

В.П. Иванов, О.В. Васильева

ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ

Учебник

*Рекомендовано Учебно-методическим объединением
по медицинскому и фармацевтическому образованию вузов России
в качестве учебника для студентов медицинских вузов*

Санкт-Петербург
СпецЛит
2010

УДК 574(075)

ББК 20.1 я 73

И20

*Печатается по рекомендации проблемной
Учебно-методической комиссии по биологии МЗ РФ.
Председатель комиссии — зав. кафедрой биологии
Московского стоматологического университета, доктор медицинских наук,
профессор В.В. Маркина*

Авторы:

В.П. Иванов — академик РАЕН, заслуженный деятель науки РФ,
заведующий кафедрой биологии, медицинской генетики и экологии
Курского государственного медицинского университета,
доктор медицинских наук, профессор;

О.В. Васильева — кандидат биологических наук, старший преподаватель
кафедры биологии, медицинской генетики и экологии Курского
государственного медицинского университета

Рецензенты:

М.И. Чурносов — профессор, заведующий кафедрой медико-биологических
дисциплин Белгородского государственного университета;

Е.В. Тимонов — профессор, заведующий кафедрой зоологии
и теории эволюции Курского государственного университета

Иванов В.П., Васильева О.В.

И20 Основы экологии : учебник / В.П. Иванов, О.В. Васильева. —
СПб. : СпецЛит, 2010. — 272 с.

ISBN 978-5-299-00450-2

Учебник по экологии составлен в соответствии с учебными программами по биологии и экологии для студентов высших медицинских учебных заведений. Учебник включает две части: теоретические основы курса общей экологии и учебные рекомендации к практическим занятиям.

Для студентов медицинских вузов, изучающих основы экологии.

**УДК 574(075)
ББК 20.1 я 73**

ISBN 978-5-299-00450-2

© Иванов В. П., Васильева О. В., 2010
© ООО «Издательство „СпецЛит“», 2010

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	6
------------------	---

Часть I

Глава 1. ЭКОЛОГИЯ КАК НАУКА	8
1.1. Основные этапы развития экологических знаний	8
1.2. Предмет, структура, содержание и методы экологических исследований	16
1.3. Междисциплинарный характер экологии. Ее связь с другими областями естествознания.....	20
1.4. Ключевые слова и понятия	21
1.5. Контрольно-обучающие вопросы.....	21
Глава 2. АУТЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОНЯТИЯ И ЗАКОНЫ	23
2.1. Понятие среды обитания.....	23
2.2. Классификация факторов среды	26
2.3. Общие закономерности действия экологических факторов	29
2.4. Адаптация живых организмов к влиянию абиотических факторов среды	34
2.4.1. Свет	34
2.4.2. Температура	38
2.4.3. Влажность	41
2.4.4. Давление	44
2.5. Ключевые слова и понятия	44
2.6. Контрольно-обучающие вопросы.....	45
Глава 3. ДЕМЭКОЛОГИЯ: ЭКОЛОГИЯ ПОПУЛЯЦИЙ	49
3.1. Популяция как природная система	49
3.2. Основные популяционные характеристики.....	51
3.3. Структура популяций	61
3.4. Ключевые слова и понятия	65
3.5. Контрольно-обучающие вопросы.....	65
Глава 4. СИНЭКОЛОГИЯ: ПРЕДМЕТ И ОСНОВНЫЕ ОБЪЕКТЫ ИЗУЧЕНИЯ	69
4.1. Понятие о биоценозе: структура и свойства.....	69
4.2. Учение В.Н. Сукачева о биогеоценозах	74
4.3. Общая характеристика экологической системы. Ее отличия от биогеоценоза	76

4.4. Трофическая структура биоценоза, ее компоненты.....	80
4.5. Экологические пирамиды	86
4.6. Ключевые слова и понятия	92
4.7. Контрольно-обучающие вопросы.....	93
Глава 5. ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ И ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ ОРГАНИЗМАМИ В ЭКОСИСТЕМЕ	97
5.1. Формы межвидовых отношений в синэкологических системах	97
5.2. Основные типы взаимодействий между живыми организмами.....	107
5.3. Природно-географические зоны и их характеристика	108
5.4. Биологическая продуктивность различных экосистем.....	118
5.5. Ключевые слова и понятия	119
5.6. Контрольно-обучающие вопросы.....	120
Глава 6. ВЛИЯНИЕ ЧЕЛОВЕКА НА ПРИРОДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ	121
6.1. Сокращение биоразнообразия	121
6.2. Роль техногенных загрязнений в изменении характера отношений человека с другими живыми организмами	125
6.3. Агроценозы и их отличия от природных экосистем	129
6.4. Сукцессии в экосистемах	132
6.5. Ключевые слова и понятия	136
6.6. Контрольно-обучающие вопросы.....	137
Глава 7. УЧЕНИЕ О БИОСФЕРЕ — ПЛАНЕТАРНОЙ СИНЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ	139
7.1. Строение, физические и химические свойства биосферы	139
7.2. Роль живого вещества в эволюции биосферы	146
7.3. Биогеохимические циклы биогенных элементов и воды в биосфере.....	149
7.4. Современные представления о ноосфере.....	155
7.5. Глобальные проблемы биосферы.....	157
7.6. Ключевые слова и понятия	164
7.7. Контрольно-обучающие вопросы.....	165
Глава 8. ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ ЧЕЛОВЕКА.....	167
8.1. Структура и содержание экологии человека	167
8.2. Основные факторы антропогенеза	170
8.3. Экология сообществ гоминид на разных этапах эволюции	176
8.4. Среда обитания современного человека как экологическое понятие.....	178
8.5. Антропоэкосистемы и их взаимоотношение с другими природными экосистемами	180
8.6. Особенности адаптации организма человека к климату.....	183
8.7. Представления об адаптивных экологических типах людей	186
8.8. Ключевые слова и понятия	189
8.9. Контрольно-обучающие вопросы.....	190
Ответы на контрольно-обучающие вопросы	192
Литература.	196

Часть II
Методические рекомендации
для практических занятий по экологии

<i>Занятие 1.</i> Тема: Введение в экологию. Абиотические факторы и адаптация к ним.....	199
<i>Занятие 2.</i> Тема: Экология популяций	212
<i>Занятие 3.</i> Тема: Биоценоз как синэкологическая система	226
<i>Занятие 4.</i> Тема: Экология человека	238
<i>Занятие 5.</i> Тема: Проблемы экологии человека в Российской Федерации. Экологические особенности Курской области и состояние здоровья населения.....	250
<i>Занятие 6.</i> Тема: Глобальные проблемы современной экологии (семинар)	262
<i>Занятие 7.</i> Тема: Итоговое зачетное занятие	265
Литература	268

*В обращении с планетой, с самим человеком
нужны глубокие знания и мудрая осторожность.*

Н.Ф. Реймерс

ПРЕДИСЛОВИЕ

Современная экология представляет собой одну из основных фундаментальных наук междисциплинарного характера.

В настоящее время люди являются активными участниками большинства природных экосистем. Только формирование экологического понимания и осознанной деятельности каждого разумного человека может сдерживать надвигающуюся экологическую катастрофу и создать благоприятные условия для долговременного устойчивого развития, благополучия и активного долголетия каждого жителя Земли.

Особенное значение имеет экологическое образование для современного врача. Его профессиональная подготовка предполагает осознание будущим специалистом ответственности за состояние окружающей среды и за последствия действий человека по отношению к ней, что составляет основу экологического мышления. Врач должен четко представлять проблему риска воздействия неблагоприятных антропогенных факторов на здоровье человека в мировом масштабе.

В связи с отсутствием необходимой учебной литературы по общей экологии предлагается настоящий учебник, составленный в соответствии с учебной программой по биологии для студентов высших медицинских учебных заведений (Москва, ГОУ ВУНМЦ, 2001 г.) и с межкафедральной программой экологического образования в медицинских и фармацевтических вузах (Москва, ГОУ ВУНМЦ, 2002 г.).

Учебник включает две части: теоретические основы курса общей экологии и учебные рекомендации к практическим занятиям. Материал для практических работ взят из огромной научно-исследовательской базы, накопленной кафедрой биологии, медицинской генетики и экологии за долгие годы. Здесь представлены уникальные данные по всем районам Курской области с учетом демографических показателей, уровней заболеваемости, климатических особенностей разных сезонов года, содержания различных загрязнителей в атмосфере, пестицидов в литосфере. Методы математического и статистического анализа,

которые студенты будут осваивать в ходе проведения практических работ, позволят им лучше раскрывать основные закономерности популяционной экологии и генетики, решать вопросы моделирования и прогноза.

Авторы надеются, что данный учебник поможет студентам медицинских вузов в усвоении основ экологии.

ЧАСТЬ I

Глава 1 ЭКОЛОГИЯ КАК НАУКА

1.1. Основные этапы развития экологических знаний

В процессе эволюции органического мира живые организмы расселялись по всему земному шару и приспосабливались к различным условиям обитания. Их жизнедеятельность постоянно оказывала влияние на элементы неживой природы. Последние развивались и изменялись одновременно с воздействующими на них микроорганизмами, растениями, животными и, естественно, людьми.

Таким образом, в результате сложных взаимоотношений между живой и неживой природой сформировались различные сообщества, экосистемы и биосфера в целом.

Возникла необходимость изучения конкретных взаимоотношений между популяциями разных видов в природе, между живыми организмами и окружающей средой. И к середине XIX в. постепенно оформилась самостоятельная научная дисциплина — экология.



Рис. 1. Эрнст Геккель
(1834–1919)

Термин «экология» (от греч. *oikos* — жилище, местопребывание; *logos* — слово) впервые употребил немецкий биолог Эрнст Геккель (рис. 1) в 1866 г. в труде «Всеобщая морфология организмов».

Э. Геккель писал, что под экологией мы понимаем сумму знаний, относящихся к экономике природы: изучение всей совокупности взаимоотношений животного с окружающей его сре-

дой, как органической, так и неорганической, и прежде всего — его дружественных или враждебных взаимоотношений с теми животными и растениями, с которыми оно прямо или косвенно вступает в контакт.

К концу XIX в. термином «экология» начали пользоваться многие биологи. В 1868 г. И. И. Мечников издает в России конспект работы Э. Геккеля и, вероятно, впервые упоминает это слово на русском языке.

Э. Геккель только лишь дал определение науки, которая существовала и постепенно развивалась еще с глубокой древности вместе с человечеством.

Суммируя вклад различных ученых в формирование экологических знаний, историю развития экологии, на наш взгляд, можно разделить на три основных этапа.

I этап

Первый этап — это зарождение и становление экологии как науки (с древнейших времен до 60-х годов XIX в.).

До середины XIX в. развитие экологии шло неотделимо от развития естествознания, поскольку накопление эмпирических знаний происходило на протяжении всей истории человечества.

Истоки экологии уходят в далекое прошлое и связаны с необходимостью на самых ранних этапах становления человеческого общества добывать себе в пищу растения и животных. Было необходимо знать, как выглядят, где и когда созревают съедобные плоды, корни и стебли растений, где лежат пути миграции диких животных, когда и где они воспроизводят потомство.

Еще древние цивилизации Китая, Месопотамии и Египта сохраняли сведения о живых организмах, их взаимосвязи со средой обитания, об образе жизни растений и животных.

Огромный вклад в развитие естественных наук и накопление экологических знаний внесли греческие философы античности (Анаксимандр, Демокрит, Фалес, Гиппократ, Архимед, Платон). Они выдвинули первые теории о происхождении растений и животных, о процессах питания и роста живых организмов.

Первые попытки обобщения этих сведений были предприняты Аристотелем (384—322 до н. э.). Он описал свыше 500 видов животных, классифицируя их по образу жизни и способу питания. Аристотель стремился сопоставить между собой различные живые организмы и пришел к выводу, что растения и животные постоянно изменялись и поднимались вверх по «лестнице природы».

Ученик Аристотеля Теофраст Эрезийский (371–280 гг. до н. э.) описал естественные группировки растений и типы деревьев, произрастающие на разной высоте, приуроченные к разным местам обитания. Можно считать, что Теофраст заложил основы геоботаники.

Римский поэт и философ Тит Лукреций Кар (около 99–55 гг. до н. э.) утверждал, что природой управляют определенные законы.

В Средние века из-за религиозного догматизма и схоластики науки о живой природе развивались крайне медленно.

Интенсивное накопление знаний о природе и крупные научные исследования происходили в эпоху Возрождения. Этот период знаменуется великими путешествиями, открытиями и описаниями новых земель с их флорой и фауной.

Эпоха Возрождения изменила фундаментальные воззрения в естествознании благодаря трудам Н. Коперника, Дж. Бруно, Г. Галилея, Л. да Винчи, И. Кеплера, Р. Декарта, которые дали новый мощный толчок развитию наук о природе.

В начале XVII в. был изобретен микроскоп.

В 1670 г. английский химик и физик Роберт Бойль (1627–1691) впервые поставил экологический эксперимент по действию на организмы низкого атмосферного давления. Он выяснил, что наибольшей стойкостью к вакууму обладают водные, земноводные и другие холоднокровные животные, и объяснил это их образом жизни.



Рис. 2. Карл Линней
(1707–1778)

Один из первых микроскопистов Антони ван Левенгук (1632–1723) изучал не только строение простейших организмов, бактерий и клеток крови, но и пищевые цепи, регулирование численности популяций, которые стали важнейшими разделами экологии.

В 1749 г. шведский натуралист Карл Линней (рис. 2) опубликовал работу «Экономия природы». В ней он изложил свои взгляды на взаимоотношения живых организмов и влияния на их жизнь условий внешней среды. Линней впервые ввел бинарную (двойную) номенклатуру, т. е. обозначил для каждого вида растений, животных и микро-

организмов двойное латинское название: первое означало название рода, второе — видовую принадлежность. Карл Линней построил наиболее удачную искусственную классификацию растений и животных.

За 120 лет до появления теории Дарвина Линней первым поставил человека в классе млекопитающих вместе с обезьянами и полуобезьянами. В системе Линнея человек получил свое научное имя *Homo sapiens* — человек разумный.

Позднее французский натуралист Жорж Бюффон (1707–1788) создает многотомный труд «Естественная история», где описывает огромное количество животных в связи с влиянием на их жизнь разнообразных факторов внешней среды. Ж. Бюффон считал, что виды изменяются под влиянием температуры, климата, пищи и одомашнивания.

Большое влияние на формирование экологических взглядов XVIII в. имела эволюционная концепция Жана Батиста Ламарка «Философия зоологии» (1809). Ламарк (рис. 3) считал, что главной причиной развития организмов от низших форм к высшим является присущее живой природе стремление к совершенствованию организации, а другой — влияние на них различных внешних условий. Таким образом, в XVIII в. были предприняты попытки систематизации накопленных естественнонаучных знаний.

Большой вклад в развитие экологических представлений конца XVIII — начала XIX в. внесли и русские естествоиспытатели Степан Петрович Крашенинников (1711–1755) и Иван Иванович Лепехин (1740–1802). По итогам проведенных экспедиций они описывали в своих трудах растительность и животный мир различных уголков России, отмечая особенности их климата.

Русский путешественник Петр Симон Паллас (1741–1811) в своих работах «Путешествие по различным провинциям Российского государства» и «Описание животных российско-азиатских» подробно описал образ жизни 151 вида млекопитающих и 425 видов птиц, биологические явления миграции и спячки, взаимоотношения родственных видов между собой.

Вторая половина XIX в. была ознаменована новыми открытиями во всех разделах естествознания: клеточная теория М. Шлейдена и Т. Шванна; теория эволюции Ч. Дарвина; явление электромагнит-

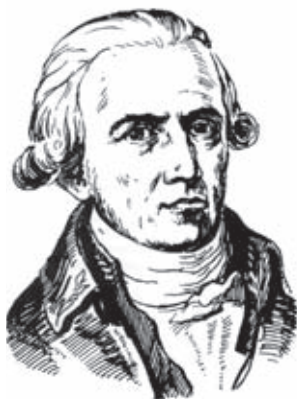


Рис. 3. Жан Батист Ламарк (1744–1829)

ной индукции М. Фарадея и Д. Максвелла; закон сохранения энергии Г. Гельмгольца, периодический закон Д.И. Менделеева; законы наследования Г. Менделя и др.

Именно в середине XIX в. экология в своем становлении переходит на новый качественный виток своего развития.

II этап

Второй этап — оформление экологии в самостоятельную отрасль знаний (с 60-х гг. XIX в. до 50-х гг. XX в).

Этот период связан с деятельностью немецкого естествоиспытателя Александра Гумбольдта (1769—1859), который издал труд «Идеи о географии растений». Гумбольдт заложил основы биогеографии и выделил 19 основных жизненных форм растений, установил закономерности горизонтальной зональности и вертикальной поясности растительности.

Особое место в развитии прогрессивных биологических взглядов этого времени занимает деятельность профессора Московского университета Карла Рулье (1814—1858). Его по праву считают одним из предшественников Чарльза Дарвина и основоположником экологии животных. Он написал более 160 работ, заложил основы «зообиологии», сформулировал принцип, лежащий в основе всех наук о живом, — принцип исторического единства организма и окружающей среды. К. Рулье писал: «Ни одно органическое существо не живет само по себе, каждое вызывается к жизни и живет постольку, поскольку находится во взаимодействии с относительно внешним для него миром».

Ученик Рулье Николай Алексеевич Северцов (1827—1885) в 1855 г. опубликовал труд «Периодические явления в жизни зверей, птиц и гад Воронежской губернии», где впервые в России дается глубокое экологическое исследование животного мира отдельного региона.

В 1855 г. А. Декандоль (1806—1893) публикует работу «Ботаническая география», в которой описывает влияние абиотических факторов на растительные организмы.

В 1859 г. вышла в свет книга английского естествоиспытателя Чарльза Дарвина «Происхождение видов путем естественного отбора».

В своей эволюционной теории Дарвин обосновал роль взаимодействия видов в связи с условиями их существования. По мнению Ч. Дарвина, физические условия, в частности температура и другие климатические факторы, становятся ведущими лишь в наиболее неблагоприятных для жизни ландшафтах, например на Крайнем Севере,

в пустынях и т. д. Дарвин установил необычайно высокую способность организмов к увеличению численности. Важным для экологии был и вывод Дарвина о несравненно большей остроте борьбы за существование в пределах вида и между близкими формами, чем между разными видами. Ученый отметил и влияние образа жизни, условий существования и взаимодействия видов на их морфологию. В его работах содержатся глубокие мысли по теории акклиматизации. Дарвин доказал, что аборигенные виды не всегда наилучшим образом приспособлены к местным условиям. В ряде случаев новые виды могут оказаться более жизнеспособными.

Таким образом, именно эволюционное учение Ч. Дарвина явилось мощным толчком для развития экологии на качественно новой основе.

Спустя семь лет после публикации основной работы Дарвина Э. Геккель предложил весь круг вопросов, связанный с проблемами борьбы за существование и влияния на живые существа комплекса физических и биотических условий, назвать новым термином «экология».

В 1877 г. немецкий гидробиолог Карл Август Мебиус (1825—1908) издал работу «Устрицы и устричное хозяйство», где описал комплексы донных животных, образующих так называемые «устричные банки». Такие комплексы Мебиус назвал биоценозами. Он определил их как объединения живых организмов, которые соответствуют по составу, числу видов и особей некоторым средним условиям среды и в которых организмы связаны взаимной зависимостью и сохраняются благодаря постоянному размножению в определенных местах.

Благодаря работам К. Мебиуса к началу XX в. в экологии начало формироваться новое научное направление — изучение надорганизменных биологических систем.

В 1895 г. датский ботаник Е. Варминг (1841—1924) ввел термин «экология» в ботанику.

К этому же периоду относятся работы почвоведом Василия Васильевича Докучаева (1846—1903) о ландшафтно-географических зонах, охватывающих все элементы земной поверхности.

В 1896 г. швейцарский ботаник К. Шретер (1855—1939) ввел термин «аутэкология», а в 1902 г. предложил различать соответственно и «синэкологию».

На основании его работ в 1910 г. в Брюсселе на III Ботаническом конгрессе экологию растений официально разделили на экологию особей (аутэкологию) и экологию сообществ (синэкологию). В дальнейшем это деление было распространено на экологию животных и на общую экологию.



Рис. 4. В.И. Вернадский
(1863–1945)

В 1926 г. вышел в свет труд Владимира Ивановича Вернадского (рис. 4) «Биосфера», где впервые была показана планетарная роль совокупности живых организмов — «живого вещества», определены его роль и функции в эволюции биосферы.

В 1927 г. французский философ Э.Леруа, находясь под впечатлением лекций Вернадского в Сорбонне, впервые ввел термин «ноосфера».

В 30-х гг. XX в. оформилась популяционная экология. Ее основоположником является американский биолог Чарлз Элтон. В 1927 г. он издает труд «Экология животных», в котором четко охарактеризовано свое-

образии биоценологических процессов, определено понятие трофической ниши и сформулировано правило экологических пирамид.

В 1934 г. отечественный биолог Г.Ф. Гаузе в книге «Борьба за существование» подробно исследовал межвидовые взаимоотношения типа «хищник—жертва» и сформулировал «принцип конкурентного исключения».

В 1935 г. английский геоботаник А. Тенсли разработал учение об экосистемах. Под «экосистемой» он предложил понимать любую совокупность организмов и неорганических компонентов, в которой может поддерживаться круговорот веществ.

В 1942 г. русский ботаник Владимир Николаевич Сукачев (1880–1967) выдвинул понятие о биогеоценозе как о едином комплексе организмов и абиотического окружения. В отличие от биогеоценозов, границы которых задаются рамками растительных сообществ, экосистемы могут охватывать пространства разной протяженности — от капли воды до биосферы в целом.

Примерно с этого времени утвердилось деление экологии на аутоэкологию — экологию отдельных организмов; демэкологию — экологию популяций и синэкологию — экологию межвидовых сообществ.

Во второй половине XX в. в связи с прогрессирующим загрязнением окружающей среды и резким усилением воздействия человека на природу экология приобретает особое значение.

Учебное издание

Иванов Владимир Петрович
Васильева Оксана Владимировна

ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ

Учебник

Подписано в печать 06.09.2010. Формат 60 × 90¹/₁₆.
Бумага офсетная. Печать офсетная. Гарнитура Ньютон.
Объем 17 печ. л. Тираж 1000 экз. Заказ №

ООО «Издательство „СпецЛит“».
190005, Санкт-Петербург, Измайловский пр., 29,
тел./факс: (812) 251-66-54, 251-16-94, <http://www.speclit.spb.ru>

Отпечатано с диапозитивов ООО «Издательство „СпецЛит“»
в типографии АНТТ-Принт.
190005, Санкт-Петербург, Измайловский пр., 29

ISBN 978-5-299-00450-2



9 785299 004502