



## ОТ АВТОРА

---

Из науки о взаимоотношении организма и среды его обитания, формально возникшей в 1866 году (когда ей Э. Геккелем было дано название «экология»), она превращается в науку о выживании человечества, всех и каждого на нашей планете.

*Н.Ф. Реймерс, российский зоолог, эколог*

Если спросить, какое слово сейчас очень популярно и в бытовом общении, и в средствах массовой информации, и в речах политиков, то слово «экология» займет одно из первых почетных мест. Однако истинное значение этого слова понятно сегодня немногим. Современное значение понятия экологии имеет более широкое значение, чем в первые десятилетия развития этой науки. В настоящее время чаще всего вопросы экологии ошибочно понимаются прежде всего как вопросы охраны окружающей среды, и относят их исключительно к человеку, его здоровью и условиям жизни.

На самом деле экология — это сложная разветвленная наука, в центре внимания которой законы устойчивости живой природы, связи организмов друг с другом и средой обитания, позволяющие выживать, развиваться и противостоять изменениям условий. Эти связи как раз и поддерживают общую систему жизни на Земле — от бактерий до человека.

Произошло это из-за того, что экологические проблемы обрели глобальное значение и стали касаться жизни каждого человека планеты, где бы он ни обитал. Сегодня на Земле не осталось ни одного уголка, до которого не дотянулась бы угрожающая рука человека. Даже те места, где нога человека еще не ступала, не застрахованы от опасного воздействия человеческой деятельности. Это касается прежде всего трансграничного переноса загрязнений, начиная от кислотных осадков и заканчивая радиационным загрязнением. Достаточно сказать, что после аварии на Чернобыльской АЭС радиоактивное облако несколько раз обошло вокруг земного шара, и где оно выпало в виде смертельных осадков — никто не регистрировал.

Всех экологий, которые появились за последние годы, не перечислить — от традиционной аутоэкологии (экологии организмов, их популяций), синэкологии (экологии сообществ) и общей экологии, объединяющей все экологическое знание,

до глобальной экологии, экологии города, экологии жилища и даже экологии отдыха (рекреационной экологии).

Конечно, чрезмерное расширение понятия «экология» и искажение смысла этого термина недопустимо. Так, иногда можно услышать или прочитать, что в городе «плохая экология», что не только неправильно, но и бессмысленно. Прежде всего потому, что экология — научная дисциплина и она одна для всего человечества. Утверждение, что зоология позвоночных где-то плохая, а где-то хорошая, может вызвать только улыбку и недоумение. Но вот по отношению к экологии такие выражения иногда употребляются. В действительности же можно говорить о плохой экологической обстановке, о неблагоприятных экологических условиях, о том, что в городе отсутствуют квалифицированные экологи, но не о плохой экологии.

Поэтому и появилось большое количество книжных публикаций по экологии, авторами которых выступают не профессиональные экологи, а многие специалисты других наук — философы, историки, экономисты, политологи, юристы и многие другие. Экология стала модной наукой, в связи с чем сама сущность, структура и значение современной экологии весьма изменились по сравнению с экологией, понимаемой как биологическая наука.

Настоящий учебник написан на основе уже опубликованных и апробированных учебников и учебных пособий автора: «Основы общей экологии» (2000), «Экология в терминах и понятиях» (2002), «Основы экологии» (2003, 2005, 2007), «Экология» (2004), «Общая экология. Курс лекций» (2005, 2007, 2012, 2015), «Основы экологии и энергосбережения» (2010) и др. Автор попытался не выходить из рамок классической экологии, однако, тем не менее, не перегружать текст громоздкими определениями и деталями. Учебник предназначен для студентов биологических специальностей и содержит основные положения, понятия, направления и законы современной экологии.

Автор будет благодарен за все замечания и предложения по улучшению структуры и содержания учебника.

# ПРЕДИСЛОВИЕ

---

Люди погибли от неумения пользоваться силами природы и от незнания истинного мира.

*Надпись, вырезанная на пирамиде Хеопса*

Экология стала самым громким словом на земле, громче войны и стихии. Оно характеризует собой одно и то же понятие вселенской беды, никогда прежде не существовавшей перед человечеством.

*В.Г. Распутин, российский писатель*

Наступивший XXI век с полной уверенностью можно назвать веком экологии, экологических исследований и экологических свершений. Ни одна из наук современности не подействовала так на умы людей, как экология. Экологические вопросы на первый взгляд понятны и доступны большому количеству обывателей. Следствием этого явилась профанация экологии как науки.

Сейчас почти все стали экологами и почти все стали называть экологией, в том числе охрану природы, охрану окружающей среды, саму природу. Таким образом, произошло смешение понятий «экология», «природа», «окружающая среда», «природная среда». Появились несуразные выражения, в том числе и в печати, типа «хорошая и плохая» экология, «чистая и грязная» экология, «охраняем экологию города», «охраняем и улучшаем экологию» и т.д. Или еще пример. Вот какое предложение было опубликовано в заголовке одного из новостных сайтов: «Как в Евросоюзе будут защищать экологию?». Все эти выражения говорят не в пользу тех, кто пропагандирует значимость экологии в современном мире. Такое положение никак не способствует экологической грамотности населения. Это признаки экологической неграмотности.

На простой вопрос «Что такое экология?» обыватель в подавляющем большинстве случаев отвечает: «Это охрана природы». Однако давайте задумаемся, разве простой лесник, охраняющий выделенный ему участок леса, или члены известной международной организации «Гринпис», куда входят люди различных профессий, являются экологами? Ответ однозначен — нет. А ведь считается, что они тоже охраняют природу.

Сегодня ученых, изучающих экосистемы, а также защитников окружающей среды и «зеленых» популистов любят называть одним словом — «экологи». А это в корне неправильно. Прежде всего потому, что экология — это фундаментальная наука, которая изучает взаимодействие организмов и их сообществ между собой и с окружающей средой.

Особенно это стало заметно после аварии на Чернобыльской АЭС, когда люди объединялись, создавая различные природоохранные организации, партии (например, партия «зеленых» в ФРГ). Это был благородный порыв, набиравший популярность по всему тогдашнему Советскому Союзу. И на нем, разумеется, попытались сделать имя личности, не имеющие отношения ни к науке, ни к охране окружающей среды.

Они приватизировали модное и звучное слово «экология», не задумываясь над смыслом термина. Их вовремя не поправили, и эта лексическая ошибка настолько закрепилась в речи, что вслед за популистами ее подхватили СМИ, а затем и читатели.

Сегодня экологом называют юриста, который специализируется на экологических проблемах, активиста, выступающего против загрязнения пластиком, политика, сделавшего карьеру на громких заявлениях в защиту природы, или экологического проповедника, зарабатывающего деньги на тренингах. Иногда они сами себя так называют. Все это приводит к заблуждению многих интересующихся природой людей, которых волнует будущее человечества.

Как животные и растения взаимодействуют друг с другом, как они приспосабливаются к колебаниям природных факторов — вот основные вопросы первоначальной экологии. Эту дисциплину изучали на биологических факультетах университетов, но за исключением узкого круга специалистов о ней никто ничего не знал. Перелистайте газеты и научно-популярные журналы, выходившие до 1970 г., и вы нигде не встретите слова «экология».

А сейчас оно у всех на слуху. Экологию преподают почти во всех высших учебных заведениях, курс экологии вводят в школьные программы, издаются специальные экологические газеты и журналы, по экологии защищают многочисленные диссертации.

Такая резкая перемена на протяжении 30 лет произошла в силу двух взаимосвязанных обстоятельств, характерных для второй половины XX в.: роста населения Земли и научно-технической революции.

Экология сейчас – это и наука, и учебная дисциплина, и мировоззрение.

Экология стала настолько популярной, что под ее рубрику подводят все что угодно: строительство очистных сооружений, региональное планирование землепользования, вторичную переработку бумаги и выращивание овощей на одних лишь органических удобрениях. Вся эта деятельность, пусть необходимая, по большей части представляет собой просто попытку смягчить тот удар, который нанесет нам Природа своим приговором за наше вопиющее нарушение ее законов – нежелание вести игру с соблюдением старых и испытанных правил, – и стремление хоть немного отсрочить возмездие. Однако, решая конкретные вопросы охраны окружающей среды, мы забываем, что без знания законов существования и развития природы все наши усилия направляются на борьбу с последствиями, а не с причиной, породившей конфликт человека и природы. Спасти человека – это прежде всего сохранить природу. Вывод из сказанного прост: начинать надо с изучения законов, по которым живет и развивается природа.

Мы исходим именно из этого принципа. Осознание экологических проблем возможно только при тщательном рассмотрении причин, их породивших. Для этого же необходимо получить основы тех знаний, которые предоставляет нам наука экология.

Чтобы выжить, человечеству следует не бороться с природой, а подражать ей. Необходимо присмотреться, как эволюционируют виды в живой природе, и попробовать использовать ее приемы. Если мы и дальше будем хозяйничать без оглядки на исконных обитателей планеты, то не за горами тот день, когда мы с удивлением констатируем, что «львы, орлы и куропатки, рогатые олени, гуси, пауки, молчаливые рыбы, обитавшие в воде, морские звезды и те, которых нельзя было видеть глазом, – словом, все жизни, все жизни, все жизни, совершив печальный круг, угасли» (А. Чехов).

# Глава 1

---

## ПРЕДМЕТ ЭКОЛОГИИ, ЕЕ ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

### 1.1. ЧТО ТАКОЕ ЭКОЛОГИЯ? ЭКОЛОГИЯ КАК НАУЧНАЯ ДИСЦИПЛИНА

Современная экология – это наука о том, как передать Природу, наш общий дом, нашим детям и внукам, чтобы им в нем было жить лучше и удобней, чем нам.

*Н.Н. Моисеев, российский математик*

С понятием и определением науки «экология» сегодня сложилось несколько парадоксальное положение. Само слово и термин «экология» в настоящее время стали популярными. К сожалению, довольно часто слово «экология» с легкой руки непрофессионалов широко употребляется для обозначения всех форм взаимоотношений человека с окружающей средой, в том числе им же созданной. Во многих случаях оно используется как слово-паразит для придания речи наукообразия.

Сегодня в понятие «экология» вкладывается значительно более широкое содержание, ее границы раздвинуты далеко за рамки даже синтетической биологической дисциплины (говорят о «социальной экологии», «инженерной экологии», «политической экологии», «экологии культуры» и пр.). Это произошло по ряду причин. На рубеже XX и XXI вв. экология получила широкое толкование. Как отмечал А.В. Яблоков (1985), в 70-е гг. XX в. возникло не менее 50 различных «экологий»: глобальная, медицинская, моря, суши, атмосферы, почвы, города, культуры и т.д. Одни считают экологию частью биологии, другие – комплексной или синтетической наукой, третьи – дисциплиной, изучающей общие закономерности функционирования экосистем, четвертые – общенаучной областью знания. Почему же все так произошло?

Прежде всего из-за понимания самого термина «экология» (от греческого *oikos* – дом, *logos* – наука). В переводе на обычный язык «экология» – наука о доме, о взаимоотношениях между живыми организмами и окружающей их средой. Слово

«ойкос» у древних греков означало слитное единство жилища и хозяйства вокруг дома и усадьбы. Таким образом, при дословном переводе экология занимается изучением «природного дома», живущих в нем организмов (в том числе и человека) и всех процессов, делающих этот «дом» пригодным для жизни.

Недаром М. Горький еще в 1931 г. писал: «Земля должна быть достойна человека, и для того чтобы она была вполне достойна его, человек должен устраивать землю так же заботливо, как он привык устраивать свое жилище, свой дом».

Далее, Человек – тоже живой организм, находящийся во взаимоотношениях с окружающей средой, причем его поведение оказывает значительное влияние на Природу. Поэтому экология воспринимается в большей степени как наука, «обслуживающая» Человека в зависимости от изменения его экономического или социального статуса, чем естественно-научная дисциплина.

И, наконец, экология в настоящее время является развивающейся наукой, и ее понятийный, методический и теоретический аппараты еще не устоялись (так, например, продолжают дискуссии даже об основном объекте изучения экологии).

Экология сейчас – это и наука, и учебная дисциплина, и мировоззрение. Ни одна из наук современности не подействовала так на умы людей, как экология. Она стала настолько популярной, что под ее понятие подводится все что угодно: строительство очистных сооружений, региональное планирование землепользования, вторичная переработка бумаги, выращивание овощей на одних лишь органических удобрениях и т.д. К сожалению, как это часто бывает, употребление к месту и не к месту некоторых ставших модными слов приводит к тому, что они начинают приобретать очень неопределенное значение, как бы теряя свой истинный смысл. Это и произошло с термином «экология».

Истоки искажения научного термина «экология» восходят к 60–80-м гг. прошлого века, когда мощный взрыв народонаселения планеты породил множество негативных явлений в окружающей человека природной среде, которые сейчас носят всеобъемлющее название «экологический кризис».

В то время были отмечены первые опасные проявления наплевательского отношения к природе, что заставило человека обратить пристальное внимание на состояние окружающей среды. И для различных негативных явлений в природе начали применять термин «экология», не задумываясь о его действительном значении.



Именно тогда наметилось резкое расхождение по двум основным генеральным направлениям в развитии цивилизации: с одной стороны, циклическое (спиральное) развитие природных явлений, а с другой – направленное векторное направление научно-технического прогресса. В этом и состоит суть противоречия, возникшего между человеком и природой.

Природа, как известно, развивается циклически. До поры до времени (т.е. когда человек был только собирателем и охотником) он являлся органическим составляющим природных циклов. Человек не противопоставлял себя природному окружению. Да, он убивал животных, но убивал ровно столько, сколько нужно, чтобы прокормиться в данный конкретный момент, как делают дикие животные. Да, он рвал растения, выкапывал корни, собирал плоды, но не вырывал больше, чем нужно было для пропитания, не уничтожал целенаправленно и цинично дикие виды.

Однако на определенном этапе становления человеческого общества для его развития в дальнейшем стало не хватать естественных природных ресурсов. Тогдашнее человечество, будучи естественной, органической составляющей природной среды, ощутило резкую нехватку обычной пищи для поддержания своего рода. Человек в то время являлся только собирателем и охотником, т.е. питался, образно говоря, только подножным кормом. А поскольку человек является единственным живым существом, которое размножается бесконтрольно (в отличие от других представителей животного мира), то вполне очевидно, что пищевой базы для нормального его существования попросту стало недостаточно.

И вот на каком-то этапе своего развития безымянный представитель человеческого племени бросил (уронил?) в землю зерно пищевого растения. Одно зерно родило несколько зерен, те в свою очередь дали начало новым растениям, и через некоторое время Человек уже смог собрать достаточный урожай, чтобы часть его использовать на корм пойманных животных, за которыми он раньше не всегда удачно охотился. Так зародились первичное земледелие и скотоводство.

Именно в то время человечество стало на путь прогресса. А это означает, что в отличие от естественного развития природы Человек начал осваивать вектор направленного прямолинейного развития (в отличие от циклического природного), который увел его жизнедеятельность далеко от естественного природного цикла. С тех пор Человек постепенно стал стано-

# ОГЛАВЛЕНИЕ

---

ОТ АВТОРА .....	3
ПРЕДИСЛОВИЕ.....	5
<b>Глава 1. ПРЕДМЕТ ЭКОЛОГИИ, ЕЕ ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ.....</b>	<b>8</b>
1.1. Что такое экология? Экология как научная дисциплина .....	8
1.2. Краткая история экологии .....	13
1.3. Уровни организации живой природы .....	39
1.4. Определение экологии.....	53
1.5. Объекты экологии, основной предмет изучения экологии. . .	58
1.6. Глобальные экологические проблемы современности.....	66
1.7. Практическая значимость экологических исследований и задачи современной экологии .....	70
<b>Глава 2. АУТЭКОЛОГИЯ. ОРГАНИЗМ И СРЕДА ОБИТАНИЯ. ОСНОВНЫЕ СРЕДЫ ЖИЗНИ .....</b>	<b>74</b>
2.1. Природная среда обитания. Абиотическая и биотическая среды .....	75
2.2. Водная среда обитания .....	78
2.3. Наземно-воздушная среда .....	91
2.4. Почвенная среда жизни.....	95
2.5. Живые организмы как среда обитания.....	102
<b>Глава 3. АУТЭКОЛОГИЯ. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ СРЕДЫ .....</b>	<b>111</b>
3.1. Экологические факторы среды. Классификация экологических факторов .....	111
3.2. Абиотические факторы .....	115
3.3. Биотические факторы .....	139
3.4. Антропогенные факторы.....	144
3.5. Концепция лимитирующих факторов .....	150
3.6. Адаптации организмов к факторам среды .....	155
3.7. Биологические ритмы и фотопериодизм .....	168
3.8. Жизненные формы организмов.....	176
<b>Глава 4. ДЕМЭКОЛОГИЯ. ЭКОЛОГИЯ ПОПУЛЯЦИЙ .....</b>	<b>181</b>
4.1. Понятие и определение популяции.....	182
4.2. Пространственная структура популяций .....	189
4.3. Половая структура популяций .....	196
4.4. Возрастная структура популяций.....	198

4.5. Этологическая структура популяций . . . . .	205
4.6. Динамические характеристики популяций . . . . .	213
4.7. Взаимодействия между популяциями . . . . .	222
4.8. Конкуренция, хищничество, паразитизм. . . . .	232
4.9. Гомеостаз и колебание численности популяций . . . . .	244
4.10. Цели и задачи популяционной экологии . . . . .	250

## **Глава 5. СИНЭКОЛОГИЯ. УЧЕНИЕ О БИОЦЕНОЗАХ . . . . . 253**

5.1. Понятие биоценоза . . . . .	254
5.2. Видовая структура биоценоза. . . . .	257
5.3. Пространственная структура биоценоза . . . . .	260
5.4. Континуум, экотоны, краевой эффект. . . . .	266
5.5. Экологическая ниша . . . . .	271

## **Глава 6. ЭКОСИСТЕМНАЯ ЭКОЛОГИЯ . . . . . 277**

6.1. Понятие экосистемы . . . . .	278
6.2. Особенности природных экосистем . . . . .	281
6.3. Круговорот веществ в экосистемах . . . . .	285
6.4. Автотрофный и гетеротрофный компоненты экосистемы . . . . .	288
6.5. Поток энергии. Пищевые цепи и экологические пирамиды . . . . .	290
6.6. Биологическая продуктивность экосистем . . . . .	305
6.7. Динамика экосистем . . . . .	309
6.8. Экологическая сукцессия. Классификация сукцессий. Проблемы стабильности экосистем . . . . .	314
6.9. Классификация экосистем. Биомы. . . . .	320
6.10. Концепция биогеоценоза . . . . .	334
6.11. Агроэкосистемы, их особенности . . . . .	341

## **Глава 7. УЧЕНИЕ О БИОСФЕРЕ. . . . . 346**

7.1. Понятие и определение биосферы. Структура биосферы . . . . .	346
7.2. Учение В.И. Вернадского о биосфере . . . . .	351
7.3. Живое вещество планеты . . . . .	356
7.4. Понятие ноосферы. . . . .	364
7.5. Биологическое разнообразие как основа стабильности биосферы. . . . .	370
7.6. Биологическое разнообразие и проблема инвазивных видов . . . . .	376
7.7. Значение сохранения биологического разнообразия. . . . .	381

## **Глава 8. ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ БИОСФЕРЫ. . . . . 389**

8.1. Общая характеристика природных ресурсов . . . . .	389
8.2. Проблема истощаемости природных ресурсов . . . . .	391
8.3. Водные ресурсы. Проблема дефицита пресной воды. . . . .	393
8.4. Почвенные ресурсы и проблема опустынивания . . . . .	399

8.5. Ресурсы сырья и энергии . . . . .	404
8.6. Гидро- и тепловая энергетика . . . . .	409
8.7. Современное состояние атомной энергетики . . . . .	411
8.8. Альтернативная энергетика . . . . .	414
8.9. Биологические ресурсы и их использование . . . . .	422

**Глава 9. ОСНОВНЫЕ ОТРИЦАТЕЛЬНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ  
СОВРЕМЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КРИЗИСА . . . . . 425**

9.1. Понятие и причины экологического кризиса . . . . .	426
9.2. Демографический взрыв и проблема численности населения планеты . . . . .	431
9.3. Атмосфера. Источники загрязнения атмосферы . . . . .	439
9.4. Глобальное потепление и парниковый эффект . . . . .	446
9.5. Озоновый экран и причины его нарушения . . . . .	455
9.6. Кислотные осадки . . . . .	464
9.7. Истребление лесного покрова Земли . . . . .	470

**Глава 10. ЭКОЛОГИЯ И ПРОБЛЕМЫ ОХРАНЫ ПРИРОДЫ . . . 480**

10.1. Красная книга и охрана природы . . . . .	485
10.2. Особо охраняемые природные территории . . . . .	492
10.3. Биосферные заповедники: их цели и задачи. . . . .	498
10.4. Охраняемые территории Беларуси . . . . .	501
10.5. Мониторинг окружающей среды . . . . .	508

ЗАКЛЮЧЕНИЕ . . . . .	518
----------------------	-----

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА . . . . .	521
------------------------------------	-----