

## Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	5
Глава 1. ГЕОЭКОЛОГИЯ КАК ТЕХНИЧЕСКАЯ НАУКА .....	6
1.1. История геоэкологии.....	6
1.2. Понятийно-терминологический аппарат геоэкологии .....	6
1.2.1. Цели и задачи геоэкологии .....	6
1.2.2. Объект и предмет геоэкологии .....	7
1.2.3. Структура геоэкологии .....	9
1.2.3.1. Геоэкология верхней части литосферы .....	9
1.2.3.2. Геоэкология ландшафтов .....	10
1.2.3.3. Геоэкология почв.....	11
1.2.3.4. Геоэкология атмосферы .....	12
1.2.3.5. Геоэкология поверхностной гидросферы.....	13
Вопросы и задания к главе 1 .....	14
Глава 2. ЗАКОНЫ ГЕОЭКОЛОГИИ .....	15
2.1. Фундаментальные законы геоэкологии.....	15
2.1.1. Закон однонаправленности развития геоэкологических процессов .....	15
2.1.2. Закон геоэкологического последовательного развития или деградации.....	15
2.1.3. Закон геоэкологической корреляции.....	16
2.2. Законы на основе преобладания системных законов экологии .....	16
2.2.1. Закон системного разделения.....	16
2.2.2. Закон динамической устойчивости и изменчивости.....	17
2.2.3. Закон гармонизации .....	18
2.2.4. Закон проводимости .....	18
2.2.5. Закон «растворения» .....	18
2.3. Законы на основе преобладания системных законов геологии.....	18
2.4. Симбиотически прикладные законы.....	19
2.4.1. Закон воздействия литосферы на биосферу .....	19
2.4.2. Закон воздействия техногенных процессов на литосферу .....	20
2.4.3. Закон движения загрязняющих веществ в литосфере .....	21
Вопросы и задания к главе 2 .....	22
Глава 3. ПРИНЦИПЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ В ГЕОЭКОЛОГИИ .....	23
3.1. Основные концепции геоэкологических исследований.....	23
3.1.1. Комплексный подход.....	23
3.1.2. Многоаспектность исследований.....	23
3.1.3. Системный подход .....	23
3.1.4. Интеграция и использование современных технологий .....	23
3.2. Методология и методы геоэкологических исследований .....	23
3.3. Результаты изучения в геоэкологии .....	26
Вопросы и задания к главе 3 .....	26
Глава 4. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ РИСК В СТРОИТЕЛЬСТВЕ .....	27
4.1. Понятие экологического риска и его классификация .....	27
4.2. Минимизация экологических рисков на стадии инженерных изысканий и проектирования .....	28
Вопросы и задания к главе 4 .....	31
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	32
Библиографический список .....	33
Приложение А (обязательное).....	37
Приложение Б (обязательное) .....	42
Приложение В (справочное).....	46

## ВВЕДЕНИЕ

Геоэкология как активно развивающаяся дисциплина объединяет аспекты экологии, охраны окружающей среды, геологии, геотехники, ландшафтоведения и экологической безопасности. Она направлена на исследование взаимодействий между естественными и антропогенными процессами. Геоэкология изучает как пространственные, так и временные связи, что позволяет более глубоко понять механизмы, управляющие динамикой экосистем [1–8, 11, 13, 15–17].

Основная задача геоэкологии заключается в анализе состояния экосистем и разработке эффективных методов управления природными ресурсами [9, 10, 12, 14]. Это необходимо для минимизации негативного воздействия антропогенной деятельности на окружающую среду. Исследования в данной области охватывают такие процессы, как деградация земель, изменения в земной коре и влияние градостроительства, сельского хозяйства и других техногенных факторов на природные и антропогенные процессы [18–22].

Среди методологических инструментов геоэкологии можно выделить геоинформационные системы (ГИС), дистанционное зондирование, математическое моделирование и пространственный анализ. Эти подходы позволяют не только оценивать текущее состояние компонентов окружающей среды, но и прогнозировать изменения, возникающие под воздействием различных факторов [23, 27, 38]. Это очень важно для разработки стратегий устойчивого управления природными ресурсами и адаптационных механизмов компенсации [24–26, 28–37].

Геоэкология также вносит значительный вклад в научно-образовательную деятельность, направленную на повышение осведомленности о геоэкологических проблемах и устойчивом развитии, особенно в свете развития в нашей стране экономики замкнутого цикла. Данное направление научного знания позволяет установить сложные связи между природными и социальными системами, что ведет к более обоснованным подходам в области охраны окружающей среды [38, 41].

Таким образом, геоэкология не только расширяет научное понимание взаимосвязей в окружающей среде и техногенных изменений, но и предоставляет ключевые инструменты и методы для выработки комплексных решений, направленных на сохранение Земли [39, 40].

Учебное пособие содержит сведения о геоэкологии как технической науке, даны представления о предмете исследования и решаемых задачах. Рассмотрены области применения полученных знаний в части экологического риска в строительстве.

# Глава 1. ГЕОЭКОЛОГИЯ КАК ТЕХНИЧЕСКАЯ НАУКА

## 1.1. История геоэкологии

Геоэкология как наука сформировалась во второй половине XX века. Немецкий географ Карл Тролль впервые ввел термин «геоэкология» как синоним термина «ландшафтной экологии». В нашей стране термин вошёл в научное обращение после упоминания его географом В.Б. Сочавой. Геоэкология как наука с её понятийным аппаратом образовалась только в конце XX века.

Научный парадокс заключается в отсутствии нормативно-правового обоснования терминов, «размытости и неопределенности» границ географических, технических и геолого-минералогических аспектов [31, 43, 44, 51]. Изначально как географическая наука, обладающая основной отличительной чертой — ландшафтной привязкой, она не вызывала вопросов и сомнений в предмете, области и задачах исследования [42]. Но с течением времени в технической области границы исследования и задачи несколько «размылись»: ландшафт стал подразумеваться как техногенный либо как природно-техногенный, что имеет схожее направление с областью экологии, охраны окружающей среды и экологической безопасности [45–47]. Существует множество определений термина «геоэкология», но общее для них то, что это комплексная и междисциплинарная наука. Рассмотрение опубликованных терминов «геоэкология» с 1972 года по настоящее время [33, 44] показало, что наиболее полным, отражающим сущность науки, является определение Л.Л. Розанова [36]: «Геоэкология — междисциплинарная наука о современном и будущем состоянии окружающей среды, сохранении её жизнеобеспечивающих ресурсов для нынешних и будущих поколений людей» [48–52].

Анализируя приведённые определения и исходя из опыта научно-практической деятельности, можно дать следующее определение геоэкологии как **технической науки**:

Геоэкология — это научная дисциплина в рамках наук геологии и экологии, изучающая литосферу (территорию) с позиции её взаимодействия с компонентами окружающей среды, взаимно влияющих друг на друга, с учётом деятельности человека.

## 1.2. Понятийно-терминологический аппарат геоэкологии

### 1.2.1. Цели и задачи геоэкологии

Геоэкология как междисциплинарная наука направлена на комплексное изучение взаимодействий между природными и антропогенными системами с целью достижения устойчивого развития и охраны окружающей среды.

*Основными целями геоэкологии являются:*

1. Исследование взаимосвязей между экосистемами и человеческой деятельностью. Данный аспект включает в себя детальный анализ воздействия антропогенных факторов на природные процессы. Например, исследования в области землепользования и землеустройства позволяют установить связь между интенсивностью использования и деградацией почв, что, в свою очередь, может привести к снижению её защитных свойств. В строительной сфере при добыче нерудных полезных ископаемых образуются нарушенные отрицательные формы рельефа, которые перераспределяют естественные связи и приводят к изменению абиотических и биотических потоков вещества.

2. Оценка рисков и экологических ущербов компонентам окружающей среды. При этом геоэкология, в отличие от охраны окружающей среды и экобезопасности, направлена на качественную и количественную оценку геоэкологических рисков, таких как очистка вод, выбросов в атмосферный воздух и глобальных литосферных и климатических процессов.

3. Сохранение биоразнообразия в зонах техногенных воздействий. В условиях глобальных антропогенных трансформаций важно разрабатывать методы мониторинга, учета, прогноза и восстановления компонентов окружающей среды. Примером могут служить компенсационные мероприятия по рекультивации нарушенных земель в результате деятельности по строительству капитальных объектов. Проведение инженерно-экологических изысканий как части жизненного цикла объектов капитального строительства позволяет оценить состояние и предотвратить деградацию растительного и животного мира.

4. Оценка геотехнических, гидрогеологических и гидрометеорологических рисков для антропогенных объектов, в том числе объектов капитального строительства. Данная цель позволяет идентифицировать природные опасности для последующего регулирования проектных решений.

5. Учебно-просветительская. Важным аспектом является информирование общества о значении геоэкологических проблем. Программы по дополнительному геоэкологическому образованию в области инженерных изысканий, проектирования, экспертизы и экологической безопасности способствуют увеличению уровня образования и формированию ответственного отношения к окружающей среде.

### **Задачи геоэкологии**

В рамках определения задач геоэкологии можно выделить следующие направления:

1. Мониторинг и диагностика состояния экосистем. Создание систем мониторинга, таких как спутниковое наблюдение за изменениями в поверхностном покрове, позволяет осуществлять наблюдение за ранее выявленными факторами и определять новые, угрожающие окружающей среде.

2. Прогнозирование и моделирование изменений. Разработка моделей, позволяющих предсказать последствия геоэкологических изменений на экосистемы, имеет важное значение в строительной отрасли. Например, модели изменения осадков и ветровой нагрузки используются для проектирования и строительства уникальных зданий и сооружений.

3. Анализ воздействия антропогенных факторов. Оценка влияния различных видов строительства на экосистемы (например, строительство линейных объектов) может вызывать нарушения, связанные с изменением мест обитания и миграцией видов, что приводит к потере биоразнообразия. Для этого проводятся инженерно-экологические изыскания и разрабатываются мероприятия по охране окружающей среды.

4. Разработка экологической политики и рекомендаций. Формулирование рекомендаций для государственных и частных структур по разработке экологической политики может основываться на результатах многолетних исследований в области устойчивого развития. Так, рекомендации по внедрению зелёных технологий в строительство доказали свою эффективность в снижении уровня загрязнения компонентов окружающей среды.

5. Междисциплинарные исследования. Геоэкология требует взаимодействия между различными науками, такими как экология, инженерная геология, ландшафтоведение, климатология, геотехника и инженерная геодезия. Примером являются проекты по охране водных ресурсов, в рамках которых принимаются комплексные междисциплинарные решения, направленные на создание устойчивой модели управления водоёмами.

#### **1.2.2. Объект и предмет геоэкологии**

Геоэкология — это междисциплинарная наука, поэтому выделить объекты исследования в узком диапазоне невозможно. Так как все объекты связаны с литосферой, то теоретически любой из них может быть рассмотрен как геоэкологический (закон Б. Коммонера «всё связано со всем»). Другой особенностью геоэкологических объектов является несоответствие физических размеров объектов с физической зоной изучения, так как миграционные процессы и явления в различных сферах расширяют эти границы. Геоэколо-

гические процессы недетерминированны, что обусловлено многофакторностью процессов природных и техноприродных сред. Дополнительными факторами воздействия здесь являются социальные и экономические, которые хотя и не изучаются напрямую в геоэкологии, но имеют колоссальное влияние на техноприродную среду.

Из этого следует, что в геоэкологии важными являются не только физическое изучение объекта, но и прогнозная оценка на основе его состояний, а также динамика выявленных опасных либо неблагоприятных процессов и последствия их проявления.

Объекты геоэкологии можно условно разделить на три группы: естественно-природные, техногенные и смешанные (рис. 1.1).

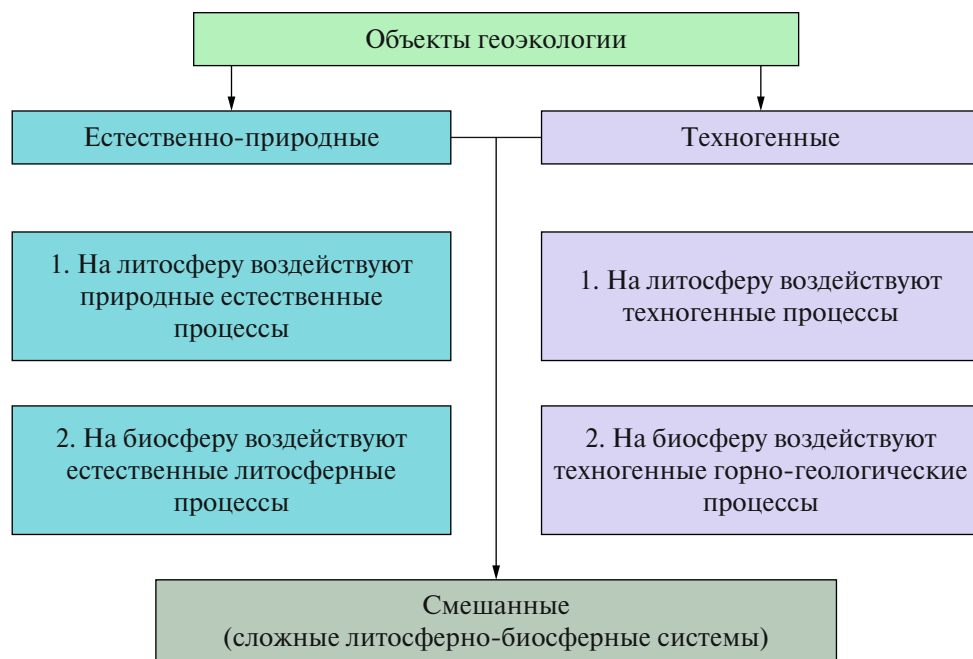


Рис. 1.1. Классификация объектов геоэкологии

К первой группе относятся объекты геоэкологии, в которых на литосферу или подстилающую поверхность влияют климатические и атмосферные явления, а также компоненты биосферы. Сюда же можно отнести и все процессы выветривания грунтов, вопросы динамики многих геологических процессов. Примерами объектов, в которых на биосферу влияют естественные литосферные процессы, являются извержение вулканов, землетрясения; изучаются сейсмоопасные территории, геокриогенные участки, естественные загрязнения природных вод нефтепродуктами. Сюда же можно отнести процессы естественного плоскостного смыва, оврагообразования, осыпей, обвалов, селей.

Вторая группа объектов геоэкологии более обширна, к ней можно отнести практически любую техногенную деятельность человека, начиная от добычи полезных ископаемых до строительства и регулирования выбросов парниковых газов. В результате антропогенной деятельности могут активизироваться опасные геологические процессы карста, суффозии, оврагообразования, оползней, просадочных процессов. Пример воздействия на биосферу техногенных горно-геологических процессов — это открытые и закрытые горные выработки, такие как shaftы, штольни, карьеры, скважины и т.д. Воздействие таких объектов на состояние компонентов окружающей среды может иметь отдалённые последствия — загрязнение поверхностных и подземных вод, пожары в результате самовозгорания отвалов, неучтенные источники выбросов в атмосферный воздух и деградация земель. Последствия добычи горючих полезных ископаемых могут иметь катастрофический характер из-за взрывов метана.

К объектам третьей группы — сложным смешанным системам — можно отнести территории торфяников, гидрогеологические системы (бассейны рек, артезианские бассей-

ны), селеопасные районы, районы схода снежных лавин, территории антропогенного образования и активизации оврагообразования, карста и суффозии, развития оползней и обвалов, подтопления и затопления.

### Предмет геоэкологии

Разделить в экологии объект и предмет крайне сложно, но это разделение в науке необходимо. Объектом, как правило, является элемент или система «материального» мира, а предмет — это выявляемые связи, принципы, процессы взаимодействия «материального» элемента или системы с окружающими средами, человеком и «внутри» себя.

Идентификация объектов и предметов изучения в геоэкологии даёт широчайшее поле для научной и практической деятельности, позволяющей не только сохранять геоэкологические системы, но и стабилизировать их состояние при антропогенном влиянии и действии природных факторов.

### 1.2.3. Структура геоэкологии

Структурное состояние геоэкологии можно представить в виде соотношения геологических, географических, почвенных и биологических наук высокого уровня организации (по В.Т. Трофимову с изменениями автора) (рис. 1.2).

Структура геоэкологии по В.И. Осипову позволяет рассмотреть учения, которые входят в общую систему (рис. 1.3).

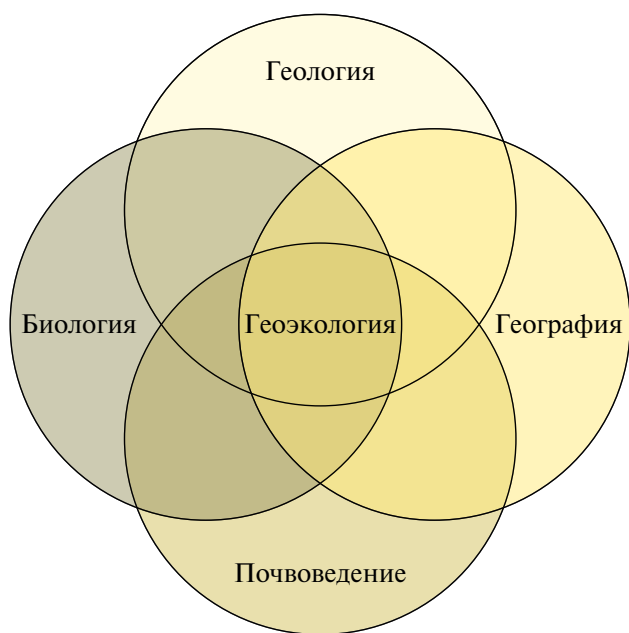


Рис. 1.2. Соотношение наук, изучающих высокоуровневые экосистемы (по В.Т. Трофимову с изменениями)

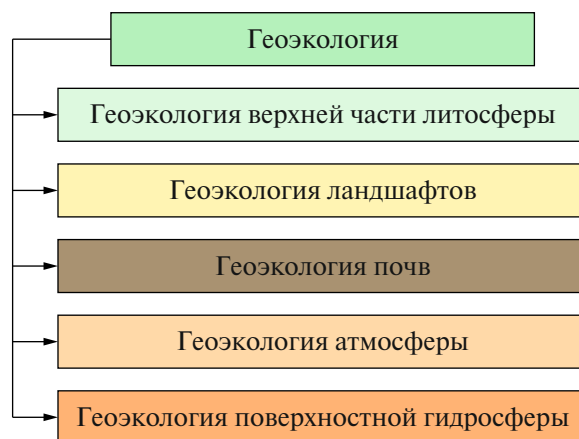


Рис. 1.3. Структура геоэкологии (по В.И. Осипову)

#### 1.2.3.1. Геоэкология верхней части литосферы

Геоэкология верхней части литосферы представляет собой междисциплинарную область, изучающую взаимодействие геологических и экосистемных процессов в верхнем слое земной коры. Этот аспект геоэкологии охватывает широкий спектр вопросов, связанных с воздействием антропогенной деятельности на природные ресурсы, биосферу и климат.

Антропогенные воздействия на верхнюю часть литосферы проявляются в различных формах, включая добычу полезных ископаемых, загрязнение почвы и воды, а также изме-

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

[e-Univers.ru](http://e-Univers.ru)