии и природопользовании, кроме физико-химических свойств элементов, учитывается их токсичность для живых организмов, стойкость и способность накапливаться во внешней среде. Ю.А. Израэль к тяжелым металлам, контроль за которыми необходимо производить в биосферных заповедниках, относит Pb, Hg, Cd, As (Израэль, 1979). По решению Целевой группы по выбросам тяжелых металлов (Европейская экономическая комиссия ООН), занимающейся сбором и анализом ин-

формации о выбросах загрязняющих веществ в европейских странах, к тяжелым металлам отнесены Zn, As, Se и Sb. По классификации Н.Ф. Реймерса (Реймерс, 1990, 1992), тяжелыми следует считать металлы с плотностью более 8 г/см^3 и обладающих токсическим воздействием на живые организмы. К таким Н.Ф. Реймерс относит Pb, Cu, Zn, Ni, Cd, Co, Sb, Sn, Bi, Hg. В прикладных исследованиях геоэкологического характера к этому списку добавляются обычно Ag, W, Fe, Mn, V и некоторые другие элементы.

Суммируя сведения литературных источников, можно выделить, с геоэкологической точки зрения, следующие свойства тяжелых металлов:

- ✓ высокая биохимическая активность большинства тяжелых металлов;
- ✓ токсичность;
- ✓ высокая кумулятивная способность (тенденция к биоконцентрированию);
- ✓ трудность выведения из организма и окружающей среды;
- ✓ высокая миграционная способность;
- ✓ атомная масса выше 40, плотность более 5 г/см^3 .

Антропогенные источники поступления в окружающую среду некоторых тяжелых металлов приведены в табл. 4.8.

Эмиссия тяжелых металлов в составе техногенных выбросов в окружающую среду происходит, чаще всего, в виде их комплексов. Токсическое воздействие комплексов на организмы зависит от состава комплекса, чувствительности организмов (общей и поэлементной), химической формы соединений и других факторов, определяющими являются пропорции микроэлементов, входящих в комплекс. Считается, что из различных сочетаний основных элементов в пыли, выбрасываемой заводами по выплавке цветных металлов, наиболее токсичным является сочетание Cd – Pb – Zn, промежуточное положение занимает Pb – Cu, наименее токсично сочетание Pb – Zn.

Попавшие в окружающую среду соединения тяжелых металлов легко проникают в трофические цепи, накапливаясь в растительных и животных организмах; включаются в метаболические циклы и вызывают разнообразные физиологические нарушения, в том числе на генетическом уровне. Для выведения тяжелых металлов из экосистемы до безопасного уровня требуется весьма продолжительный период времени при условии полного прекращения их поступления. Период полувыведения тяжелых металлов из организма человека обычно составляет многие месяцы.

Биологическая активность тяжелых металлов выводит данную группу загрязнителей на приоритетное место в мониторинговых исследованиях окружающей среды. Физиологическое действие тяжелых металлов на организм человека и животных различно и зависит от природы металла, типа соединения, в котором он существует в природной среде, а также интер-

валом концентраций, при которых возможна нормальная реакция обменных процессов.

Таблица 4.8

Антропогенные источники поступления некоторых тяжелых металлов в окружающую среду (Вредные ..., 1988, 1989; <http://sci.aha.ru/ATL/ra>)).htm)

Элемент	Источники поступления в атмосферу
Pb	Выбросы предприятий электроэнергетики, металлургии, машиностроения, металлообработки, электротехники, химии и нефтехимии, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной, пищевой промышленности, производства стройматериалов, автотранспорта
Zn	Выбросы предприятий цветной металлургии, мусоросжигающих заводов, при стирании покрышек
Cu	Выбросы предприятий цветной металлургии (98,7% всех антропогенных выбросов Cu); сжигание этилированного бензина
Ni	Выбросы предприятий цветной металлургии (97% всех антропогенных выбросов Ni); сжигание топлива
Co	Сжигание топлива
Fe	Выбросы предприятий по производству стройматериалов
Mn	Выбросы предприятий черной металлургии (60% всех выбросов Mn), машиностроения и металлообработки (23%), цветной металлургии (9%), мелкие источники (сварочные работы и др.)
Cr	Выбросы предприятий черной и цветной металлургии (легирующие добавки, сплавы, огнеупоры), машиностроения (гальванические покрытия)
V	Выбросы предприятий электроэнергетики, черной металлургии, автотранспорта

Согласно теории пороговых концентраций В.В. Ковальского (Ковальский, 1982), организм поддерживает гомеостаз только в условиях определенных пределов изменчивости геохимической среды (табл. 4.9).

Таблица 4.9

Пороговые концентрации некоторых тяжелых металлов в почвах, млн⁻¹ (Ковалевский, 1982)

Элемент	Пороговая граница	
	нижняя	верхняя
Zn	30	70
Cu	6–15	60
Co	2–7	30
Mn	400	3000
Sr	–	0–10

Ниже концентрации, соответствующей нижней пороговой концентрации (недостаточное поступление химических элементов в организм), и выше концентрации верхнего порога (избыточное поступление химических элементов), функция гомеостатической регуляции нарушается, что приводит к заболеваниям, мутациям и генотоксическим эффектам (табл. 4.10).

Таблица 4.10

Негативные воздействия токсических концентраций тяжелых металлов на здоровье человека (по Беус и др., 1976; Уотсон, 1986, Протасов, 2011; <http://sci.aha.ru/ATL/ra>)).htm)

Элемент	Негативные воздействия
Pb	Сатурнизм (свинцовое отравление): задержка синтеза протеина в крови (анемия), поражение почек, головного мозга (снижение умственных способностей, агрессивное поведение, конвульсии, бред, сонливость, кома) и периферической нервной системы (нервов мышц), потеря слуха, задержка роста, разрушение костных тканей, параличи, боли в суставах, снижение реакции иммунной системы, нарушение функций сердечно-сосудистой системы, желудочно-кишечного тракта (боли в области живота, потеря аппетита, запоры), снижение репродуктивной функции. Обладает способностью проникать через плаценту и накапливаться в грудном молоке. Усиливает в 5 раз канцерогенный эффект углеводов (бензапирена, бензола, винилхлорида и др.). Повышает токсический эффект других металлов
Zn	Анемии. Повышает токсический эффект других тяжелых металлов
Cu	Интоксикации, анемии, гепатит, органические изменения в тканях, распад костной ткани
Ni	Дерматиты, экземы, витилиго, респираторные заболевания, астматические бронхиты, бронхиальная астма, астено-невротические расстройства, нарушение синтеза белка, ДНК и РНК, нарушение функций сердечно-сосудистой системы. Соединения Ni принадлежат к 1 группе канцерогенов: раковые заболевания полости рта, горла, легких, бронхов, почек, толстой и прямой кишки, саркома
Co	Токсический миокардит
Fe	При систематическом вдыхании воздуха, содержащего железосодержащую пыль, сидероз, пневмосклероз
Mn	Нейротоксические эффекты (утомляемость, сонливость, снижение скорости реакции, работоспособности, головокружение, депрессивные, подавленные состояния), прогрессирующее поражение ЦНС: пневмонии: нарушение процессов внутренней структуры костей: токсикозы беременных; развитие идиотии у эмбрионов

Cr	Дерматиты, экземы, аллергические реакции; раздражение верхних дыхательных путей, астматические бронхиты, бронхиальная астма, диффузный пневмосклероз: астено-невротические расстройства (головная боль, слабость, диспепсия, потеря в весе и др.); нарушение функций желудка (гастрит, язвенная болезнь), печени (гепатит), поджелудочной железы Соединения Cr(VI) и Cr(III) – канцерогенны: рак легких, бронхов
V	Местные воспалительные реакции кожи и слизистых оболочек. Астма, экземы, лейкопения, анемия, замедление роста, диарея

3. Экологические последствия различных видов транспорта: авиационного, автомобильного, железнодорожного, водного и др.

При оценке геоэкологической нагрузки транспорта надо учитывать не только приносимую им пользу, но и ущерб, наносимый в результате расходования сырья и материалов, необходимых для производства самого транспорта, так и для создания элементов транспортной инфраструктуры. Транспорт загрязняет токсичными веществами воздух и воду создает шум и вибрацию, поглощает большую площадь земельных ресурсов для создания магистралей, мест стоянок, трубопроводов, складов, вокзалов, морских и воздушных портов (табл. 4.11).

Таблица 4.11

Выбросы в атмосферу загрязняющих веществ транспортом России, % от общей суммы (Розенберг, Краснощеков, 1996)

Вид транспорта	Оксиды серы	Оксиды азота	Оксиды углерода
Автомобили	69,0	83,8	84,5
Самолеты	6,2	6,9	1,4
Железнодорожный	18,6	8,8	132,9
Морской	6,2	0,5	0,2

В крупных городах миссия выхлопных газов автомобилей составляет не менее 70 % всего загрязнения воздуха, следствием чего является аномальное содержание в почве свинца и никеля (рис. 4.21).

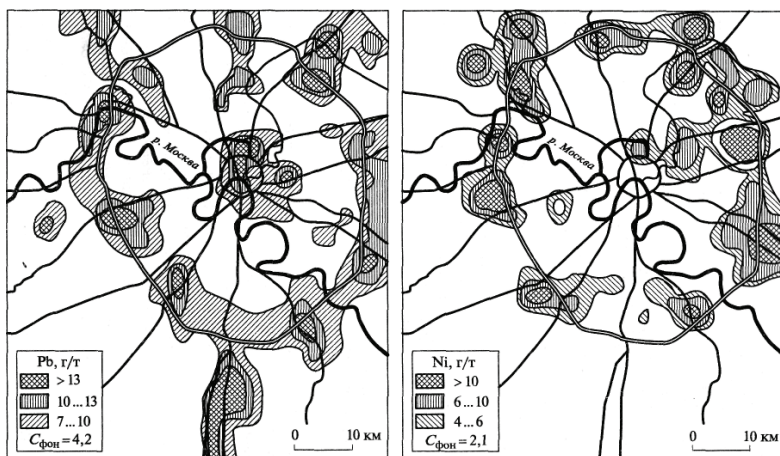


Рис. 4.21. Аномальные содержания свинца и никеля в почвах г. Москва и Московской обл. (Воробьев, Самаев, 2002)

Загрязнение воздуха одна из серьезных геоэкологических проблем, связанная с транспортом (рис. 4.22).



Рис. 4.22. Содержание различных веществ в приземном слое воздуха в США (Марфенин, 2012)

4. Методические основы геоэкологической оценки зон влияния крупных промышленных объектов

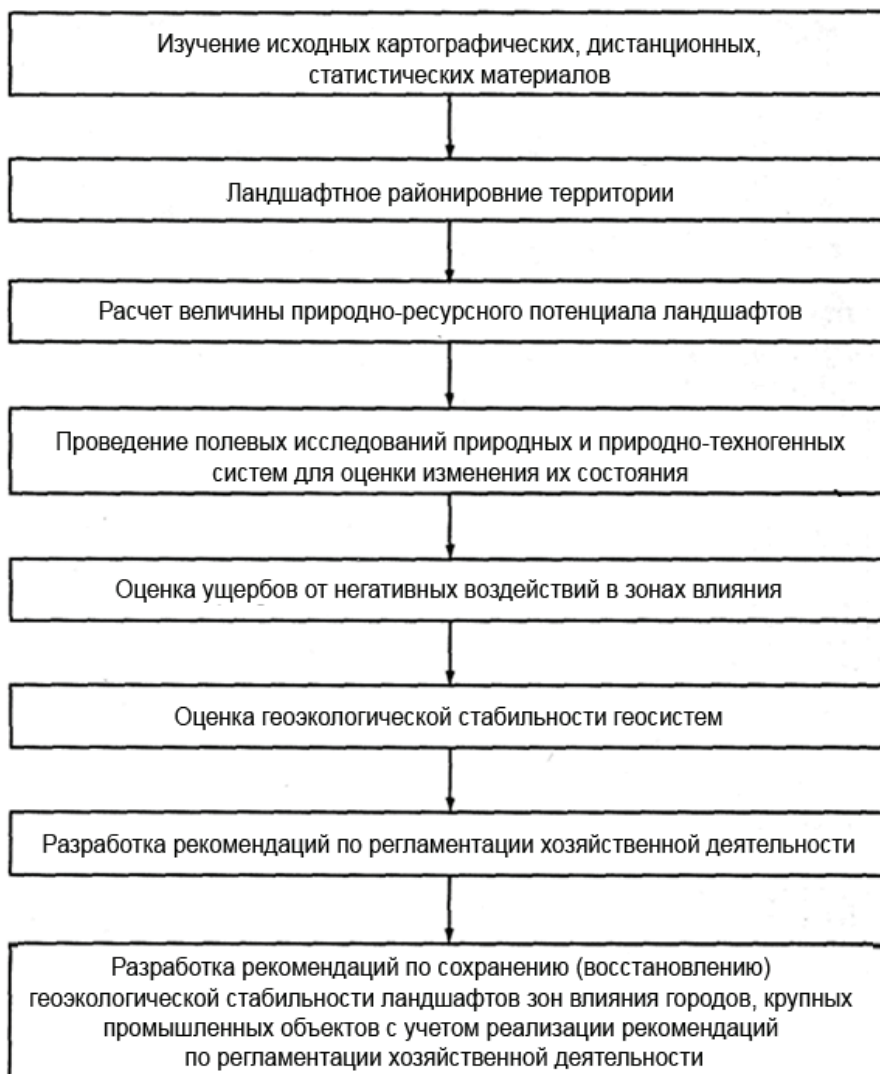


Рис. 4.23. Геоэкологическая оценка зон влияния крупных промышленных объектов (Заиканов, Минакова, 2008)

Объектами геоэкологической оценки зон влияния городов и крупных промышленных объектов являются природные и природно-техногенные системы крупного и среднего ранга. При крупномасштабных исследованиях зона влияния устанавливается методом полевых наблюдений, при среднемасштабных – на основании анализа картографических, дистанционных и статистических материалов, а также рекогносцировочного обследования территории. Алгоритм проведения такой оценки представлен на рис. 4.23.

Оценка природно-ресурсного потенциала (B^r) территорий регионов проводится по формуле:

$$B_m^r = \sum S_{im} \cdot N_{im} \cdot k_{li} \cdot k_{2i} \cdot c_i \quad (7)$$

где m – индекс природной (природно-техногенной системы);

i – индекс природного компонента (ресурса);

S_{im} – площадь (объем) i -го природного компонента в m -й системе;

N_{im} – удельная нормативная оценка i -го природного компонента в m -й системе;

k_{li} – коэффициент кислородопродуцирования i -го природного компонента;

k_{2i} – коэффициент приведения стоимостной оценки i -го природного компонента к годовой размерности;

c_i – индекс цен для нормативной оценки i -го природного компонента.

На основе физико-географического районирования территории изучаются функциональная организация и состояние территории: размещение отвалов, отходов производства, степень загрязнения, захламления, подтопления и т.п. примыкающих угодий; изменение биоценозов, условий водоснабжения населенных пунктов и др. Негативное воздействие на все компоненты природных и природно-техногенных систем в зоне влияния проявляется в формировании техногенного рельефа, возникновении и активизации экзогенных геологических процессов, изменении гидрогеологического режима, изъятии земель из лесо- и сельскохозяйственного использования, усложнении конфигурации хозяйственных угодий. Это приводит к увеличению транспортных издержек и загрязнению. Последствия негативного воздействия измеряются величиной экономического ущерба (B^y) от техногенного воздействия по формуле:

$$B_m^{ya} = S_{xm} \cdot N_x \cdot c_x + S_{lm} \cdot N_l \cdot c_l + \sum V_{jm} \cdot N_j \cdot c_j + N_t \cdot c_t + F_m \cdot N_f \quad (8)$$

где B^{ya} – ущерб от техногенного воздействия на компоненты m -й системы;

S_x – площадь зоны химического загрязнения вдоль дороги в m -й системе;

N_x – удельная нормативная величина годового ущерба от химического загрязнения транспортом;
 c_x – индекс цен для нормативной величины от химического загрязнения транспортом;
 S_{lm} – площадь зоны вибрационного влияния дорог в m -й системе;
 N_l – удельная нормативная величина годового ущерба от вибрационного воздействия транспортом;
 c_l – индекс цен для нормативной величины ущерба от вибрационного воздействия;
 V_{jm} – годовой объем выбросов (сбросов) вредных веществ j -го вида предприятия в m -й системе;
 N_j – удельная нормативная величина ущерба от выбросов(сбросов);
 c_j – индекс цен для нормативной величины ущерба от выбросов (сбросов);
 S_{tm} – площадь нарушенных земель в m -й системе;
 N_t – удельная нормативная величина затрат на рекультивацию нарушенных земель;
 c_t – индекс цен для затрат на рекультивацию нарушенных земель;
 F_m – объем промышленно-бытовых отходов на свалках в m -й системе;
 N_f – удельная годовая нормативная величина ущерба от свалок промышленно-бытовых отходов.

Расчет величины ущерба осуществляется по каждому природному компоненту и хозяйственному объекту в зоне влияния. Оценка величины натурального ущерба при крупномасштабных исследованиях производится прямым расчетом или методом контрольных районов, при среднемасштабных исследованиях – путем привлечения данных по территориям-аналогам и нормативных показателей. Кроме того, рассчитывается ущерб от активации экзогенных геологических процессов:

$$B_m^{yz} = \sum_i \sum_q S_{im} \cdot k_{qim} \cdot N_{im} \cdot k_{2i} \cdot k_{3i} \cdot c_i \quad (9)$$

где q – индекс геологического процесса;
 S_{im} – площадь (объем) i -го природного компонента в m -й системе;
 k_{qim} – коэффициент распространения q -го процесса;
 N_{im} – удельная нормативная оценка i -го природного компонента в m -й системе;
 k_{2i} – коэффициент приведения стоимостной оценки i -го природного компонента к годовой размерности;
 k_{3i} – коэффициент потери плодородия (продуктивности) i -го природного компонента;
 c_i – индекс цен для нормативной оценки i -го природного компонента.

Далее определяют современную стабильность (B^c) геозкосистем как разность величин оценки природно-ресурсного потенциала и ущерба:

$$B_m^c = B_m^r - B_m^y \quad (10)$$

где B^c – современная геозкологическая стабильность территории;

B^r – величина природно-ресурсного потенциала;

B^y – величина ущерба от техногенного воздействия и активизации экзогенных геологических процессов.

На основании полученных оценок даются рекомендации по оптимальному природопользованию, в том числе устанавливается возможность расширения города или деятельности промышленного объекта (при высоком уровне стабильности систем) или необходимость принятия срочных мер по снижению техногенного воздействия (при преобладании нестабильных систем).

Рассмотрим пример проведения геозкологической оценки в зоне влияния горнодобывающего комплекса. Модельная территория расположена в пределах лесной зоны Европейской части России. На рис. 4.24а представлены результаты геозкологической оценки фрагмента территории до начала освоения месторождения. Оценка производилась по четырем выделенным ландшафтам по номерам 16–19.

Их природная характеристика представлена в легенде: лесной массив (16-й ландшафт) отличается максимальным уровнем стабильности. Для 17-го ландшафта характерны средняя степень хозяйственной освоенности, невысокая распаханность территории и высокий уровень стабильности. При большей освоенности территории 18-й ландшафт отличается средним уровнем стабильности, а 19-й ландшафт, вследствие значительного антропогенного воздействия – минимальным уровнем стабильности.

Технология добычи и переработки полезного ископаемого в рассматриваемом примере привела к формированию карьерных выемок глубиной до 20 м, заполненных внутренними гребневидными отвалами относительной высотой 15 м, изменению режима подземных вод. Кроме того, на прилегающей к предприятию территории произошло резкое ухудшение состояния природных компонентов. Это привело к необходимости проведения геозкологических исследований на более низком таксационном уровне геосистем – групп урочищ.

Были проанализированы различные группы урочищ в зоне влияния горнодобывающего комплекса и выполнена оценка изменения состояния отдельных природных компонентов. В результате установлено, что в меньшей степени изменилось состояние в следующих группах урочищ:

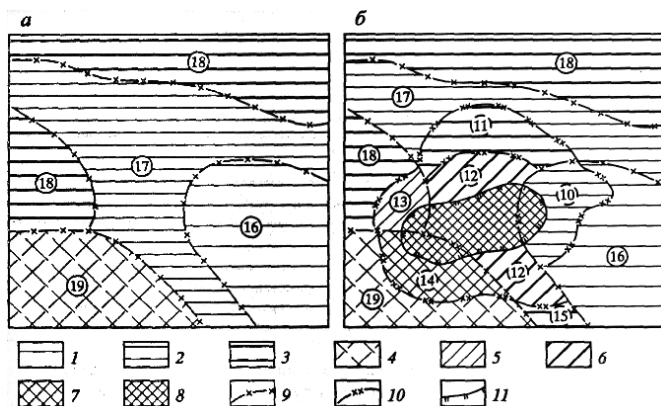


Рис. 4.24. Пример геоэкологической оценки территории горнодобывающего комплекса: а – до освоения месторождения; б – в процессе функционирования горнодобывающего комплекса (Заиканов, Минакова, 2008)

Уровень геоэкологической стабильности: 1 – максимальный; 2 – высокий; 3 – средний; 4 – минимальный. *Уровень геоэкологической нестабильности:* 5 – минимальный; 6 – средний; 7 – высокий; 8 – горнодобывающий комплекс, территория с полностью уничтоженной природной структурой; 9 – граница ландшафтов; 10 – граница групп урочищ; 11 – граница горнодобывающего комплекса

уровень стабильности понизился на одну градацию: от максимального к высокому (10-я группа урочищ) и от высокого к среднему (11-я и 15-я группа урочищ). Большие преобразования произошли в группах урочищ, непосредственно прилегающих к горным выработкам: они перешли из разряда стабильных в разряд нестабильных. На карте (рис. 4.24б) визуализирована общая картина изменений: 12-я группа урочищ в пределах 17-го ландшафта с высоким уровнем стабильности оказалась в ранге средней нестабильности; 13-я группа урочищ в пределах 18-го ландшафта со средним уровнем стабильности оказалась в ранге минимальной нестабильности; 14-я группа урочищ в пределах 19-го ландшафта, находящегося еще до строительства горнодобывающего комплекса в переходной стадии, стала отличаться уровнем высокой нестабильности.

Таким образом, в результате геоэкологической оценки получено преобладание нестабильных систем, следовательно, нужно дать рекомендации по принятию срочных мер для снижения техногенного воздействия горнодобывающего комплекса.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Вопросы для самоподготовки студентов к практическому, семинарскому занятию

1. В чем заключаются геоэкологические риски основных отраслей промышленности?
2. Назовите основные промышленные отрасли, вносящие максимальный вклад в загрязнение воздуха.
3. Какими особенностями характеризуются геоэкологические проблемы транспорта?
4. Назовите основные группы методов обезвреживания отходов промышленности.
5. Какие отрасли промышленности в наибольшей мере загрязняют атмосферу?
6. Какие отрасли промышленности в наибольшей мере загрязняют гидросферу?
7. Какие отрасли промышленности в наибольшей мере загрязняют педосферу?
8. Назовите основные подходы для ликвидации неблагоприятных геоэкологических последствий.
9. Какие вещества являются главными загрязнителями воздуха?
10. В чем состоит опасность синтетических новых веществ (ксенобиотиков)?
11. В чем опасность тяжелых металлов для здоровья человека?
12. Каковы особенности загрязнения пресных вод промышленностью?
13. Какова последовательность этапов геоэкологической оценки зон влияния крупных промышленных объектов?

Типовые задания для текущего контроля успеваемости

Задания для проверки общепрофессиональных компетенций (ОПК-4)

1. Поясните, почему многочисленные источники слабого разрозненного загрязнения не менее опасны, чем мощное промышленное загрязнение?
2. Охарактеризуйте основные типы реакций биотрансформации загрязняющих веществ в водных и почвенных экосистемах.
3. Обоснуйте основные технологические подходы, необходимые для действительного снижения объема, массы и токсичности твердых отходов.

Задания для проверки общепрофессиональных компетенций (ОПК-7)

1. Объясните, какие отрасли промышленного производства по экологической опасности занимают лидирующие позиции?
2. Охарактеризуйте локальные и региональные геоэкологические воздействия транспорта.
3. Сформулируйте и объясните основные направления координированной общемировой стратегии сокращения загрязнения воздуха опасными составляющими выхлопных газов автомобилей.

ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ГЕОЭКОЛОГИЯ»

1. Геоэкология: система наук об интеграции геосфер и общества. Особенности геоэкологического подхода к изучению природных систем.
2. Области исследования науки геоэкологии. Цель, задачи, объекты изучения.
3. Системный характер геоэкологических проблем. Глобальные и универсальные проблемы геоэкологии.
4. Методы и принципы геоэкологических исследований
5. Концепция эколого-геологического картографирования. Основные уровни картирования геопотенциалов.
6. Группы эколого-геологических карт (параметрические, аналитические, синтетические, оценочные, оценочно-прогнозные).
7. Четыре этапа геоэкологического картирования.
8. Основные принципы и задачи среднемасштабного геоэкологического исследования и картирования.
9. Этапы среднемасштабных геоэкологических работ (подготовительный, полевой, камеральный).
10. Понятие несущей способности (потенциальной емкости) территории.
11. Принципиальная схема оценки эколого-хозяйственного баланса территории.
12. Классификация земель по степени антропогенной нагрузки. Коэффициенты абсолютной и относительной напряженности эколого-хозяйственного состояния территории.
13. Концепция эколого-хозяйственного баланса территории: цель, задачи, механизмы (условия).
14. Экосфера как сложная динамическая саморегулирующаяся система.
15. Современные концепции взаимоотношения человека, общества, природы.
16. Геоэкологическая роль технического прогресса. Показатели природоемкости экономики (отраслей промышленности), ущербоемкости и отходоемкости производства.
17. Понятие «экоэффективности», показатель экоэффективности. Анализ экоэффективности (MIPS-анализ).
18. Основные группы методов управления в сфере природопользования.
19. Тяжелые металлы как приоритетные загрязнители окружающей среды.

20. Влияние основных групп социально-экономических факторов на экологические функции геосфер.
21. Население мира как геоэкологический фактор.
22. Геоэкологические последствия работы промышленности.
23. Гомеостаз (экологический баланс) экосферы. Роль живого вещества.
24. Геоэкологические особенности энергетики.
25. Геоэкологические особенности урбанизации.
26. Геоэкологические последствия работы транспорта.
27. Геоэкологические последствия сельскохозяйственного производства.
28. Геоэкологические проблемы использования водных ресурсов.
29. Геоэкологические проблемы использования почвенных ресурсов.
30. Объекты геоэкологического исследования: природные (геоэкосистемы) и природно-техногенные системы. Ранг геосистем.
31. Принципы геоэкологической оценки территорий регионов, городов, рекреационных зон, предприятий.
32. Понятия геоэкологической стабильности (опасности), геоэкологической нестабильности территорий.
33. Особенности и критерии геоэкологической оценки территорий регионов.
34. Особенности и критерии геоэкологической оценки городских территорий.
35. Алгоритм проведения комплексной геоэкологической оценки зон влияния крупных промышленных объектов.
36. Характеристики, используемые для оценки эколого-хозяйственного состояния территории.
37. Основные загрязнители атмосферного воздуха в России.
38. Ресурсные функции и проблемы экосферы.
39. Геоэкологические аспекты глобальных кризисных ситуаций: деградация систем жизнеобеспечения экосферы.
40. Международное сотрудничество по глобальным проблемам геоэкологии.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Цель фонда оценочных средств: предназначен для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Геоэкология».

Фонд оценочных средств включает контрольные материалы для проведения текущего контроля в форме устных и письменных ответов на вопросы *контрольных работ*, проводимых на практических занятиях; *контрольные задания*, включающие управление нарушенными человеком функциональными звеньями геопространства с учетом их внутренней природной специфики, особенностей антропогенных изменений; *практические контрольные задания* (описывающие проблемные и нестандартные геоэкологические ситуации) и промежуточной аттестации в форме вопросов и заданий к экзамену. Перечень видов оценочных средств соответствует рабочей учебной программе дисциплины.

Перечень контрольных заданий и иных материалов, необходимых для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности

Перечень контрольных вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-4

1. Что изучает геоэкология и экологическая геология?
2. Какие задачи решают геоэкология и экологическая геология?
3. Какие этапы взаимодействия человека и природы выделяются в истории человеческого общества?
4. Что означает термин «экологическая функция»?
5. Каковы экологические функции педосферы?
6. В чем заключаются экологические функции атмосферы?
7. Какую экологическую роль играет, и какую нагрузку несет Мировой океан?
8. Каковы экологические функции литосферы?
9. В чем заключается влияние численности населения на экологические функции геосфер?
10. Как связаны между собой современный энергетический кризис и состояние техносферы?

11. По каким принципам можно классифицировать источники техногенеза?
12. Какие геоэкологические проблемы характерны для современных крупных городов?
13. Какие техногенные вещества загрязняют окружающую среду в черте города?
14. Что такое «асидификация атмосферы»?
15. Какие пути миграции техногенных веществ наиболее распространены?
16. Каково строение земной коры?
17. Что такое литосфера?
18. Что означает понятие «геологическая среда?»
19. В чем состоит экологическая функция литосферы?
20. Какова ресурсная и геодинамическая роль литосферы?
21. Каковы последствия антропогенного воздействия на геологическую среду?
22. Что понимается под устойчивостью геосистем?
23. Какую негативную геоэкологическую роль играют извержения вулканов и землетрясения?
24. Какие ландшафты и формы рельефа создаются в результате антропогенной деятельности?
25. В чем заключается активизация процессов внешней экзодинамики в период антропогенной деятельности?
26. В чем заключаются основные экологические функции океана?
27. На чем основано представление о важности населения как геоэкологического фактора?
28. Каковы положительные и отрицательные стороны сельскохозяйственного производства?
29. Какое воздействие оказывают городские и сельские жители на природные ландшафты?
30. В чем заключается ресурсная функция океана?
31. Как происходит загрязнение поверхности гидросферы?
32. Как происходит загрязнение вод подземной гидросферы?
33. Какие металлы более всего загрязняют речные системы?
34. В чем заключаются геоэкологические проблемы сельского хозяйства?
35. С чем связаны геоэкологические проблемы энергетики?
36. Какова геоэкологическая роль промышленности и транспорта?

37. Дайте общую характеристику геосфер Земли.
38. В какой геосфере Земли осуществляется хозяйственная деятельность общества?
39. Дайте характеристику основных видов ландшафтов, принятых в геоэкологии.
40. Охарактеризуйте основные принципы построения классификации техногенного воздействия на окружающую среду.
41. В чем заключается ресурсоемкость и энергоемкость производства?
42. В чем заключается техногенез основных отраслей промышленности?
43. Как связаны между собой состояние окружающей среды в мире с демографической ситуацией?
44. Дайте характеристику связи между экологической устойчивостью среды и уровнем антропогенной нагрузки.

Практические задания для оценки компетенции ОПК-4

Задание 1. Выделите плюсы и минусы зарегулирования стока великих рек.

Задание 2. Предложите пути повышения геоэкологического потенциала биосферы.

Задание 3. Опишите основные геоэкологические факторы здоровья человека.

Задание 4. На модели Всемирного процесса демографического перехода предложенной Фрэнком Ноутстайном (1945) (рис. Ф-1) дайте анализ стадиям развития человечества в настоящее время. Для каждой стадии перехода объясните взаимосвязь процессов: роста населения, социального прогресса и экономического развития. Обоснуйте закономерность и неизбежность явления «демографического перехода» на современном этапе развития человечества.

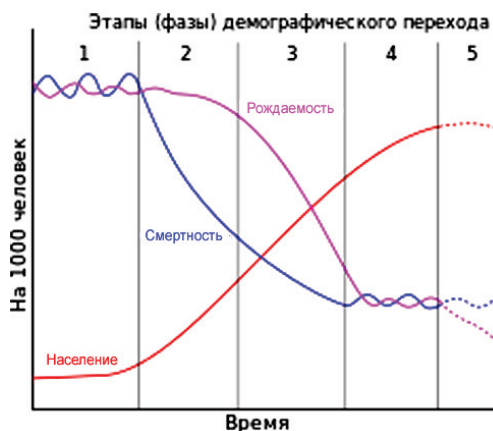


Рис. Ф-1. Концепция демографического перехода (<https://ru.wikipedia.org/wiki/>)

Задание 5. Изучите и проанализируйте динамику численности населения (рис. Ф-2) и среднегодовой коэффициент прироста населения (рис. Ф-3) развитых и развивающихся стран мира с 1950 до 2010 гг.

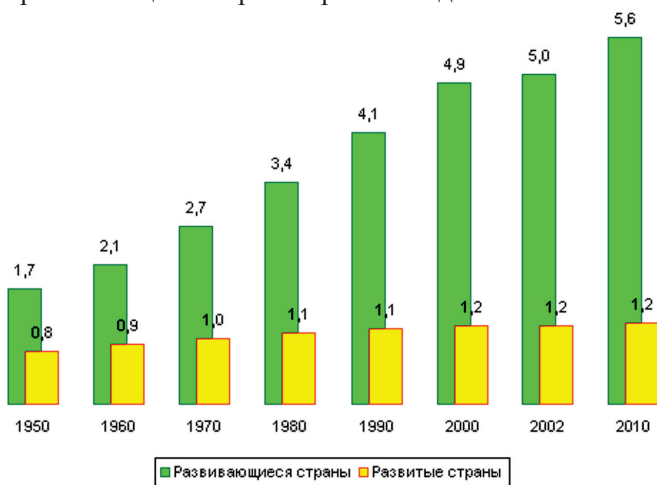


Рис. Ф-2. Изменение численности населения развитых и развивающихся стран, 1950-2010, миллиардов человек

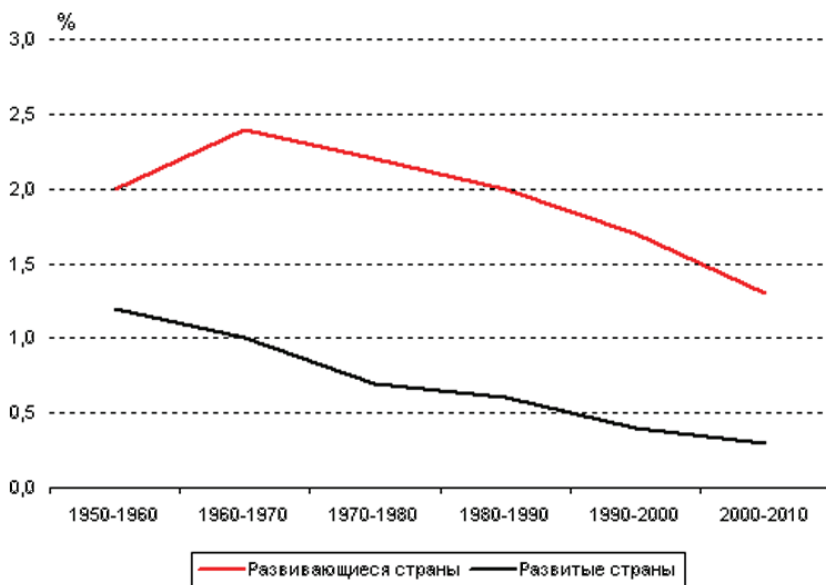


Рис. Ф-3. Среднегодовой коэффициент прироста населения развитых и развивающихся стран мира, 1950-2010 гг., в %

Какие факторы способствуют снижению смертности? Какие факторы способствуют снижению рождаемости? Охарактеризуйте особенности изменения динамических показателей численности населения в развитых (развивающихся) странах.

Разбор геоэкологических ситуаций для оценки сформированности компетенции ОПК-4

1. Геоэкологическое картирование территории России.
2. Геоэкологическое прогнозирование.
3. Геоэкологические особенности урбанизации.

Типовые задания для текущего контроля сформированности компетенции ОПК-7

Перечень контрольных вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-7

1. Антропогенное преобразование ландшафтов (геоэкосистем).
2. Природная устойчивость и самоочищающая способность геоэкосистем.
3. Миграция отдельных загрязнителей в биокосных системах.
4. Современная дестабилизация биосферы.
5. Развитие геоэкосоциосистем.
6. Комплексное районирование территории России по экологической и социально-экономической ситуации.
7. Концепция устойчивого экологически сбалансированного развития биосферы.
8. Основные предпосылки устойчивого (поддерживающего) развития экосистем России.
9. Концепция эколого-хозяйственного баланса территории.
10. Социально-экологические факторы развития и их воздействие на геосферу.
11. Геоэкологические аспекты природно-антропогенных систем.
12. Управление водными ресурсами.
13. Управление геологической средой.
14. Неустойчивая биосфера и устойчивое развитие.
15. Неблагоприятные геодинамические процессы.
16. Последствия антропогенного воздействия на геологическую среду.
17. География населения и природные ресурсы.
18. Техногенез как экологический фактор окружающей среды.

Практические задания для оценки компетенции ОПК-7

Задание 1. Охарактеризуйте геоэкологические особенности работы автотранспорта.

Задание 2. Выделите и опишите геоэкологические проблемы использования водных ресурсов.

Задание 3. Охарактеризуйте геоэкологические последствия сельскохозяйственного производства.

Задание 4. Проанализируйте геоэкологические последствия развития сельского хозяйства.

Задание 5. На рисунке Ф-4 представлен один из возможных сценариев развития человечества (Медоуз и др., 1994), основанный на потреблении невозобновляемых ресурсов с существующими в настоящее время уровнями развития технологий и политических усилий.

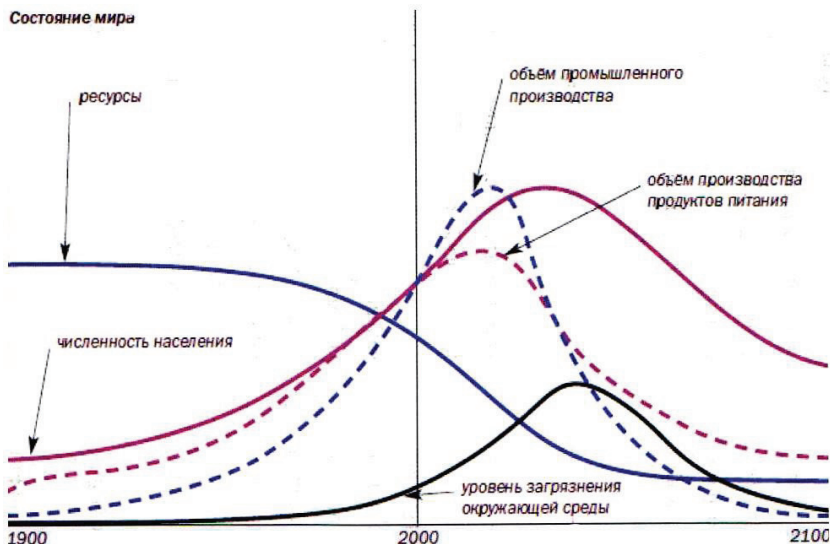


Рис. Ф-4. Прогноз динамики развития человечества с учетом ключевых характеристик: численности народонаселения, объема производства продуктов питания, минеральных ресурсов, уровня загрязнения окружающей среды (Медоуз и др., 1994)

С использованием, представленных на графике показателей, опишите состояние мира и его развитие: а) с 1900 по 2000 гг.; б) с 2000 по 2100 гг. Сделайте прогноз: каким будет мир к 2100 году? В чем Вы видите причины изменений, происходящих в мире?

В расчетном 1990 году взяты условно следующие показатели: численность населения 1,6 млрд. чел. Невозобновляемые ресурсы – 100 %. Уровень загрязнения среды – 1 у.е. (на максимуме – 50 у.е.). Объем промышленного производства – 1 у.е. (на максимуме – 100 у.е.). Объем производства продуктов питания – 10 у.е. (на максимуме – 60 у.е.)

Разбор геоэкологических ситуаций для оценки компетенции ОПК-7

1. Антропогенное преобразование ландшафтов, формирование природно-антропогенных геоэкосистем разных типов в мире; в США; в Центральной Африке; в юго-восточной Азии; в Европейской части России.

2. Экологическое состояние и самоочищающая способность морей, омывающих Россию.

3. Миграция тяжелых металлов в биокосных системах (на примере Европейской части России).

4. Специфика методов оценки геоэкологической опасности при проведении исследований в США; в Центральной Африке; в юго-восточной Азии; в северной и южной частях России.

5. Управление водными ресурсами в США; в Африке; в юго-восточной Азии; в России.

6. Опасные геоэкологические природные процессы и явления в США; в Африке; в юго-восточной Азии; в России.

7. Геоэкологические последствия сельскохозяйственного производства на территории США; Африке; юго-восточной Азии; России.

8. Геоэкологические особенности энергетики на территории США; Африке; юго-восточной Азии; России.

9. Геоэкологические последствия работы промышленности и транспорта в крупных мегаполисах.

ГЛОССАРИЙ

Агломерация – скопление населенных пунктов, в особенности городов, создающих пространство и функционально единую группировку и нередко составляющих общую социально-экономическую систему.

Альтернативное земледелие (син.: биологическое земледелие, органическое земледелие, экологическое земледелие) – земледелие, ориентированное на агротехнические методы без применения легкорастворимых минеральных удобрений и пестицидов.

Альтернативная энергетика – собирательное понятие для нетрадиционных возобновляемых источников энергии (солнечная энергия, геотермальная энергия, ветровая и гидроэнергия, биомасса, тепловые насосы, энергия приливов).

Анализ риска – исследования, позволяющие определить природу риска (экологического, геоэкологического, технологического и т.д.) и его вероятность при осуществлении какого-либо хозяйственного проекта или деятельности.

Аномалии геохимические – участки с высоким содержанием химических элементов, сильно отличающиеся от геохимического фона.

Антропогенез (в экологии) – изменение окружающей природной среды и ландшафтов под воздействием различных видов хозяйственной деятельности людей.

Антропогенная нагрузка – уровень прямого и косвенного воздействия человека и его хозяйственной системы на природу и ее отдельные компоненты.

Антропогенное воздействие – влияние различных видов хозяйственной деятельности человека на окружающую природную среду и ландшафты, приводящее к изменению их свойств, структуры и функционирования.

Асидификация – природный процесс, вызванный антропогенной деятельностью, приводящий к повышению кислотной реакции атмосферы, гидросферы и педосферы.

Биоиндикаторы – организмы или сообщества организмов, присутствие, количество или особенности развития которых служат показателями естественных процессов, условий или антропогенных изменений среды.

Выброс(ы) – кратковременное или за определенный отрезок времени (час, сутки) поступление в окружающую среду любых загрязнителей.

Географическая оболочка – пространство, в котором взаимодействуют литосфера, гидросфера, атмосфера и биосфера. Характеризуется целостностью, обусловленной непрерывным обменом веществом и энергией между ее составными частями.

Геологическая среда – верхняя часть земной коры, многокомпонентная динамическая система – почвы, горные породы и подземные воды, испытывающая многократные техногенные воздействия в условиях одновременного взаимодействия с атмосферой, подземной гидросферой, биотой, космическим пространством и внутренними сферами Земли.

Геолого-экологическое картографирование – специальный вид геоэкологических исследований, направленный на решение экологических задач. Обычно выполняется в масштабах, соответствующих традиционным геологическим съемкам: 1:1000000–1:500000; 1:200000–1:100000; 1:50000–1:25000.

Геосферы – географические концентрические оболочки, из которых состоит планета Земля: атмосфера, гидросфера, литосфера, земная кора, мантия и ядро Земли.

Геоэкологическая система (геоэкосистема) – пятикомпонентный природный комплекс, состоящий из литогенной основы, гидросферы, атмосферы, растительности и животного мира, в котором все компоненты находятся в системной взаимосвязи друг с другом.

Геоэкологическая стабильность – состояние природных и природно-техногенных систем, допускающее незначительную перестройку их структуры при антропогенном воздействии.

Геоэкологическая нестабильность – состояние природных и природно-техногенных систем, при котором изменение структуры имеет необратимый характер и невозможно поддержание их нормального функционирования без активного участия человека.

Геоэкологические исследования – геологические, гидрогеологические, инженерно-геологические, геокриологические, геохимические, геофизические исследования, направленные на решение экологических задач. Выполняются с использованием методов геологических наук с привлечением методов, концепций и данных экологии, почвоведения, ландшафтоведения и других наук о Земле.

Геоэкологические условия – совокупность характеристик и свойств природной среды, оказывающих влияние на здоровье человека, функционирование хозяйственных систем, состояние биоценозов и их устойчивость к техногенным воздействиям.

Геоэкологическое картирование – комплекс полевых, лабораторных и камеральных работ по изучению геоэкологических условий территорий и составлению их картографической модели.

Геоэкология – междисциплинарное научное направление, рассматривающее пространственно-временные закономерности взаимодействия сообществ с окружающей природной средой, объектом изучения которого служат геоэкосистемы различного уровня и являющиеся одной из важ-

нейших научных и методических основ охраны окружающей среды и оптимального природопользования.

Гидросфера – все природные воды Земли, объединенные глобальным круговоротом вещества и энергии.

Денудация почв – замедленный снос частиц с поверхности почв под влиянием сил гравитации и слабых струй воды без нарушения почвенного процесса и условий самовозобновления почв.

Жизнеподдерживающие функции экосистем – взаимодействия между живыми организмами, их популяциями, сообществами и физическими и химическими процессами в окружающей среде.

Использование ландшафтов – практическая деятельность по использованию природно-территориальных комплексов для целей жизнеобеспечения людей.

Конурбация – группа близко расположенных связанных друг с другом городов, территориальное сближение или срастание агломераций, возникновение урбанизированных зон, формирующихся на обширных территориях.

Ландшафт – участок земной поверхности, в пределах которого все природные компоненты – приземный слой атмосферы, рельеф, растительность, почвы, приповерхностная часть литосферы с содержащимися в ней подземными водами (льдами) – находятся во взаимосвязанном и взаимообусловленном единстве.

Литосфера (син.: земная кора) – твердая внешняя оболочка Земли, средней условной мощности 16 км.

Мониторинг – система регулярных длительных наблюдений в пространстве и времени в соответствии с заранее разработанной программой, дающая информацию о состоянии окружающей среды с целью оценки прошлого, настоящего и прогноза в будущем параметров среды, имеющих значение для человека.

Нарушенные земли – земли, утратившие в связи с их нарушением первоначальную хозяйственную ценность и являющиеся источником отрицательного воздействия на окружающую среду (ГОСТ 17.5.1.01-83).

Нормирование качества среды – установление показателей и пределов, в которых допускается изменение этих показателей (для воздуха, воды, почвы и т.д.).

Обезлесивание – исчезновение леса по естественным причинам и в результате хозяйственной деятельности человека.

Объект геоэкологических исследований – представляет собой искусственно выделенное из природной системы пространство, которое изучается с определенной целью, в соответствии с заранее составленной программой.

Педосфера – верхняя (дневная) часть литосферы, представляющая собой почвенный покров.

Польдеры (пolderная мелиоративная система) – устройство на осушаемой или орошаемой территории, защищенной от затопления паводковыми (речными) или морскими водами.

Природно-техногенная система (ПТС) – система, в которой один природный компонент или более претерпели коренное изменение (перестройку) под влиянием человека. Природные системы трансформируются в природно-техногенные на территориях, с существенным техногенным воздействием.

Противоэрозионные комплексы – сочетание различных групп противоэрозионных мероприятий (организационно-хозяйственных, агротехнических, мелиоративных и гидротехнических), обеспечивающих защиты почвы от эрозии.

Риск в геоэкологии – вероятность неблагоприятных последствий того или иного решения в глобальной, региональной или локальной эксплуатации природных ресурсов и в процессе использования естественных условий, функционирования сооружения, технологической линии и т.п., потребляющих эти ресурсы, в пределах и за пределами нормативного срока их работы.

Солифлюкция – течение почвы (грунта) вниз по склонам под влиянием изменения его влагонасыщенности, чередования замерзания и оттаивания.

Техносфера – часть биосферы, разрушенная и коренным образом преобразованная людьми с помощью прямого или косвенного воздействия технических и техногенных объектов (здания, дороги, механизмы, предприятия и т.п.) в целях наилучшего соответствия социально-экономическим потребностям человечества.

Урбанизация – рост и развитие городов; увеличение удельного веса городского населения в стране, регионе, мире.

Фоновое содержание вещества (в почве) – содержание вещества в почве, соответствующее ее природному составу (ГОСТ 27593-88).

Форма рельефа – неровности земной поверхности разных масштабов.

Циркуляция атмосферы – система движений с замкнутыми или частично замкнутыми линиями тока в атмосфере.

Экологически допустимая нагрузка – хозяйственная деятельность человека, не превышающая порога устойчивости экосистемы (предельной хозяйственной емкости экосистемы).

Экологически опасный объект – объект экономики или природный объект, состояние и функционирование которого приводят или могут при-

вести к негативному воздействию на людей, сельскохозяйственные растения и животных, на окружающую природную среду или ее отдельные компоненты.

Экосфера – экологическая оболочка Земли, совокупность её свойств, как планеты, создающих условия для развития биологических систем. Пространственно включает в себя все слои атмосферы, гидросферу и часть литосферы, где возможна жизнь.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Основная литература

1. Гелашвили, Д.Б. Экология и рациональное природопользование (учебные вопросы, конспекты ответов, оценочные средства): Учебно-методическое пособие / Д.Б. Гелашвили, Е.Б. Романова, И.С. Макеев. – Нижний Новгород: ННГУ им. Н.И. Лобачевского, 2017. – 306 с.
2. Гелашвили, Д.Б. Общая экология (вопросы, ответы, тесты): Учебно-методическое пособие / Д.Б. Гелашвили, Е.Б. Романова, И.С. Макеев. – Нижний Новгород: ННГУ им. Н.И. Лобачевского, 2013. – 303 с.
3. Геоэкология с основами биогеографии [Электронный ресурс]: Учеб. пособие / И.И. Богданов. – 2-е изд., стереотип. – М.: ФЛИНТА, 2015. – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785976511903.html> (дата обращения 22.04.2019).
4. Голубев, Г.Н. Основы геоэкологии: учебник / Г.Н. Голубев. – М.: КНОРУС, 2011. – 352 с.
5. Егоренков, Л.И. Геоэкология: Учеб. пособие / Л.И. Егоренков, Б.И. Кочуров. – М.: Финансы и статистика, 2005 – 320 с.
6. Заиканов, В.Г. Геоэкологическая оценки территорий / В.Г. Заиканов, Т.Б. Минакова. – М.: Наука, 2005. – 319 с.
7. Заиканов, В.Г. Методические основы комплексной геоэкологической оценки территорий / В.Г. Заиканов, Т.Б. Минакова. – М.: Наука, 2008. – 81 с.
8. Зарина, Л.И. Геоэкологический практикум: Учебно-методическое пособие / Л.М. Зарина, С.М. Гильдин. – СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2011. – 60 с.
9. Короновский, Н.В. Геоэкология: Учеб. пособие / Н.В. Короновский, Г.В. Брянцева, Н.А. Ясаманов. – 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 384 с.

Дополнительная литература

1. Алексеев, Г.В. Проявление и усиление глобального потепления в Арктике / Г.В. Алексеев // Фундаментальная и прикладная климатология. – 2015. – № 1. – С. 11–26. URL: http://downloads.igce.ru/journals/FAC/FAC_2015/FAC_2015_1/Alekseev_G_V.pdf (дата обращения 22.04.2019).

2. Антипова, А.В. География России. Эколого-географический анализ территории / А.В. Антипова. – М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2001. – 304 с.
3. Апродов, В.А. Вулканы / В.А. Апродов. – М.: Мысль, 1982. – 367 с.
4. Беус, А.А. Геохимия окружающей среды / А.А. Беус, Л.И. Грабовская, Н.В. Тихонова. – М.: Недра, 1976. – 248 с.
5. Богословский, В.А. Экологическая геофизика: учебное пособие для вузов / В.А. Богословский, А.Д. Жигалин, В.К. Хмелевской. – Москва: Изд-во МГУ, 2000. – 187 с.
6. Бондарев, В.П. Экологическое состояние территории России: учебное пособие для студ. высш. учеб. заведений / В.П. Бондарев, Л.Д. Долгушин, Б.С. Залогин и др.; Под ред. С.А. Ушакова, Я.Г. Каца. – М.: Академия, 2004. – 128 с.
7. Бродский, А.К. Экология: учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлениям подготовки бакалавров "Биология", "Экология и природопользование" / А.К. Бродский. – М.: КноРус, 2012. – 272 с.
8. Вредные химические вещества. Неорганические соединения I–IV групп: Справ. изд. / Под ред. В.А. Филова и др. – Л.: Химия, 1988. – 512 с.
9. Вредные химические вещества. Неорганические соединения V–VIII групп: Справ. изд. / Под ред. В.А. Филова и др. – Л.: Химия, 1989. – 592 с.
10. Воробьев, С.А. Ореолы загрязнения автотранспортных магистралей / С.А. Воробьев, С.Б. Самаев // Вестник МГУ. Серия 4. Геология. – 2002. – № 6. – С. 47–53.
11. Исаченко, А.Г. Ландшафты / А.Г. Исаченко, А.А. Шляпников. – М.: Мысль, 1989. – 504 с.
12. Ковальский, В.В. Геохимическая среда и жизнь / В.В. Ковальский. – М.: Наука, 1982. – 77 с.
13. Комплексная геоэкологическая оценка территорий: (Основные положения методики). – М.: ИГЭ РАН, 1997. – 67 с.
14. Короновский, Н.В. Общая геология / Н.В. Короновский. – М.: Академия, 2011. – 472 с.
15. Кочуров, Б.И. Геоэкологическое картографирование и оценка векторного ГИС-анализа / Б.И. Кочуров, А.Ю. Карандеев // Геоинформатика и картографирование в области охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности, 2012. – С. 310–320. URL: <http://intercarto.msu.ru/jour/articles/article594.pdf> (дата обращения: 22.04.2019).
16. Лебедев, В.Г. Продовольственная безопасность и трансгенные продукты / В.Г. Лебедев // Россия в окружающем мире: 2005 (Аналитический ежегодник). – М.: Изд-во РАГС, 2008. – 180 с.

17. Марфенин, Н.Н. Экология / Н.Н. Марфенин. – М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 512 с.
18. Протасов, В.Ф. Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России: учеб. и справ. пособие: [для студентов вузов по экол. спец.] / В.Ф. Протасов. – 3-е изд. – М.: Финансы и статистика, 2011.– 670с.
19. Реймерс, Н.Ф. Природопользование: словарь-справочник / Н.Ф. Реймерс. – М.: Просвещение, 1992. – 320 с.
20. Розенберг, Г.С. Волжский бассейн: экологическая ситуация и пути рационального природопользования / Г.С. Розенберг, Г.П. Краснощеков. – Тольятти: ИЭВБ РАН, 1996. – 240 с.
21. Справочник по элементарной химии / А.Т. Пилипенко и др. / Под ред. А.Т. Пилипенко. – Киев: Наукова думка, 1977. – 544 с.
22. Трофимов, В.Т. Экологическая геология. Учебник / В.Т. Трофимов, Д.Г. Зилинг. – М.: ЗАО «Геоинформмарк», 2002.– 415 с.
23. Уотсон, Дж. Геология и человек / Дж. Уотсон. – М.: Недра, 1986. – 184 с.
24. Хотунцев, Ю.Л. Экология и экологическая безопасность: учеб. пособие / Ю.Л. Хотунцев. – 2-е изд., перераб. – М.: Academia, 2004. – 480 с.
25. Чебышев, Н.В. Основы экологии / Н.В. Чебышев, А.В. Филиппова. – М.: ООО «Издательство Новая Волна»: Издатель Умеренков, 2004. – 336с.
26. Эволюция мировых энергетических рынков и ее последствия для России / под ред. А.А. Макарова, Л.М. Григорьева, Т.А. Митровой. – М. ИНЭИ РАН – АЦ при Правительстве РФ, 2015. – 400 с. URL: <https://www.eriras.ru/files/evolyutsiya-mirovyh-energeticheskikh-rynkov-i-ee-posledstviya-dlya-rossii.pdf> (дата обращения: 22.04.2019).
27. Экология и рациональное природопользование: Учеб. пособие / под ред. Я.Д. Вишнякова. – М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 384 с.
28. Экология Нижнего Новгорода: монография / Д.Б. Гелашвили, Е.В. Копосов, Л.А. Лаптев; Под общей редакцией Д.Б. Гелашвили. – Нижний Новгород: ННГАСУ, 2012. – 530 с.

Интернет-ресурсы

BIODAT – <http://www.biodat.ru/>

Министерство природных ресурсов и экологии РФ –

<http://www.mnr.gov.ru/part/?pid=15>

Организация объединенных наций –

<http://www.un.org/russian/>

ЮНЕСКО – <http://www.unepcom.ru>

ФАО (FAO UN) – <http://www.fao.org/>

Российское экологическое федеральное информационное агентство (РЭФИА) – <http://www.refia.ru/index.php?19+3>

Центр экологической политики России – anzuz@glas.apc.org

Центр охраны дикой природы – <http://www.ecopolicy.ru/>

«Россия в окружающем мире» (ежегодник) – <http://www.rus-stat.ru>

WWF (Всемирный фонд дикой природы) – <http://www.wwf.ru/>

Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет) <http://www.meteorf.ru> .

Климатический центр Росгидромета <http://cc.voeikovmgo.ru/ru/> .

Северо-Евразийский климатический Центр <http://seakc.meteoinfo.ru/>.

Изменение климата в России <http://www.climatechange.su/>.

Тенденции и динамика загрязнения природной среды Российской Федерации <http://dynamic.igce.ru>.

Российский региональный экологический центр <http://www.rusrec.ru/>.

«Гринпис» – международная экологическая организация

<http://www.greenpeace.org/russia/ru>.

Всемирный фонд дикой природы <http://www.wwf.ru>.

Национальная организация поддержки проектов поглощения углерода <http://www.ncsf.ru>.

Всероссийский экологический портал <http://www.ecoportal.ru>.

32 Международный портал «Климат России» <http://climaterussia.ru/>.

Российская сеть «ГРИНТАЙ»

<http://www.rsci.ru/greentie/about%20network/>.

Федеральная служба государственной статистики (Росстат). URL:

http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/environment/

Елена Борисовна **Романова**

ОСНОВЫ ГЕОЭКОЛОГИИ

Учебное пособие

Печатается в авторской редакции

Нижегородский госуниверситет им. Н.И. Лобачевского.
603950, Нижний Новгород, пр. Гагарина, 23

Подписано в печать 14.05.2019. Формат 60х84 1/16.
Усл. печ. л. 9,88. Заказ № 333. Тираж 300 экз.

Отпечатано в типографии
Нижегородского госуниверситета им. Н.И. Лобачевского
603000, Нижний Новгород, ул. Большая Покровская, 37