

Ю. Одум

Экология

Том 1

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 502.5
ББК 20.1
Ю11

Ю. Одум
Ю11 Экология: Том 1 / Ю. Одум – М.: Книга по Требованию, 2021. – 328 с.

ISBN 978-5-458-36248-1

Книга известного американского учёного представляет собой теоретическое руководство по экологии. На русском языке выходит в двух томах. Первый том охватывает 5 глав, в которых в свете новейших достижений рассматриваются концепции и классификации экосистем, их возникновение и эволюция, энергетическая характеристика, а также связь экологических тенденций развития с развитием человеческого общества. Второй том содержит главы, в которых рассмотрены вопросы динамики популяций; взаимоотношения между популяциями, сообществами и экосистемами; динамики экосистем и эволюционной экологии; а также вопросы, связанные с перспективами на будущее всего человечества. В конце книги дана краткая сводка основных типов экосистем биосферы. Для всех, интересующихся проблемами использования природных ресурсов и охраны окружающей среды, биологов и разных специальностей, студентов и преподавателей биологических вузов.

ISBN 978-5-458-36248-1

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2021

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2021

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



Серия Книжный Ренессанс

www.samizday.ru/reprint

Предисловие редактора перевода

Предлагаемая книга Ю. Одума заметно отличается от известных советскому читателю «Основ экологии», выпущенных издательством «Мир» в 1975 г. Первая книга содержала развернутое изложение фундаментальных представлений экологии, дополненное широким описанием основных типов экосистем. Небольшая по объему, но четко акцентированная часть текста представляла собой в сущности отклик на взрыв общественного интереса к словам «экология» и «окружающая среда». Оценивать эту книгу нужно было в первую очередь с точки зрения биологического содержания.

С новым вариантом дело обстоит много сложнее. Автор пишет, что книга предназначена в основном для студентов и начинающих исследователей. Тем не менее написана она больше в манере школьного учебника, поскольку экологический (в традиционном, узком, профессиональном смысле) материал представлен так, что система знаний выглядит безукоризненно стройной, а неясные и противоречивые аспекты — второстепенными и не принципиальными. Автор очень четко изложил, какой при определенном подходе могла бы быть традиционная, в биологическом понимании, экология. Соответствующий материал очень нужен и интересен. При современном широком развитии конкретных исследований общие аспекты науки часто мало занимают исследователей, поэтому к одним и тем же результатам ценой больших усилий приходят, например, ихтиологи и энтомологи. Нет сомнения, что знакомство с последовательным изложением основ общей экологии полезно каждому исследователю конкретной задачи. Книга Одума ценна еще и тем, что она содержит большой фактический материал, собранный преимущественно американскими экологами. Таким об-

разом, читатель имеет возможность познакомиться с подходами, методами и результатами работ американских коллег.

В то же время приходится отметить, что слабое знакомство автора с работами русских и советских ученых обедняет содержательную сторону книги. Так, например, работы В. И. Вернадского цитируются по изложению Дж. И. Хатчинсона. Суждения о биосфере такого замечательного ученого, как Хатчинсон, безусловно интересны, но они носят более частный характер, а в данном случае это просто наука «из вторых рук». В результате автор предлагаемой книги, хоть и ссылается на статью Вернадского о ноосфере, но все его общие суждения одновременно основываются на множестве исследований по экономике, энергетике, футурологии и т. д. вне связи с утверждением Вернадского о роли именно разумной деятельности человека.

Читателю также полезно иметь в виду, что утверждение автора об эквивалентности понятий экосистемы и биогеоценоза, с нашей точки зрения, не совсем верно. Экосистема в конкретном исследовании — это удобный объект с более или менее произвольным набором компонентов. Одно из важнейших понятий биогеоценологии — представление о биогеоценозе как о функциональной и пространственной единице биосферы. Очевидно, что именно во втором случае есть надежда выявить естественный природный объект, равно важный для экологии, геохимии и географии.

До сих пор, обсуждая книгу Ю. Одума, мы говорили об экологии как о биологической дисциплине. Точка зрения автора, однако, резко от этого отличается. По Одуму, экология — это междисциплинарная область знаний, это наука об устройстве многоуровневых систем в природе, обществе и об их взаимодействиях. Такое понимание объекта и содержания экологии соответствует, безусловно, широкому общественному интересу к этим вопросам в том виде, как он проявляется на Западе. По Одуму получается, что все, что в природе, — выглядит разумно, целесообразно и энергетически эффективно (в конце концов). Развитие же общества грозит конфликтом с природой и опасно само по себе, поэтому в развитие общества нужно заложить принципы экологической сукцессии. Становится понятным, почему биологическое содержание книги дано так, что у науки нет принципиальных затруднений — идеал не может быть двусмысленным. Междисциплинарный объект объединяется здесь одной идеей — идеей системного подхода. Иногда приходится читать о преимуществах системного подхода перед всеми другими способами научного исследования. Автор книги пишет, что разумно естественное сочетание «редукционизма и системного подхода», причем системный подход отражает холистическую точку зрения. Все же Одум не сомневается в существовании четких и однозначных уровней, организованных в

иерархическую систему. В книге не исследуется, каким образом и из каких уровней устроена природа. Эти уровни даются готовыми, поэтому приходится констатировать, что в данном случае системный подход — это предвзятый подход. Более того, этот подход здесь претендует на описание общих законов развития природы и общества, с чем согласиться нельзя. Нужно также заметить, что соответствие между процессами в природе и обществе устанавливается автором на уровне поверхностных аналогий, но не общих механизмов. И это понятно, так как основа социальных отношений в любой конкретной среде — это отношения людей в процессе труда, но не потоки капитала, энергии и т. д. Тем не менее соответствующие разделы весьма интересны и полезны, так как содержат много сведений о конкретных работах в разных аспектах взаимоотношения природы и хозяйственной деятельности людей.

В книге Ю. Одума подробно рассматриваются как причины общественного интереса к проблемам окружающей среды, так и ответ ученых на этот интерес. В этом смысле книга очень современна, и издательство «Мир» предприняло ее перевод весьма своевременно. Ее с интересом прочтут не только профессионалы-экологи, но и представители других научных дисциплин, занимающиеся конкретными вопросами взаимодействия природы и общества. При этом не хотелось бы, чтобы каждый профессионал считал, что в областях науки, соседних с рассмотренными автором, все описано безукоризненно. Книга сложная и противоречивая, как сложно и противоречиво в настоящее время взаимодействие природы и техники.

В. Е. Соколов

Предисловие

Я полагал, что основательно пересмотренное третье издание книги «Основы экологии», вышедшей в 1971 г., будет последним. Как правило, при переиздании учебники начинают страдать «синдромом динозавра»: они становятся все более толстыми, все более энциклопедичными и все менее полезными для студентов, особенно начинающих. Затем, как доисторические монстры, они вымирают. Чтобы избежать этой судьбы, мы с издателем решили, что я подготовлю менее подробную книгу с новым названием, пригодную в качестве учебника для курса, длящегося один семестр или одну четверть. А позже мы переиздадим с дополнениями и исправлениями «Основы экологии».

«Экология» — это первая часть «Основ экологии», дополненная новыми сведениями и в большой мере переписанная заново в свете новых открытий и возросшего в 70-х годах интереса общества к проблемам окружающей среды. Иллюстрируя основные принципы экологии, я специально старался подбирать новые примеры, имеющие отношение к деятельности человека. Этот подход должен сделать экологию более интересной и захватывающей. Вторая часть «Основ» сжата и включена в эту книгу в качестве приложения, озаглавленного «Основные типы природных экосистем биосферы».

Как и в других моих книгах, при изложении любого материала я руководствуюсь принципом: «от целого к части». Правда, таким образом делается ударение на экосистемном уровне организации, но значение популяционной экологии ни в коем случае не преуменьшается: ее вопросы подробно освещены в двух главах, рассматривающих популяции и сообщества. Студенты младших курсов вряд ли найдут время для ознакомления со множеством

оригинальных работ и литературой для дополнительного чтения, которая включена в каждый раздел, но если преподаватель потребует рефераты по тем или иным вопросам, то эти ссылки на литературу не окажутся бесполезными.

За последнее десятилетие экология становится все более и более цельной дисциплиной, которая связывает естественные и гуманитарные науки. Сохраняя свои крепкие корни в биологических науках, она уже не может быть отнесена целиком только к ним. Экология — точная наука в том смысле, что она использует концепции, методы и приборы математики, химии, физики и других естественных наук. Но в то же время она — гуманитарная наука, так как на структуру и функцию экосистем очень сильно влияет поведение человека. Как интегрированная и естественная наука экология с огромным успехом может быть применена к практической деятельности человека, поскольку для ситуаций, складывающихся в реальном мире, почти всегда характерны два аспекта: естественнонаучный и социальный (экономический и политический). Эти два аспекта нельзя рассматривать в отрыве друг от друга, если мы хотим найти долговременные решения критических проблем.

Как и предыдущие, эта моя книга в очень большой степени обязана своим появлением студентам и коллегам, которые были связаны с Экологическим институтом штата Джорджия за последние три десятилетия. Не буду перечислять поименно всех, потому что такой список занял бы несколько страниц.

Когда дело касается энергетического баланса и окружающей среды, во всем мире не найдется более опытного и более оригинального по своему мышлению специалиста, чем мой брат, Г. Т. Одум. Разделы, касающиеся энергетики (особенно гл. 3), отражают сильное влияние его идей на мое мышление. Я обязан также моему сыну У. Ю. Одуму, преподающему науку об окружающей среде в университете шт. Вирджиния. Я использовал полученные им результаты, и, кроме того, он и его коллеги активно помогали мне подобрать материал, который заинтересовал бы современное поколение студентов.

Я никогда не смог бы взяться за еще один пересмотр этого сложного предмета, развивающегося и меняющегося чуть ли не ежедневно в своем охвате и относительной важности тех или иных сторон, если бы не встретил понимания и одобрения со стороны моей жены Марты-Энн. Она помогла мне и в составлении предметного указателя, который мы считаем важной частью книги, так как он может служить и словарем.

Приношу особую благодарность миссис Дж. Форстон за ее упорную работу над рукописью. Она никогда не высказывала неудовольствия, если приходилось заново полностью перепечатывать какую-либо главу.

Я высоко ценю готовность помочь, преданность делу и терпение сотрудников издательства «Сондерс», особенно редакторов М. Брауна и Л. Джерси, помощника редактора М. М. Керриган и художника Т. Мэллона.

Содержание книги в немалой степени сложилось под влиянием ценных предложений рецензентов из академических кругов, особенно П. Рича, Н. Маршалла, Д. Стерна, Э. Дж. Трамера, Ф. Трамы, Г. Джиллиса, Р. Андерсона, Э. П. Ковича и С. Карпен-тера.

Юджин П. Одум.

Введение: предмет экологии

1. Отношение экологии к другим наукам и ее значение для цивилизации

Слово «экология» образовано от греческого «ойкос», что означает дом, и «логос» — наука. Таким образом, изучение нашего «природного дома» охватывает изучение всех живущих в нем организмов и всех функциональных процессов, делающих этот «дом» пригодным для жизни. В буквальном смысле экология — это наука об организмах «у себя дома», наука, в которой особое внимание уделяется «совокупности или характеру связей между организмами и окружающей их средой», если воспользоваться одним из определений из полного словаря Уэбстера.

Слово «экономика» (от греч. *oikonomiké*) также образовано от греческого корня «ойкос» и буквально означает искусство ведения домашнего хозяйства; следовательно, экология и экономика должны идти рука об руку. К сожалению, многие считают экологов и экономистов противниками с непримиримыми взглядами. Позже мы рассмотрим разногласия между ними, возникающие из-за того, что специалисты в области каждой из этих дисциплин слишком узко смотрят на свой предмет, а также узнаем о попытках навести мосты между ними.

Экология приобрела практический интерес еще на заре развития человечества. В примитивном обществе каждый индивидуум, для того чтобы выжить, должен был иметь определенные знания об окружающей его среде, т. е. о силах природы, растениях и животных. Можно сказать, что цивилизация возникла тогда, когда человек научился использовать огонь и другие средства и орудия, позволявшие ему изменять среду своего обитания. Благодаря достижениям техники мы теперь, казалось бы, меньше зависим от природы в своих насущных потребностях и поэтому склонны забывать, что зависимость эта сохранилась. К тому же в любых политико-экономических системах ценятся в основном вещи, из-

готовленные человеком для нужд прежде всего отдельного человека, но придается мало значения материальным благам и услугам, которые предоставляет сама природа человечеству в целом. Пока не наступит какой-либо кризис, мы склонны принимать эти даровые блага и услуги природы как нечто само собой разумеющееся; нам кажется, что они никогда не иссякнут или что их смогут заменить технические изобретения, хотя опыт свидетельствует, что это не так.

Парадокс заключается в том, что индустриально развитые страны добились процветания, временно освободив человека от подчинения законам природы, используя конечный и быстро исчерпываемый запас горючих ископаемых, накопленный самой природой. И все же цивилизация продолжает зависеть от окружающей среды, причем не только от энергетических и материальных ресурсов, но и от ее жизненно важных процессов, таких, как круговороты воздуха и воды. Основные законы природы не потеряли своей силы; с ростом численности населения и с грандиознейшим увеличением масштабов потребления энергии, расширившими наши возможности воздействия на окружающую среду, изменилось лишь относительное значение этих законов и усложнилась зависимость от них человека. И теперь сохранение цивилизации зависит от наших знаний о природе и разумных действий, направленных на сохранение и улучшение окружающей среды посредством гармоничного, а не разрушительного вмешательства.

Подобно всем другим областям знания, экология развивалась непрерывно, но неравномерно на протяжении истории человечества. Труды Гиппократов, Аристотеля и других древнегреческих философов содержат сведения явно экологического характера. Однако греки не пользовались термином «экология». Этот термин появился недавно и был предложен немецким биологом Эрнстом Геккелем (Ernst Haeckel) в 1869 г. До него многие великие деятели «биологического Возрождения» XVIII—XIX веков внесли свой вклад в эту область, не применяя слова «экология». Например, в начале XVIII в. Антон ван Левенгук, более известный как один из первых микроскопистов, был также пионером в изучении пищевых цепей и регуляции численности организмов (Egerton, 1968), а по сочинениям английского ботаника Ричарда Брэдли (Richard Bradley) видно, что он имел четкое представление о биологической продуктивности (Egerton, 1969). Изучение этих вопросов составляет важные направления в современной экологии.

Как признанная самостоятельная научная дисциплина экология возникла около 1900 года, но ее название «экология» вошло в общий лексикон лишь в последнее десятилетие. Сначала исследователи проводили резкую грань между экологией растений и экологией животных, но концепция биотического сообщества Ф. Клементса (F. Clements) и В. Шелфорда (V. Shelford), кон-

цепции пищевых цепей и круговорота веществ, разработанные Р. Линдеманом и Дж. Хатчинсоном (R. Lindeman, G. Hutchinson), а также исследования озерных систем, проведенные Э. Бирджем, Чонси Джудеем (E. Birge, Ch. Juday) и многими другими, помогли создать теоретическую основу общей экологии. В дальнейшем мы будем нередко ссылаться на труды этих пионеров в области экологии.

Движение, которое лучше всего назвать как «всеобщая озабоченность проблемами окружающей среды», внезапно развернулось в течение двух лет, с 1968 по 1970 г. Казалось, все вдруг заинтересовалось загрязнением среды, окружающей природой, ростом народонаселения, вопросами потребления пищи и энергии. Об этом свидетельствовали подробные материалы по проблемам окружающей среды в широкой прессе. Рост общественного интереса оказал глубокое влияние на академическую экологию. До 1970 г. на экологию смотрели главным образом лишь как на одно из подразделений биологии. Экологи входили в штат биологических факультетов, курсы экологии, как правило, имелись только в программе подготовки биологов. Хотя и сейчас экология уходит своими корнями в биологию, она уже вышла из ее рамок, оформившись в принципиально новую интегрированную дисциплину, связывающую физические и биологические явления и образующую мост между естественными и общественными науками (Odum, 1977). Во многих колледжах теперь имеются курсы экологии, предназначенные для всех студентов, организованы отдельные кафедры или институты экологии. В некоторых крупных университетах введены междисциплинарные квалификационные степени по экологии. По мере расширения круга проблем, которыми занимается экология, углублялось изучение вопросов, касающихся взаимодействия особей и видов между собой и использования ими ресурсов. Многие основные концепции, в которых сформулирован «эволюционный подход» к экологии, были впервые выдвинуты покойным Робертом Мак-Артуром (см. гл. 6 и 7).

2. Иерархия уровней организации

Вероятно, лучше всего можно определить содержание современной экологии, исходя из концепции уровней организации, которые составляют своеобразный «биологический спектр», как это показано на рис. 1.1. Сообщество, популяция, организм, орган, клетка и ген — основные уровни организации жизни; на рис. 1 они расположены в иерархическом порядке — от крупных систем к малым. Теоретически этот спектр уровней, как и спектр излучения или логарифмическая шкала, может быть продолжен до бесконечности в обе стороны. *Иерархия* — согласно словарю Уэбстера для студентов — это «расположение ступенчатым рядом». На каждой

ступени, или уровне, в результате взаимодействия с окружающей физической средой (энергией и веществом) возникают функциональные системы. Под системой в соответствии с тем же словарем мы подразумеваем «упорядоченно взаимодействующие и взаимозависимые компоненты, образующие единое целое»; в соответствии с другой точкой зрения система — это «набор взаимосвязей, составляющий поддающуюся идентификации единицу, реальную или концептуальную» (Laszlo, Margenau, 1972). Системы, содержащие живые компоненты (биологические систе-

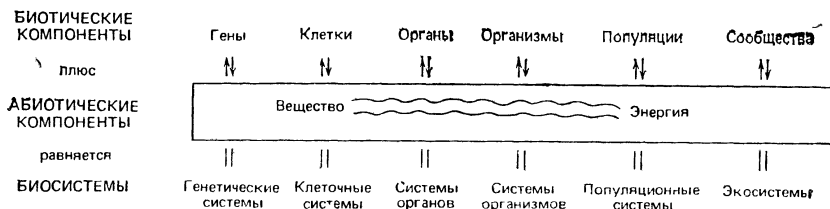


Рис. 1.1. Спектр уровней организации. Экология изучает уровни, находящиеся в правой части спектра, т. е. уровни организации от организмов до экосистем.

мы, или биосистемы), можно выделять или изучать на любом из уровней, показанных на рис. 1.1, или на любом промежуточном уровне, удобном или полезном для исследования. Например, системы «хозяин—паразит» или двухвидовая система взаимосвязанных организмов (скажем, сожительство гриба и водоросли, образующее лишайник) представляют собой промежуточные уровни между популяцией и сообществом.

Экология изучает главным образом те системы, которые расположены в правой части этого спектра, т. е. системы выше уровня организма. В экологии значение термина *популяция*, первоначально обозначавшего группу людей, расширено и обозначает группы особей любого вида организмов. Точно так же *сообщество* (иногда называемое еще биотическим сообществом) в экологическом смысле включает все популяции, занимающие данный участок. Сообщество и неживая среда функционируют совместно, образуя экологическую систему, или *экосистему*. Сообществу и экосистеме приблизительно соответствуют часто употребляемые в европейской и русской литературе термины *биоценоз* и *биогеоценоз* (буквально жизнь и земля, функционирующие вместе). *Биом* — удобный и широко используемый термин, обозначающий крупную региональную или субконтинентальную биосистему, характеризующуюся каким-либо основным типом растительности или другой характерной особенностью ландшафта, например биом лиственных лесов умеренного пояса. Самая крупная и наиболее