

## Оглавление

1. ЭКОЛОГИЯ КАК НАУКА И ОБЛАСТЬ ЧЕЛОВЕЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....	6
1.1. Современная трактовка понятия «экология» .....	6
1.2. Основные направления экологии .....	7
1.2.1. Биоэкология .....	7
1.2.2. Геоэкология .....	8
1.2.3. Социоэкология.....	9
1.2.4. Техноэкология .....	9
1.2.5. Космоэкология.....	11
1.2.6. Экологическая глобалистика.....	12
1.2.7. Парижское соглашение об изменении климата .....	12
1.2.8. Экологизированные науки .....	17
1.2.9. Экологическая деятельность .....	18
Контрольные вопросы.....	19
2. ОБЩАЯ ЭКОЛОГИЯ.....	20
2.1. Базовые понятия .....	20
2.2. Общие закономерности воздействия .....	21
2.2.1. Характер и динамика воздействия экологических факторов, их основные категории .....	21
2.2.2. Жизненные формы .....	21
2.2.3. Биологические ритмы.....	22
2.3. Экологические законы.....	23
2.4. Среда обитания организмов .....	26
2.4.1. Водная среда.....	26
2.4.2. Наземно-воздушная среда .....	27
2.4.3. Почвенная среда.....	28
2.4.4. Живые организмы как среда обитания других организмов .....	30
2.5. Абиотические факторы .....	32
2.5.1. Солнечная радиация (свет).....	32
2.5.2. Температура.....	33
2.5.3. Другие абиотические факторы .....	35
2.6. Биотические факторы .....	36
2.6.1. Классификация биотических факторов.....	36
2.6.2. Адаптации к биотическим факторам .....	38
2.7. Антропогенные факторы .....	39
2.7.1. Воздействие человека и его деятельности на окружающую среду .....	39
2.7.2. Химическое загрязнение .....	41
2.7.3. Физическое загрязнение.....	45
2.7.4. Радиационное загрязнение.....	46
2.7.5. Радиоактивное загрязнение.....	51
2.8. Популяции организмов .....	54
2.8.1. Биологический вид и ареал его распространения .....	54
2.8.2. Понятие популяции и основные параметры, характеризующие ее состояние .....	57
2.8.3. Виды популяций .....	58
2.8.4. Структура популяции.....	59
2.8.5. Динамика популяций.....	72
2.9. Биоценоз.....	75
2.9.1. Биоценоз и механизм образования биологических сообществ .....	75

2.9.2. Структура и динамика биоценозов .....	78
2.9.3. Местообитание и биотоп .....	82
2.9.4. Биоценотические группировки .....	82
2.10. Экосистема .....	83
2.10.1. Общие закономерности существования и виды экологических систем.....	83
2.10.2. Структурно-функциональная организация экосистем .....	85
2.10.3. Гомеостаз экосистемы .....	90
2.10.4. Динамика экосистем .....	92
2.11. Биосфера.....	96
2.11.1. Возникновение жизни на земле и эволюция биосферы.....	96
2.11.2. Состав и структура биосферы .....	101
2.11.3. Биогеохимические циклы .....	104
Контрольные вопросы.....	108
3. ТЕХНОГЕНЕЗ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....	111
3.1. Понятие «техногенез» и механизмы его развития .....	111
3.2. Природно-технические системы .....	112
3.3. Биотехносфера и ноосфера.....	114
Контрольные вопросы.....	116
4. СОСТАВ ПРОЕКТНОЙ, ПРЕДПРОЕКТНОЙ И ПОСТПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ В ЧАСТИ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ .....	117
Контрольные вопросы.....	118
Библиографический список .....	120

# 1. ЭКОЛОГИЯ КАК НАУКА И ОБЛАСТЬ ЧЕЛОВЕЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

## 1.1. Современная трактовка понятия «экология»

В настоящее время термин «экология» часто употребляется не только специалистами этой области, но и людьми, не получившими специальной подготовки, однако включающими экологические проблемы в сферу своих интересов. Большое внимание вопросам экологии уделяют СМИ. Решению экологических проблем нередко посвящены выступления политических деятелей. Вопросы экологии включены в программы большинства политических партий и общественных движений. Некоторые из них рассматривают деятельность в сфере экологии в качестве своей основной задачи, например массовое распространение «зеленых» партий. Особое место экология занимает в современной экономике. Инвесторы опасаются вкладывать средства в проекты, реализация которых может быть признана экологически вредной и запрещена. Все большее значение приобретает экологический имидж товаров и услуг, т.е. представление об их экологичности в сознании потребителей. Любая информация о том, что какой-то район обладает «плохой экологией», неизбежно приведет к падению цен на недвижимость в его пределах и вызовет возмущение среди широких слоев населения. Люди предпочитают жить в домах, построенных, по уверению застройщиков, из экологичных материалов, и употреблять продукты, рекламируемые как экологически чистые. Таким образом, современная экология одновременно является и наукой, и практической деятельностью, затрагивающей все основные сферы жизни. Принципиальное отличие этих предметов обуславливает необходимость рассмотрения каждого из них в отдельности.

*Экология как область научной деятельности.* Среди естественных наук экология занимает совершенно особое место из-за многообразия решаемых проблем. В отличие от большинства других областей знаний, таких как физика, химия, геология и др., невозможно дать всеобъемлющее определение современной экологии.

Первоначально термин «экология» имел более узкое и достаточно четкое значение. Его предложил немецкий биолог Эрнст Геккель (1866). Само слово «экология» образовано от греческого οἶκος — дом и λόγος — наука. В течение длительного периода экология трактовалась как наука об организмах «у себя дома». Следовательно, наиболее простое определение данного термина: экология — это наука, исследующая жизнь организмов в среде их обитания. Сходные по смыслу определения даны и в ряде действующих в Российской Федерации нормативных актах:

Экология — система организмов и их взаимодействия с физическими, химическими и биологическими факторами, связанными с этой системой (ГОСТ Р 56260—2014 Стратегическое развитие. Надлежащая практика регулирования. Руководство по надлежащей практике в области экологического менеджмента).

Экология — наука, изучающая закономерности взаимодействия организмов (в том числе человека) и среды их обитания (ПНСТ 22—2014 Наилучшие доступные технологии. Термины и определения).

Экология — комплексная наука, исследующая взаимодействие общества и природы с целью сохранения окружающей природной среды (СП 32-103—97 Проектирование морских берегозащитных сооружений).

Таким образом, в наиболее общем виде под экологией подразумевают науку об окружающей среде, т.е. обо всех элементах окружающей нас действительности. Следовательно, предметом экологических исследований может стать любое явление, происходящее в окружающем нас мире.

Если это принять во внимание, то решение практически любой научной проблемы сейчас уже невозможно без экологических исследований. В результате, с одной стороны, в сферу экологии неминуемо включаются традиционные предметы изучения других наук, причем не только естественных, но и гуманитарных; с другой — представители наук, ранее весьма далеких от проблем окружающей среды, развивают новые направления экологических исследований. Поэтому отличительная черта современной экологии — *отсутствие четко ограниченного собственного предмета изучения*. В этом отношении экология близка к философии, также изучающей самые различные аспекты бытия и не растворяющейся в других науках.

Рассмотрим данный вопрос более подробно, чтобы лучше разобраться в многообразии направлений экологии и большом количестве предлагаемых для их обозначения названий.

## 1.2. Основные направления экологии

В предмете экологии можно условно выделить два отдельных элемента: «организм» и «среда». Раздел экологии, уделяющий основное внимание живому компоненту, т.е. организму, называется *биоэкологией*. Этот термин ввел Фредерик Клементс в 1922 г. Другими словами, биоэкология — это экология глазами биолога. Раздел экологии, в котором основной акцент делается на исследование структуры среды, где обитают организмы, называется *геоэкологией*.

Предметы изучения других главных направлений экологии связаны с человеком, являющимся живым организмом, среда которого включает не только природные, но и социальные факторы, одновременно деятельность человека сама по себе — мощнейший экологический фактор.

Таким образом, важные составляющие предмета изучения экологических наук: специфическая среда обитания человека и влияние на окружающую среду человеческой деятельности. Первое из этих направлений получило название *социоэкологии*, второе можно обозначить как *техноэкология*.

Кроме того, на современном этапе происходит зарождение новых направлений экологии, которые уже в ближайшем будущем могут стать значимыми, например, *космоэкология*, связанная с возникновением комплекса экологических проблем, происходящих в связи с освоением человеком космического пространства, или *экологическая глобалистика* — междисциплинарная область научно-теоретической и прикладной деятельности, цель которой — создание механизмов управления состоянием окружающей среды в планетарных масштабах. Основная задача экологической глобалистики — изучить развитие мировых кризисов, вызванных глобальным ухудшением состояния окружающей среды. Необходимость возникновения данного направления обусловлена характером современного развития человеческой цивилизации, при котором бесконтрольное природопользование с плохо прогнозируемыми последствиями неминуемо приведет к глобальному экологическому кризису, сопровождающемуся экономическим и политическим кризисами того же масштаба.

Каждое из перечисленных выше направлений подразделяется на ряд других экологических дисциплин, основные из которых будут рассмотрены далее.

### 1.2.1. Биоэкология

*Биоэкология* — это направление экологии, в котором основное внимание исследователей акцентируется на живых организмах. Биоэкология подразделяется на: *общую*, исследующую общие закономерности экологических процессов, протекающих в биологических системах различного уровня; *частную*, предмет изучения которой — экологические

явления, наблюдающиеся в жизни какой-либо отдельной группы организмов. В свою очередь, общая и частная биоэкология подразделяются на многочисленные направления.

Взаимодействие организмов со средой их обитания проявляется на всех без исключения уровнях организации. В связи с этим направления общей биоэкологии можно классифицировать по иерархическим уровням биотических систем. При этом для суборганизменных систем был предложен термин *эндоэкология*, а для направлений, изучающих экологические процессы и явления на уровне организма и надорганизменных систем, — *экзоэкология*. В соответствии с этим принципом в составе эндоэкологии выделяют экологию: *молекулярную*; *морфологическую* (экология клеток и тканей); *физиологическую* (исследует взаимоотношение организма со средой на уровне его физиологических процессов). В составе экзоэкологии сформировался ряд интенсивно развивающихся направлений: *аутоэкология* (экология особей), *демэкология* (или популяционная экология); *синэкология* (экология биотических систем (биоценозов, экосистем)).

Существуют и более детальные подразделения биоэкологии по иерархическому принципу, например, экология вида (*эйдэкология*) и *биогеоэкология*, исследующая биогеоценозы (экосистемы) и др.

Самостоятельными направлениями общей биоэкологии являются *эволюционная экология* и *палеоэкология*. Первая из этих дисциплин исследует экологические аспекты эволюционного процесса, вторая изучает экологические процессы и явления предшествующих геологических эпох. Несмотря на то, что эти направления опираются главным образом на палеонтологические и геологические материалы, их достижения могут иметь большое практическое значение. На основе реконструкции *глобальных экологических кризисов*, неоднократно изменявших в прошлом облик биосферы, можно прогнозировать развитие весьма опасных явлений на современном этапе, разрабатывать наиболее эффективные природоохранные мероприятия.

Основные направления *частной биоэкологии* получили свое название по таксономической группе организмов, взаимоотношения которых со средой обитания и составляют основной предмет изучения данных дисциплин: экология птиц; экология насекомых и др. В качестве отдельной ветви частной биоэкологии можно рассматривать *геоботанику*, исследующую наземные растительные сообщества (фитоценозы).

К биоэкологическим дисциплинам в настоящее время, вероятно, следует отнести также экологию отдельных сред: *гидробиологию*, или водную экологию, *почвенную экологию* и *экологию паразитов*.

### 1.2.2. Геоэкология

*Геоэкология* — это наука, основным предметом которой являются не биологические объекты как таковые, а свойства и структура среды, где они существуют, а также изменения, происходящие в этой среде под влиянием человеческой деятельности. В наиболее обобщенной форме геоэкологию определяют как комплекс научных дисциплин, исследующих процессы и явления, возникающие в геосистемах в результате антропогенного воздействия. Под термином «*геосистема*» понимаются любые физико-географические образования — фации, ландшафты, природно-территориальные комплексы и др., вплоть до биосферы в целом. Таким образом, при геоэкологических исследованиях основное внимание уделяется не организмам и образуемым ими системам, а изменениям в структуре среды как географического объекта.

К наиболее важным направлениям геоэкологии сегодня относят *ландшафтную экологию*, предмет которой — антропогенные изменения структуры ландшафтов; *биосферологию*, изучающую структурно-функциональную организацию биосферы. В качестве отдельного направления рассматривают *геохимическую экологию* — науку, исследующую влияние экологических факторов на геохимические процессы.

В область геоэкологии также следует включить *биолимнологию*, исследующую экологические процессы в континентальных водоемах с акцентом на специфику их гидрологии, гидрохимии и гидрографии, а также *биоокеанологию*, в рамках которой аналогичные исследования проводятся на морских водоемах.

### 1.2.3. Социоэкология

*Социоэкологию* в самом общем виде можно определить как науку, изучающую взаимоотношения в системе «общество – природа». Предмет этого направления экологии изначально носил сложный и противоречивый характер. Подразумевается, что в качестве основного субъекта отношений выступает общество в целом. Следовательно, в целях минимизации негативного воздействия одной из основных задач данного направления должна являться разработка научных основ рационального природопользования. Не менее важны создание и сохранение среды, благоприятной для развития человеческого общества, а также изучение экологических особенностей человека как биологического и социального существа.

Можно выделить следующие подразделения социоэкологии:

– *Экология человека* изучает экологические процессы и явления на уровне человеческого индивидуума, т.е. экология человека — это наука о взаимодействии индивидуального человека с окружающей средой. Ветвями этого направления можно считать: *медицинскую экологию*, изучающую влияние окружающей среды на здоровье человека, *видеоэкологию*, изучающую влияние на человека степени внешней привлекательности окружающей его среды и др.

– *Урбоэкология*, или экология городской среды, изучает взаимодействие в системе «общество – природа» на уровне населенного пункта (города). Одно из направлений урбоэкологии — *санитарно-гигиеническая экология*, предмет которой — исследование процессов формирования условий среды в человеческих поселениях.

– *Социальная экология* — наука, рассматривающая взаимодействие со средой отдельных социальных образований и общества в целом. В данное направление в качестве отдельных дисциплин следует включить *демографическую экологию* — науку о взаимном влиянии демографических и экологических процессов, *этническую экологию*, исследующую специфику взаимоотношений со средой отдельных этносов.

– *Политическая экология* — наука, изучающая влияние на окружающую среду государственной деятельности, административной структуры государственного аппарата. К данному направлению близко примыкают некоторые области прикладной экологии, занимающиеся проблемами охраны окружающей среды: *соцология* (от греч. sozo — спасаю), *энвайронментология*, или *энвайроника* (от лат. environment — окружающая среда).

### 1.2.4. Техноэкология

Если предмет изучения социоэкологии — система «общество – окружающая среда», то предметом *техноэкологии* является исследование процессов в системе «производство – окружающая среда».

Иногда в значении, весьма близком к понятию «техноэкология», употребляется термин «антропогенная экология». Однако это название, на наш взгляд, носит слишком обобщенный характер и вносит некоторую путаницу в классификацию экологических дисциплин, поскольку прилагательное «антропогенный» обозначает буквально все воздействия, обусловленные человеком, т.е. к предмету антропогенной экологии можно отнести и ряд направлений социоэкологии.

Связь между производственной деятельностью и средой носит двусторонний характер. Ранее превалировало мнение, что основная проблема в этой области — негативное воздействие деятельности человека на природу. В дальнейшем стало очевидно, что ухуд-

шение качества внешней среды, в свою очередь, также может существенно повлиять на производственную деятельность и даже сделать ее экономически невыгодной, вызывая свертывание производства, например: падение спроса на продукты питания, изготовленные в экологически неблагополучных районах; падение доходов строительных компаний из-за снижения цен на жилье, возникшее в результате загрязнения среды при нарушениях санитарных норм градостроительной деятельности и др.

Таким образом, в реальности производственная деятельность не осуществляется в окружающей среде, а возникает система, включающая в качестве взаимосвязанных существующих элементов производственные объекты и объекты окружающей среды. Подобные системы обозначаются как *природно-технические системы* (ПТС). Необходимость их изучения обусловила появление новой научной дисциплины — *системной техноэкологии*.

Разнообразная деятельность человека способствует развитию ряда частных направлений техноэкологии: *промышленной экологии*, изучающей влияние промышленного производства; *градостроительной экологии*, изучающей воздействие строительной деятельности; *агроэкологии*, или сельскохозяйственной экологии. Эти области объединяет то, что работа в них предполагает не только знание закономерностей экологических процессов, но и достаточно глубокие знания о конкретном виде производственной деятельности. Без этого специалист может только характеризовать степень негативного воздействия, но не способен предложить какие-либо реальные меры по модификации производства, направленные на снижение нежелательных эффектов.

Особая область техноэкологии — *военная экология*. Экологические эффекты от применения современного оружия и военной техники часто оказывают влияние не только на противника, но и на военнослужащих, использующих эти средства, например увеличение онкологических заболеваний среди солдат армии США после использования боеприпасов с урановыми стержнями. От загрязнения атмосферы, возникающего при сильных взрывах, может пострадать мирное население стран, даже не участвующих в военных конфликтах. Таким образом, основные задачи нарождающейся в настоящее время военной экологии — оценка и учет побочных экологических эффектов, сопутствующих применению различных видов вооружения. Именно благодаря исследованиям в этой области экологии, не имевшей на тот момент названия, удалось предотвратить применение ядерного оружия во второй половине XX в.

Существуют также направления техноэкологии, изучающие отдельные виды техногенного воздействия: *химическая экология*, исследующая влияние на организмы изменения химического состава среды; *физическая экология*, занимающаяся проблемами физического загрязнения среды; *радиационная экология*, или радиоэкология, рассматривающая радиационное загрязнение среды.

Еще одно направление техноэкологии — *техническая экология* — имеет специфический предмет исследования, принципиально отличный от большинства других экологических дисциплин. Если одна из основных задач практически всех остальных направлений экологии заключается в снижении вреда, причиняемого человеком природной среде, то цель технической экологии — минимизация вреда, наносимого живыми организмами деятельности человека и продуктам его производства. Главные предметы изучения технической экологии — биоповреждения и биопомехи.

Важным направлением техноэкологии является *инженерная экология*. Несмотря на многочисленные учебные пособия, издающиеся под этим названием в последние годы, общепринятого понимания предмета и задач этой дисциплины пока не существует. В нашем понимании инженерная экология — это наука о регулировании качества среды инженерными методами и целенаправленном создании новых компонентов биосферы с заданными свойствами. Актуальность этой области знаний обусловлена тем, что в современных условиях, при постоянно возрастающей антропогенной нагрузке, естественные экологические процессы самовосстановления уже не могут поддерживать среду в нор-

мальном состоянии: естественные экосистемы перестают быть саморегулирующимися стабильными системами и деградируют. Этот процесс многократно усиливается при урбанизации территорий, суммарная площадь которых уже во второй половине XXI в. будет составлять более 20 % пригодного для жизни людей пространства суши. Один из реальных путей предотвращения экологического кризиса — перенесение части нагрузки с природных экосистем на специальные инженерные сооружения и системы, предназначенные для поддержания качества среды на необходимом уровне. Данный метод называется экологической мелиорацией, поэтому этот раздел инженерной экологии можно назвать *инженерно-мелиоративной экологией*. Примеры инженерно-мелиоративных сооружений: аэраторы в интенсивно загрязняемых водоемах; искусственные рифы, служащие для биологической очистки вод и др.

Другое развивающееся направление инженерной экологии — создание новых компонентов окружающей среды, предназначенных для выполнения определенной функции, также направленной на поддержание среды на необходимом уровне. Решение данной проблемы может быть осуществлено двумя путями. Первый из них — введение в экосистемы новых «блоков», состоящих из отдельных видов, заполняющих определенную экологическую нишу, или даже их групп, формирующих недостающий трофический уровень. Потребность в подобных мероприятиях возникает в тех случаях, когда один из элементов экосистемы в условиях антропогенного пресса либо не справляется со своей функцией, либо, не вынеся повышенного уровня загрязнения, исчезает из нее. Чтобы не допустить дальнейшую деградацию экосистемы, в нее искусственно вводится новый живой элемент. Наиболее показательным примером в этой области является формирование зарослей высшей водной растительности (тростника и др.) на пути распространения загрязнителей в водотоках. Этот способ получил название биомелиорации, следовательно, направление инженерной экологии, разрабатывающее научные основы подобных мероприятий, можно обозначить как *биомелиоративную экологию*.

Второй путь выбирается, когда возникает необходимость создать новый участок биосферы, например на месте ранее уничтоженной экосистемы. При этом данный экологический объект должен существовать в условиях значительной антропогенной нагрузки и одновременно иметь определенную эстетическую и рекреационную ценность, т.е. ставится задача по конструированию экологического объекта. Так, в городах на участках полностью уничтоженного почвенного покрова уже осуществляются попытки создать так называемые конструкторские. В отличие от мероприятий по рекультивации почв, в данном случае создается новый почвенный профиль, состоящий из ряда горизонтов и способный выполнять роль экологически полноценной почвы в условиях современного мегаполиса. Направление, разрабатывающее научные основы конструирования искусственных элементов биосферы, можно назвать *конструкционной экологией*. Вероятно, стремительное развитие этой области инженерной экологии будет наблюдаться уже в ближайшие годы.

### 1.2.5. Космоэкология

*Космоэкология* — это направление экологии, связанное с деятельностью человека по освоению космического пространства. Предметом космоэкологии являются любые экологические процессы, протекающие за пределами земной биосферы. Как уже указывалось выше, в самом общем смысле под экологией понимается наука, изучающая процессы взаимосвязи организмов и образуемых ими систем с окружающей средой. В предмете любой ветви экологии обязательно присутствуют два компонента — *живой объект* (в том числе и человек) и *среда*, с которой этот объект, так или иначе, связан. С этой точки зрения, космоэкология принципиально отличается от всех других направлений. В настоящее время отсутствует достоверная информация о каких-либо внеземных формах жизни, следовательно, современная космоэкология исследует те же биологические объекты, что и дру-

гие экологические дисциплины. Но среда, в данном случае космос, совершенно особая, где условия для существования живых объектов (организмов и их систем) могут возникнуть только искусственно. С одной стороны, создание условий внеземной среды обитания для земных организмов — непереносимое условие освоения космического пространства, с другой — изменение условий в околоземном космическом пространстве (его загрязнение) может оказать заметное влияние на биосферу Земли. Таким образом, в настоящее время в области космоэкологии уже существуют две самостоятельные дисциплины — *космическая экология* и *экология космоса*. Первая из них исследует экологические проблемы существования человека, других земных организмов и искусственных экосистем в космических аппаратах. В ближайшем будущем область космической экологии, вероятно, дополнится направлением, исследующим возможность создания условий для обитания земных организмов на других космических телах. Экология космоса — это наука, исследующая негативные экологические эффекты, сопровождающие освоение человеком внеземного пространства. В настоящее время актуален вопрос об антропогенном загрязнении околоземного пространства и изучении воздействия данного фактора на условия жизни на Земле. Намечается и другая важная проблема в этой области — необходимость контроля за биологическим загрязнением при исследовании планет солнечной системы с помощью зондов.

#### 1.2.6. Экологическая глобалистика

Термин «глобалистика» употребляют для обозначения совокупности научных, философских, культурологических и прикладных исследований общих проблем развития человеческой цивилизации. Цель современной глобалистики состоит не только в осмыслении мировых проблем, но и в разработке методологической базы по их практическому решению. Ранее основным предметом глобалистики были экономика и политика. В дальнейшем все более востребованным становился глобальный подход к изучению экологических проблем. Значимость этих вопросов для выживания человечества и специфика методов их изучения позволяют выделить экологическую глобалистику как отдельное направление этой науки.

К настоящему времени *глобальная экосистема Земли* — биосфера — уже трансформировалась в *глобальную природно-техническую систему* (ПТС) — *биотехносферу*. Вернуть ее в прежнее естественное состояние, так же как и снизить роль техногенных факторов, уже невозможно. Единственный реальный способ улучшить экологическую ситуацию — это разработать механизмы, способные управлять техногенным воздействием, т.е. превратить неуправляемую биотехносферу в управляемую, точнее в управляемую ПТС глобального масштаба. Реализация этой задачи на практике требует глубокого изучения законов формирования и функционирования ПТС, взаимодействия ПТС различного уровня, обуславливающего существование их иерархии (аналогичной иерархии естественных экосистем в биосфере). Как уже отмечалось, это является предметом изучения общей системной техноэкологии. Следовательно, *экологическую глобалистику* можно определить как отдельное направление системной техноэкологии, цель которого — создание научно-методологических основ управления техногенезом окружающей среды на глобальном уровне.

#### 1.2.7. Парижское соглашение об изменении климата

В качестве примера практической деятельности в области экологической глобалистики можно рассматривать Парижское соглашение об изменении климата. Парижское соглашение принято в ходе Конференции по климату, проходившей в Париже 12 декабря 2015 г., в дополнение к Рамочной конвенции ООН об изменении климата. Документ регулирует меры по снижению уровня выбросов парниковых газов и должен заменить Киотский протокол, действие обязательств по которому истекло в 2020 г. Соглашением пред-

усмотрены обязательства сторон по снижению выбросов, размер которых каждая страна определяет самостоятельно. На текущий момент документ ратифицировали 96 стран. Россия подписала соглашение в апреле 2016 г., но политическое и бизнес-сообщества сомневались в целесообразности его ратификации из-за опасений, что переход на низкоуглеродную стратегию развития негативно скажется на темпах экономического роста (табл. 1). В сентябре 2019 г. Россия присоединилась к Парижскому соглашению по климату.

Таблица 1

**Целесообразность ратификации Парижского соглашения по климату**

№	Вопросы населения	Ответы специалистов
1	Зачем нужно договариваться?	Человечество использует сегодня ресурсы полутора планет Земли. Мировая экономика развивается очень экстенсивно, и многие ресурсы не успевают восстанавливаться. Речь идет не только об ископаемом топливе, но и о морских системах, рыбных запасах, лесах. Если не изменить такую экономическую модель, рано или поздно мы лишимся ресурсов для жизни
2	Что было до Парижского соглашения?	С 1997 г. действовал Киотский протокол, который связал экономику и экологию, позволив странам торговать квотами на выбросы углекислого газа и инвестировать в проекты по снижению выбросов в других странах. Протокол делил страны на две группы: развитые, с фиксированными обязательствами по снижению выбросов, и развивающиеся — без жестких обязательств. С 1990-х гг. многое изменилось: распался Советский Союз, резко поднялась экономика стран БРИКС и Персидского залива. И хотя страны, которые взяли на себя обязательства снизить выбросы (в том числе Россия), это сделали, глобально выбросы продолжали расти, поскольку возросла роль других стран. Поэтому возникла необходимость заключить новое климатическое соглашение
3	Каковы ключевые положения Парижского соглашения?	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Не позволять средней температуре на планете расти выше 2 °С по отношению к показателям доиндустриальной эпохи, а по возможности снизить ее до 1,5 °С;</li> <li>— начать в период с 2050–2100 гг. ограничивать выброс парниковых газов, получаемых в результате промышленной деятельности человека, до уровня, который деревья, почва и Мировой океан могут переработать естественным образом;</li> <li>— пересматривать в сторону увеличения каждые пять лет вклад каждой отдельной страны по снижению вредных выбросов в атмосферу;</li> <li>— развитые страны должны выделять средства в специальный климатический фонд для помощи более бедным государствам на борьбу с последствиями климатических изменений (например, стихийные бедствия или подъем уровня океана) и переход на использование возобновляемых источников энергии</li> </ul>
4	Как решается финансирование?	Развивающиеся страны просят финансовую и технологическую помощь, чтобы сразу перейти на безуглеродную экономику. Им пообещали выделять до 2020 г. 100 млрд долл. в год (но это меньше, чем многие рассчитывали получить). Развитые страны должны поддерживать финансирование этой суммы в 100 млрд долл. ежегодно до 2020 г., а к 2025 г. определить продолжение финансирования этого процесса

№	Вопросы населения	Ответы специалистов
5	Чем Парижское соглашение отличается от Киотского протокола?	Киотский протокол предполагал «директивное» распределение квот на выбросы, а Парижское соглашение задает тренд, но не вводит глобальных мер регулирования в виде квот или других ограничений. Каждая страна самостоятельно определяет цифру, на которую может снизить выбросы парниковых газов, а потом из этих данных формируется общая цель. Парижское соглашение предполагает, что страны-участницы разработают меры внутреннего углеродного регулирования, например, низкоуглеродную стратегию или углеродный налог (когда каждый производитель платит некую сумму с каждой тонны сжигаемого топлива)
6	Какова цель Парижского соглашения?	Общая цель, о которой договорились страны-участники соглашения, — прилагать все усилия, чтобы глобальная температура в мире не поднялась от уровня доиндустриальной эпохи более чем на 2 градуса
7	Чем опасно потепление на 2–3 градуса?	Все национальные программы, представленные в Парижском соглашении, предполагают рост глобальной температуры минимум на 3 градуса. Комплекс мер, гарантирующий рост температуры на планете не более чем на 2 градуса, пока не представил никто. При глобальном потеплении на 2 градуса к середине XXI в. проблемы с водой будут испытывать 500 млн человек. Если мировая температура вырастет на 3 градуса, то эта цифра достигнет 3 млрд человек
8	Зачем России участвовать в Парижском соглашении?	Для повышения энергоэффективности. Главная проблема России сегодня — низкая энергоэффективность: потенциал энергосбережения в России составляет 40 %, т.е. наша страна теряет столько энергии, сколько потребляет вся Франция
9	Какие минусы могут быть у Парижского соглашения?	От налога на парниковые выбросы, введение которого предполагает Парижское соглашение (так называемый углеродный налог), пострадают генерирующие компании, чьи ТЭС работают на угле, а также владельцы газомазутных станций. Рост цен на электроэнергию станет следующим неизбежным последствием от введения углеродного сбора. Расчеты показывают, что при сохранении текущего объема генерирующих мощностей, введение налога на выбросы приведет к росту цены электроэнергии на 19–25 % для населения и крупных промышленных потребителей, на 11–14 % для малого и среднего бизнеса
10	Целесообразен ли в России налоговый путь в безуглеродное будущее?	Налоговый способ повышения конкурентоспособности низко- и неуглеродной энергетики за счет удорожания электроэнергии от тепловых станций может оказаться не эффективным из-за отсутствия механизма использования налоговых поступлений
11	Что происходит в России с точки зрения выбросов CO <sub>2</sub> ?	Россия (по данным 2015 г.) находится на пятом месте по объему выбросов углекислого газа. На первом месте — Китай, на втором — США, на третьем — Индия, на четвертом — Евросоюз. В рамках Киотского протокола России удалось сократить выбросы, но не из-за технологического развития, а в основном по причине закрытия промышленных производств. В рамках Парижского соглашения Россия заявила о цели сократить выбросы к 2030 г. на 25–30 % от уровня 1990 г.

№	Вопросы населения	Ответы специалистов
12	Что происходит с климатом в России?	<p>– Начиная с середины 1970-х гг. средняя температура приземного воздуха в России повышается со средней скоростью 0,43 °С за 10 лет. Это более чем в 2,5 раза превышает скорость глобального потепления;</p> <p>– особенно значительные изменения климата наблюдаются в Арктике и субарктической зоне многолетней мерзлоты. На некоторых метеостанциях на побережье арктических морей России в 1976–2018 гг. среднегодовая температура росла на 1 градус за десять лет;</p> <p>– с 1980-х гг. толщина морского льда в Арктическом бассейне уменьшилась в среднем на 40 %;</p> <p>– тает многолетняя мерзлота. За период систематических наблюдений (примерно с середины 1990-х гг.) на площадках мониторинга отмечается увеличение средней глубины сезонного протавивания многолетнемерзлых пород на 1–2 см в Западной Сибири и Якутии и на 2–6 см на европейской части России (из доклада Росгидромета)</p>
13	Какую опасность представляет таяние мерзлоты?	<p>Таяние мерзлоты не будет представлять угрозы нефтегазовым проектам, если компании будут своевременно выделять необходимые деньги на техническое обслуживание. Инфраструктура самого месторождения обычно рассчитана на 20–30 лет, за такой период с ними не произойдет ничего катастрофического. Линейной инфраструктуре (трубопроводам, дорогам, железным дорогам, линиям электропередач) действительно угрожают серьезные повреждения. Но и для них существуют технические решения. По данным Росгидромета, на обслуживание трубопроводов в районах многолетней мерзлоты ежегодно тратится до 55 млрд руб. (850 млн долл.). Гораздо сложнее ситуация со зданиями, в том числе жилыми домами. Изменения климата привели к уменьшению несущей способности мерзлоты по сравнению с 1970-и гг. на 17 %, а в некоторых районах — до 45 %, говорится в докладе Росгидромета. По данным МЧС, в нескольких северных городах деформировано от 20 до 100 % зданий.</p> <p>В 2007 г. ученые в США подсчитали, что для поддержания работоспособности инфраструктуры на Аляске в условиях таяния мерзлоты до 2030 г. понадобится 3–6 млрд долл.</p> <p>Для России подобные перспективные оценки отсутствуют, но можно предположить, что с учетом значительно большего числа инфраструктурных объектов в криолитозоне, расходы на их поддержание будут более высокими (из доклада Росгидромета 2017 г.). Для американского севера есть и более новые оценки. Исследование Университета Аляски в Анкоридже в 2019 г. показало, что расходы на ликвидацию последствий потепления могут составлять 340–700 млн долл. в год</p>
14	Что нужно делать в России для сдерживания вредных выбросов?	<p>Первая мера — это энергоэффективность. Сегодня эксперты говорят о возрождении программы энергоэффективности, и многие ожидают, что в эту сферу придет больше государственных денег. Второе направление — развитие возобновляемой энергетики.</p>

№	Вопросы населения	Ответы специалистов
		Третье — технологии. Аналитики говорят об опасности отставания в развитии технологий, которые так или иначе связаны с возобновляемой энергетикой, с вопросами «умных» сетей, «умных» городов, технологий, прогнозирующих потребление электроэнергии
15	Что дает общественное обсуждение проблем, связанных с климатом?	Понимание опасности и перспектив. Незнание порождает мифы, поэтому так важны популяризация и мнения специалистов
16	Взгляды президента В.В. Путина относительно влияния человека на глобальное потепление	В.В. Путин с сомнением высказывается по поводу влияния человека на потепление. Его считают скорее климатическим скептиком, чем активным сторонником теории антропогенных изменений климата В октябре 2018 г. В.В. Путин сказал на энергетическом форуме, что причины потепления непонятны: «Так называемые антропогенные выбросы, скорее всего, не основная причина этого потепления. Это могут быть изменения глобального характера, космические изменения, какие-то, невидимые для нас сдвиги в галактике... Наверное, антропогенные выбросы как-то влияют, но, судя по мнению многих специалистов, незначительным образом»
17	Почему Россия ратифицировала Парижское соглашение, несмотря на то, что президент В.В. Путин не раз высказывался о проблеме изменения климата скептически?	Россия ратифицировала Парижское соглашение спустя три года. Эксперты считают, что у России не было другого выхода. Весь мир стремится снизить долю выбросов парниковых газов, и одной из мер в этой новой политике может стать введение углеродных пошлин для товаров из стран, которые не борются с выбросами. При этом в России выбросы и так на низком уровне из-за сокращения промышленного производства в результате распада СССР. Таким образом, выполнение условий Парижского соглашения не потребует от России дополнительных усилий. Ратификация же показывает, что Москва не дистанцируется от климатической повестки, и это, возможно, поможет «выторговать» уступки
18	Какова роль США в антропогенных выбросах углекислого газа?	США — второй по объему источник выбросов углекислого газа в мире после Китая. Согласно базе данных по выбросам Европейской комиссии, в 2015 г. выбросы страны составили 5,1 млн килотонн углекислого газа — это больше, чем все 28 стран Европейского союза вместе взятые
19	Как президент США Д. Трамп заявил о выходе из Парижского соглашения по климату?	1 июня 2017 г. президент США Д. Трамп заявил о том, что Соединенные Штаты Америки выходят из Парижского соглашения по климату. Он заверил, что США будут продолжать заботиться об окружающей среде: «Мы выходим, но мы либо начнем переговоры о присоединении к этому документу заново (на других условиях), либо будем рассматривать совершенно новую сделку на тех условиях, которые будут выгодны Соединенным Штатам, их предпринимательству, работникам, людям, налогоплательщикам»
20	К чему приводит выход США из Парижского соглашения?	Выход США из соглашения повлечет за собой уменьшение помощи развивающимся странам в борьбе с изменениями климата.

№	Вопросы населения	Ответы специалистов
		Согласно Парижскому соглашению (в отличие от Киотского протокола, который оно призвано сменить в 2020 г.), обязательства по сокращению выбросов парниковых газов берут на себя не только развитые, но и развивающиеся страны. А им для этого нужна помощь. В 2010 г. для этого под эгидой ООН был создан «Зеленый климатический фонд». Средства для него выделяются развитыми государствами. Планировалось, что к 2020 г. объем фонда должен составить 100 млрд долл. США, однако пока в нем чуть более 10 млрд долл. США. Д. Трамп подчеркнул, что выход из Парижского соглашения включает в себя прекращение внесения определенного вклада государства в «Зеленый климатический фонд» ООН, который, по мнению американского президента, «стоит Соединенным Штатам целое состояние»
21	Как президент США Д. Трамп относится к защите окружающей среды?	По мнению Д. Трампа, защита окружающей среды — важная задача, но ее выполнение не должно сопровождаться ненужными затратами, которые становятся финансовым бременем для американских граждан. Трамп подписал: – указ о возобновлении строительства магистрали, по которой нефть из штата Северная Дакота должна поступать в крупное нефтехранилище в штате Иллинойс. Сторонники строительства нефтепровода утверждают, что он укрепит энергетическую независимость США. Противники проекта ссылаются на возможные катастрофические последствия в случае разлива нефти; – резолюцию, отменяющую требование дополнительной защиты чистоты рек и каналов рядом с угольными шахтами (ограничение заключалось в обозначении вокруг водоемов защитной зоны шириной 30 метров, в пределах которой не должно было быть никаких следов пребывания промышленных предприятий, осуществляющих добычу угля); – указ об отмене регулирования в целях борьбы с изменением климата (сокращения выбросов в атмосферу, производимых электростанциями)

### 1.2.8. Экологизированные науки

Помимо экологических наук существуют так называемые экологизированные направления естественных и гуманитарных наук, или экологизированные науки. Их возникновение обусловлено тем, что экологические проблемы имеют важное значение во многих других областях. Главное отличие экологизированных наук от экологических заключается в основном предмете их изучения. Все ветви экологии изучают какой-либо из аспектов взаимодействия организмов (в том числе и человека) со средой. Экологизированные науки имеют свой специфический предмет, а экологические процессы и явления рассматриваются только как один из факторов, например экологическая география (районирование территории исходя из особенностей экологических условий, сами эти условия не изучаются). Экологическая химия исследует характер воздействия различных соединений на биологические объекты и их системы, а не химический состав среды, в которой они существуют (это предмет другой науки — химической экологии).

### 1.2.9. Экологическая деятельность

Экологическая деятельность — это планирование и осуществление различных действий с целью сохранения и улучшения благоприятной среды для обитания человека и других живых организмов, а также практическое решение проблем в области охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов. В настоящее время существует обширный комплекс различных видов человеческой деятельности. Для некоторых из них уже создана нормативно-правовая база. Основные виды экологической деятельности:

1. *Охрана природы* — система мер, направленная на поддержание рационального взаимодействия между деятельностью человека и окружающей природной средой, обеспечивающая сохранение и восстановление природных богатств, рациональное использование природных ресурсов, предупреждающая прямое и косвенное вредное влияние результатов деятельности общества на природу и здоровье человека (ГОСТ 17.0.0.01–76 (СТ СЭВ 1364–78) Система стандартов в области охраны природы и улучшения использования природных ресурсов. Основные положения).

2. *Экологический мониторинг* — система наблюдений, оценки и прогноза состояния и изменения экосистем для обеспечения принятия решений в области охраны окружающей среды и использования природных ресурсов (Модельный закон об экологической безопасности. Принят на XXII пленарном заседании Межпарламентской Ассамблеи государств-участников СНГ. Постановление № 22-18 от 15 ноября 2003 г.).

3. *Экологическая экспертиза* — установление соответствия документов и (или) документации, обосновывающих намечаемую в связи с реализацией объекта экологической экспертизы хозяйственную и иную деятельность экологическим требованиям, установленным техническими регламентами и законодательством в области охраны окружающей среды, в целях предотвращения негативного воздействия такой деятельности на окружающую среду (Федеральный закон «Об экологической экспертизе» от 23.11.1995 г. № 174-ФЗ).

4. *Экологический аудит* — независимая, комплексная, документированная оценка соблюдения юридическим лицом или индивидуальным предпринимателем требований, в том числе нормативов и нормативных документов, в области охраны окружающей среды, требований международных стандартов и подготовка рекомендаций по улучшению такой деятельности (Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ).

5. *Экологический менеджмент* — скоординированная нормативно-техническая и административно-хозяйственная деятельность, осуществляемая с целью уменьшения рисков в системе охраны и комплексной защиты окружающей среды от вредного воздействия на нее объектов хозяйственной деятельности и иной деятельности (ГОСТ Р 56828.15–2016 Наилучшие доступные технологии. Термины и определения).

6. *Экологическая сертификация* продукции и маркировка — деятельность по подтверждению соответствия сертифицируемого объекта предъявляемым к нему экологическим требованиям (ГОСТ Р 54964–2012 Оценка соответствия. Экологические требования к объектам недвижимости).

7. *Экологический имиджмейкинг* — работа по формированию экологического имиджа товаров и услуг в сознании населения. Его важные направления: создание благоприятного мнения о воздействии на окружающую среду возводимых зданий и сооружений и экологичности используемых при их строительстве материалов. В задачи экологического имиджмейкинга также входит опровержение ложной информации (черного пиара) по этим вопросам.

Как показывает опыт практической работы, для успешного решения проблем в перечисленных видах деятельности специалистам необходимо знание всех основных направлений экологической науки: биоэкологии, геоэкологии, социоэкологии, техноэкологии,

а в ближайшем будущем также космоэкологии и экологической глобалистики. Для обозначения в совокупности всех указанных наук и связанных с ними видов деятельности используется термин *мегаэкология*.

### **Контрольные вопросы**

1. Дайте современную трактовку понятия «экология».
2. Назовите существующие основные направления экологии.
3. Дайте определение аутэкологии, демэкологии, синэкологии.
4. Дайте определение экологической глобалистики. Назовите ее основные задачи.
5. Как возникло Парижское соглашение об изменении климата? Эффективно ли оно?
6. Ответьте, в чем различие между экологическими и экологизированными науками?

## 2. ОБЩАЯ ЭКОЛОГИЯ

### 2.1. Базовые понятия

**Среда обитания** — это та часть природы, которая окружает живой организм и с которой он непосредственно взаимодействует. Отдельные свойства среды обитания, способные оказывать на организм негативное или позитивное воздействие, называются *экологическими факторами*. Они весьма многообразны: температура и влажность воздуха, наличие в нем болезнетворных (патогенных) микроорганизмов, характер рельефа местности и растительности, присутствие в среде какого-то токсичного загрязнителя и т.п. Не все, в том числе опасные, экологические факторы ощущаются нашими органами чувств (например, ионизирующие излучения).

Факторы среды обитания постоянно изменяются, и организм, чтобы существовать, необходимо постоянно к ним приспосабливаться. Процесс приспособления организмов к среде называется *экологической адаптацией*. Существуют разные уровни адаптации: биохимический, клеточный, организменный, поведенческий и групповой (табл. 2).

Как правило, организм выносит воздействие экологического фактора только в определенном диапазоне его значений, выше и ниже которых он существовать не может. Эти пределы выносливости (толерантности) по отношению к воздействию фактора называют *экологической валентностью*. В соответствии с экологической валентностью среди организмов выделяют организмы эврибионтные, или *эврибионты*, способные существовать в широком диапазоне условий среды, и стенобионтные, или *стенобионты*, выносящие лишь узкий диапазон колебания внешних условий. Организмы, обладающие наиболее высокой толерантностью к условиям среды, называют *убиквистами* (от лат. *ubique* — повсюду, везде).

Таблица 2

#### Примеры адаптации

Уровни адаптации	Примеры экологической адаптации
Биохимический	Устойчивость молекул к экстремальным температурным условиям, например, у бактерий гидротерм (горячих источников) или полярных микроводорослей, живущих при отрицательной температуре морской воды
Клеточный	Увеличение толщины клеточных стенок растений в ответ на механические нагрузки, запасы воды в клеточных вакуолях организмов, обитающих в засушливых условиях
Организменный	Изменение физиологии и строения организма, обеспечивающее его защиту от неблагоприятных воздействий среды (меланин в коже, защищающий от солнечных ожогов)
Поведенческий	Изменение поведения, позволяющее снизить негативное воздействие среды (перемещение на солнечную поверхность при низкой температуре), поиск и строительство убежищ
Групповой	Защита вожаком стада самок и молодняка при нападении хищника, строительство муравейников, термитников

Совокупность экологических валентностей организма по отношению к различным экологическим факторам обозначают термином *экологический спектр*. Так, по своему экологическому спектру вид растений или животных может быть эврибионтным по отношению к температуре среды и стенобионтным относительно ее влажности.

## 2.2. Общие закономерности воздействия

### 2.2.1. Характер и динамика воздействия экологических факторов, их основные категории

По характеру оказываемого на организмы эффекта *экологические факторы* воздействуют на организмы как:

– *раздражители*, вызывающие приспособительные изменения биохимических и физиологических процессов (так, заблаговременная перестройка физиологических процессов у деревьев умеренной зоны перед наступлением зимы (сброс листвы, перемещение питательных веществ в корневую систему и др.) происходит как реакция на закономерное сокращение продолжительности светового дня);

– *ограничители*, обуславливающие невозможность существования в данных условиях (например, распространение многих южных растений и животных на север ограничивается низкой температурой среды и, наоборот, продвижение северных видов на юг невозможно из-за слишком высокой для них температуры);

– *модифицирующие факторы*, вызывающие анатомические и морфологические изменения организмов (например, темный цвет кожи у людей, живущих в условиях высокой инсоляции: зерна специального вещества-меланина вырабатываются в их коже в ответ на воздействие ультрафиолетового излучения и защищают от разрушительного воздействия солнечной радиации подкожные слои тела; аналогичные процессы происходят и у других организмов);

– *сигналы*, свидетельствующие об изменении других факторов (например, некоторые животные достаточно хорошо ощущают изменение атмосферного давления и при его понижении, обычно предшествующем ухудшению погоды, успевают переместиться в более безопасные места).

По *характеру динамики* экологические факторы подразделяются на:

– регулярно-периодические — с каким-либо естественным циклом (суточным, годовым);

– нерегулярные — без четкой периодичности, например шторма или сейсмические явления;

– направленные — закономерно изменяющиеся в течение длительного периода, например потепление климата.

По *своей природе* экологические факторы делятся на:

– *абиотические*, обусловленные воздействием на организмы неживых компонентов среды (температуры, света, влажности и др.);

– *биотические*, т.е. воздействие одних живых организмов на другие живые организмы (хищничество, паразитизм, симбиоз и др.);

– *антропогенные*, обусловленные человеком и его деятельностью (загрязнение, засорение, отчуждение участков природной среды для строительства сооружений и др.).

### 2.2.2. Жизненные формы

В процессе эволюции разные по своему происхождению организмы в сходных условиях окружающей среды приспособляются к ним аналогичным образом. В результате их внешнее строение также становится достаточно сходным. Например, для движения в водной среде большое значение имеет обтекаемость тела. Эффективными органами для передвижения являются плавники. Эти приспособления выработались у рыб, китообразных млекопитающих, вымерших морских рептилий — ихтиозавров. Неспециалист, основываясь на их внешнем сходстве, отнесет их к одной группе организмов. Так, в русских сказках встречается «рыба-кит».

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

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