

Тема 1. Экология как наука

1.1. Краткая история экологии

Слово «экология» образовано от греч. *oikos*, что означает дом (жилище, местообитание, убежище), и *logos* — наука. 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 средой». В настоящее время большинство исследователей считает, что экология — это наука, изучающая отношения живых организмов между собой и окружающей средой, или наука, изучающая условия существования живых организмов, взаимосвязи между средой, в которой они обитают.

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 или о силах природы, растениях и животных. Можно утверждать, что цивилизация возникла тогда, когда человек научился использовать огонь и другие средства и орудия, позволяющие ему изменять среду своего обитания. Как и другие области знания, экология развивалась непрерывно, но неравномерно на протяжении истории человечества. Судя по дошедшим до нас орудиям охоты, наскальным рисункам о способах культивирования растений, лова животных, обрядам, люди еще на заре становления человечества имели отдельные представления о повадках животных, образе их жизни, сроках сбора растений, употребляемых для их нужд, о местах произрастания растений, способах выращивания и ухода за ними. Некоторые сведения подобного рода находим в сохранившихся памятниках древнеегипетской, индийской, тибетской культур. Элементы экологии имеют место в эпических произведениях и легендах. Например, в древнеиндийских сказаниях «Махабхарата» (VI—II вв. до н. э.) даются сведения о повадках и образе жизни около 50 видов животных, сообщается об изменениях численности некоторых из них. В рукописных книгах Вавилонии есть описания способов обработки земли, указывается время посева культурных растений, перечисляются птицы и животные, вредные для земледелия. В китайских хрониках IV—II вв. до н. э. описываются условия произрастания различных сортов культурных растений.

В трудах ученых античного мира — Гераклита (530—470 гг. до н. э.), Гиппократ (460—370 гг. до н. э.), Аристотеля (384—322 гг. до н. э.) и др. — были сделаны дальнейшие обобщения экологических фактов.

Аристотель в своей «Истории животных» описал более 500 видов известных ему животных, рассказал об их поведении. Так начинался *первый*



Гераклит Эфесский



Аристотель

этап развития науки — накопление фактического материала и первый опыт его систематизации. Теофраст Эрезийский (372—287 гг. до н. э.) описал влияние почвы и климата на структуру растений, наблюдаемое им на огромных пространствах Древнего Средиземноморья. В работах философа впервые было предложено разделить покрытосеменные растения на основные жизненные формы: деревья, кустарники, полукустарники, травы. К этому периоду относится знаменитая «Естественная история» Плиния Старшего (23—79 гг. н. э.).

В Средние века интерес к изучению природы ослабевает, заменяясь господством схоластики и богословием. Связь строения организмов с условиями среды толковалась как воплощение воли Бога. Людей сжигали на кострах не только за идеи развития природы, но и за чтение книг древних философов. В этот период, затянувшийся на целое тысячелетие, только единичные труды содержат факты научного значения. Большинство же сведений имеют прикладной характер, опираются на описание целебных трав (Разес, 850—923 гг.; Авиценна, 980—1037 гг.), культивируемых растений и животных, на знакомство с природой далеких стран (Марко Поло, XIII в., Афанасий Никитин, XV в.).

Началом новых веяний в науке в период позднего средневековья являются труды Альберта Великого (Альберт фон Больштедт, 1193—1280 гг.). В своих книгах о растениях он придает большое значение условиям их местообитания, где помимо почвы важное место уделяет «солнечному теплу», рассматривая причины «зимнего сна» у растений, размножение и рост организмов ставит в неразрывную связь с их питанием.

Крупными сводами средневековых знаний о живой природе являлись многотомное «Зеркало природы» Венсенале Бове (XIII в.), «Поучение Владимира Мономаха» (XI в.), ходившие в списках на Руси, «О поучениях и сходствах вещей» доминиканского монаха Иоанна Сиенского (начало XIV в.).

Географические открытия в эпоху Возрождения, колонизация новых стран явились толчком к развитию биологических наук. Накопление и описание фактического материала — характерная черта естествознания этого периода. Однако, несмотря на то что в суждениях о природе господствовали метафизические представления, в трудах многих естествоиспытателей имели место явные свидетельства экологических знаний. Они выражались в накоплении фактов о разнообразии живых организмов, их распространении, в выявлении особенностей строения растений и животных, живущих в условиях той или иной среды. Первые систематики — А. Цезальпин (1519—1603), Д. Рей (1623—1705), Ж. Турнефор (1656—1708) и др. утверждали о зависимости растений от условий произрастания или возделывания, от мест их обитания и т. д. Сведения о поведении, повадках, образе жизни животных, сопровождавшие описание их строения, называли «историей» жизни

животных. Известный английский химик Р. Бойль (1627— 1691) первым осуществил экологический эксперимент. Он опубликовал результаты сравнительного изучения влияния низкого атмосферного давления на различных животных.

В XVII в. Ф. Реди экспериментально доказал невозможность самозарождения сколько-нибудь сложных животных.



С. П. Крашенинников

В XVII—XVIII вв. в работах, посвященных отдельным группам живых организмов, экологические сведения зачастую составляли значительную часть, например в трудах А. Реомюра о жизни насекомых (1734), Л. Трамбле о гидрах и мшанках (1744), а также в описаниях натуралистами путешествий. Антон ван Левенгук, более известный как один из первых микроскопистов, был пионером в изучении пищевых цепей и регуляции численности организмов. По сочинениям английского ученого Р. Брэдли видно, что он имел четкое представление о биологической продуктивности. На основании путешествий по неизведанным краям

России в XVIII в. С. П. Крашенинниковым, И. И. Лепехиным, П. С. Палласом и другими русскими географами и натуралистами указывалось на взаимосвязанные изменения климата, животного и растительного мира в различных частях обширной страны. В своем капитальном труде «Зоография» П. С. Паллас описал образ жизни 151 вида млекопитающих и 425 видов птиц, биологические явления: миграцию, спячку, взаимоотношения родственных видов и т. д. П. С. Палласа, по

определению Б. Е. Райкова (1947), можно считать «одним из основателей экологии животных». О влиянии среды на организм высказывался М. В. Ломоносов. В трактате «О слоях земных» (1763) он писал: «...напрасно многие думают, что все, как мы видим, сначала создано творцом...» Изменения в неживой природе Ломоносов рассматривал как непосредственную причину изменений растительного и животного мира. По останкам вымерших форм (моллюски и насекомые) он судил об условиях их существования в прошлом.



М. В. Ломоносов



Ж.-Л. Л. Бюффон

Влиянию среды на организм много внимания уделял ученый-агроном А. Г. Болотов (1738—1833). На основании наблюдений он разрабатывает приемы воздействия на молодые растения яблони, определяет роль минеральных солей в жизни растений, создает одну из первых классификаций местообитаний, затрагивает вопросы взаимоотношений между

организмами.

Во второй половине XVIII в. проблема внешних условий нашла отражение в работах французского естествоиспытателя Ж.-Л.Л.Бюффона(1707—1788). Он считал возможным «перерождение» видов и полагал основными причинами превращения одного вида в другой влияние таких внешних факторов, как «температура, климат, качество пищи и гнет одомашнивания».

В его титаническом труде «Естественная история» четко просматривается материалистический взгляд на неразрывность материи и движения. «Материя без движения никогда не существовала, — пишет он, — движение, следовательно, столь же старо, как и материя». Бюффон отрицает божественное происхождение Земли. Из «Естественной истории» взошли ростки эволюционизма Ж.-Б. Ламарка, выросло эволюционное учение Ч. Дарвина. Создание эволюционной концепции развития природы — главное теоретическое достижение Ж.-Б. Ламарка (1744—1829). В «Философии зоологии» (1809) он дает эволюционное обоснование «лестницы существ». Ж.-Б. Ламарк считал влияние «внешних обстоятельств» одной из самых важных причин приспособительных изменений организмов, эволюции животных и растений.



Ж.-Б. Ламарк

По мере развития зоологии и ботаники происходило накопление фактов экологического содержания, свидетельствующих, что к концу XVIII в. у естествоиспытателей начали складываться элементы особого, прогрессивного подхода к изучению явлений природы, а также об изменениях организмов в зависимости от окружающих условий и о многообразии форм. Вместе с тем как таковых экологических идей еще нет, начала лишь складываться экологическая точка зрения на изучаемые явления природы.



А. Гумбольдт

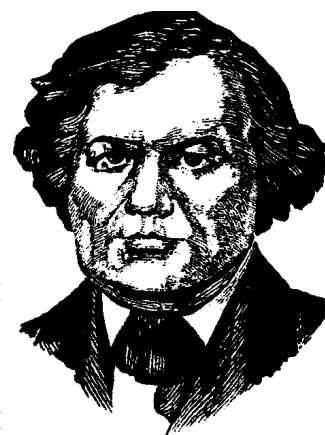
Второй этап развития науки связан с крупномасштабными ботанико-географическими исследованиями в природе. Появление в начале XIX в. биогеографии способствовало дальнейшему развитию экологического мышления. Подлинным основоположником экологии растений принято считать А. Гумбольдта (1769—1859), опубликовавшего в 1807 г. работу «Идеи о географии растений», где на основе своих многолетних наблюдений в Центральной и Южной Америке он показал значение климатических условий, особенно температурного фактора, для распределения растений. В сходных зональных и вертикально-поясных

географических условиях у растений разных таксономических групп вырабатываются сходные «физиономические» формы, т. е. одинаковый внешний облик. По распределению и соотношению этих форм можно судить о специфике физико-географической среды. Появились первые специальные работы, посвященные влиянию климатических факторов на распространение и биологию животных, и среди них - книги немецкого зоолога К. Глогера (1833) об изменениях птиц под влиянием климата, датчанина Т. Фабера (1826) об особенностях северных птиц, К. Бергмана (1848) о географических закономерностях в изменении размеров теплокровных животных.

В 1832 г. О. Декандоль обосновал необходимость выделения особой научной дисциплины «эпиррелогия», изучающей влияние на растения внешних условий и воздействие растений на окружающую среду или, говоря современным языком экологии, среду, где существуют растения, которую стали понимать как совокупность действующих на них условий (экологических факторов). Число таких факторов по мере расширения и углубления исследований по экологии растений возрастало, а оценка значимости отдельных факторов изменялась. О. Декандоль писал: «Растения не выбирают условия среды, они их выдерживают или умирают. Каждый вид, живущий в определенной местности, при известных условиях представляет как бы физиологический опыт, демонстрирующий нам способ воздействия теплоты, света, влажности и столь разнообразных модификаций этих факторов».

Русский ученый Э. А. Эверсман рассматривал организмы в тесном единстве с окружающей средой. В работе «Естественная история Оренбургского края» (1840) он четко делит факторы среды на абиотические и биотические, приводит примеры борьбы и конкуренции между организмами, между особями одного и разных видов.

Экологическое направление в зоологии лучше других было сформулировано другим русским ученым К. Ф. Рулье (1814—1858). Он считал необходимостью развитие особого направления в зоологии, посвященного всестороннему изучению и объяснению жизни животных, их сложных взаимоотношений с окружающим миром. Рулье подчеркивал, что в зоологии наряду с классификацией отдельных органов нужно производить «разбор явлений образа жизни». Здесь следует различать явления жизни особи, т. е. выбор и запасание пищи, выбор и постройка жилища и т. д., а также «явления жизни общей»: взаимоотношения родителей и потомства, законы количественного размножения животных, отношения животных к растениям, почве, к физиологическим условиям среды. Вместе с этим



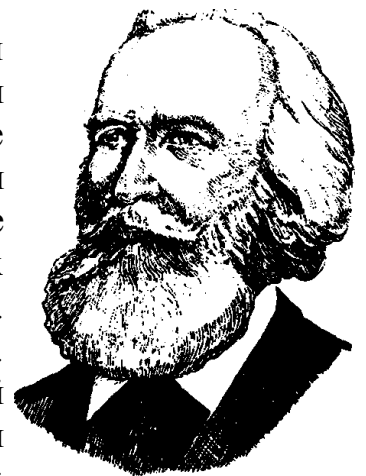
К. Ф. Рулье



Ч. Дарвин

следует изучать периодические явления в жизни животных — линьку, спячку, сезонные перемещения и др. Следовательно, Рулье разработал широкую систему экологического исследования животных — «зообиологии», оставил ряд трудов типичного экологического содержания, таких, как типизация общих особенностей водных, наземных и роющих позвоночных. Научные работы Рулье оказали значительное влияние на направление и характер исследований его учеников, последователей — Н. А. Северцова (1827—1885), А. Н. Бекетова (1825—1902). Так, Н. А. Северцов в книге «Периодические явления в жизни зверей, птиц и гад Воронежской губернии» впервые в России изложил глубокие экологические исследования животного мира отдельного региона. Таким образом, ученые начала XIX в. анализировали закономерности организмов и среды, взаимоотношения между организмами, явления приспособляемости и приспособленности. Однако разрешение этих проблем, дальнейшее развитие науки экологии произошло на базе эволюционного учения Ч. Дарвина (1809—1882). Он по праву является одним из пионеров экологии. В книге «Происхождение видов» (1859) им показано, что «борьба за существование» в природе приводит к естественному отбору, т. е. является движущим фактором эволюции. Стало ясно, что взаимоотношения живых существ и связи их с неорганическими компонентами среды («борьба за существование») — большая самостоятельная область исследований.

Победа эволюционного учения в биологии открыла, таким образом, *третий этап* в истории экологии, для которого характерно дальнейшее увеличение числа и глубины работ по экологическим проблемам. В этот период завершилось отделение экологии от других наук. Экология, родившись в недрах биогеографии, в конце XIX в. благодаря учению Ч. Дарвина превратилась в науку об адаптациях организмов. Однако сам термин «экология» для новой области знаний впервые был предложен немецким зоологом Э. Геккелем в 1866 г. Он дал следующее определение этой науки: «Это познание экономики природы, одновременное исследование всех взаимоотношений живого с органическими и неорганическими компонентами среды, включая непременно неантагонистические и антагонистические взаимоотношения растений и животных, контактирующих друг с другом». Э. Геккель (1834—1910) относил экологию к биологическим наукам и наукам о природе, интересующимся всеми сторонами жизни биологических организмов. Термин «экология» в дальнейшем получил всеобщее признание. Во второй половине XIX в. содержанием экологии являлось главным образом изучение образа жизни животных и растений, их адаптивности к климатическим условиям: температуре, световому режиму, влажности и т. д. В этой области был сделан ряд важных обобщений, исследований. Датский ботаник Е. Варминг в книге «Ойкологическая география растений» (1895) излагает



Э. Геккель

основы экологии растений, четко формулирует ее задачи. Изложив основные положения экологии отдельных растений и растительных сообществ, он создал стройную систему фитоэкологических взглядов и с полным основанием может быть назван отцом экологии.

А. Н. Бекетов в научной работе «География растений» (1896) впервые сформулировал понятие биологического комплекса как суммы внешних условий, установил связь особенностей анатомического и морфологического строения растений с их географическим распространением, указал на значение физиологических исследований в экологии. Им же были детально разработаны вопросы межвидового и внутривидового взаимоотношений организмов. Д. Аллен (1877) нашел ряд общих закономерностей в изменении пропорций тела и его выступающих частей, в окраске североамериканских млекопитающих и птиц в связи с географическими изменениями климата.

В конце 70-х гг. XIX в. параллельно с данными исследованиями возникло новое направление. Немецкий гидробиолог К. Мебиус в 1877 г. на основе изучения устричных банок Северного моря обосновал представление о биоценозе как глубоко закономерном сочетании организмов в определенных условиях среды. Биоценозы, или природные сообщества, по К. Мебиусу, обусловлены длительной историей приспособления видов друг к другу и к исходной экологической обстановке. Он утверждал, что всякое изменение в каком-либо из факторов биоценоза вызывает изменения в других факторах последнего. Его труд «Устрицы и устричное хозяйство» положил начало биоценологическим исследованиям в природе.



В. В. Докучаев

Изучение сообществ в дальнейшем обогатилось методами учета количественных соотношений организмов. Учение о растительных сообществах обособилось в отдельную область ботанической экологии. Значительная роль здесь принадлежит русским ученым С. И. Коржинскому и И. К. Пачоскому, назвавших новую науку «фито-социологией», переименованную позднее в «фитоценологию», а затем в геоботанику. К этому же периоду относится деятельность знаменитого русского ученого В. В. Докучаева (1846—1903). Докучаев в своем труде «Учение о зонах природы» писал, что ранее изучались отдельные тела, явления и стихии — вода, земля, но не их соотношения, не та генетическая вековечная и всегда закономерная связь, какая существует между силами, телами и явлениями, между мертвой и живой природой, между растительными, животными и минеральными царствами с одной стороны, человеком, его бытом и даже духовным миром. Учение Докучаева о природных зонах имело исключительное значение для развития экологии. В целом его работы легли в основу геоботанических исследований, положили начало учению о ландшафтах, дали толчок широким исследованиям взаимоотношений растительности и почвы. Идея Докучаева о необходимости

изучения закономерностей жизни природных комплексов получила дальнейшее развитие в книге видного лесоведа Г. Ф. Морозова «Учение о лесе», в учении В. Н. Сукачева о биогеоценозах.

В начале XX в. оформились экологические школы гидробиологов, фитоценологов, ботаников и зоологов, в каждой из которых развивались определенные стороны экологической науки.

В 1910 г. на III Ботаническом конгрессе в Брюсселе экология растений разделилась на экологию особей и экологию сообществ. По предложению швейцарского ботаника К. Шретера экология особей была названа *аутэкологией* (от греч. autos — сам и «экология»), а экология сообществ — *синэкологией* (от греческой приставки syn-, обозначающей «вместе»). Такое деление вскоре было принято и в зоо-экологии. Появились первые экологические сводки: руководство к изучению экологии животных Ч. Адамса (1913), книга В. Шелфорда о сообществах наземных животных (1913), С. А. Зернова по гидробиологии (1913) и др.

В 1913—1920 гг. были организованы экологические научные общества, основаны журналы. Экологию начали преподавать в ряде университетов. В экологии получило развитие количественное рассмотрение изучаемых явлений и процессов, связанных с именами А. Лотки (1925), В. Вольтерры (1926).

Авторитетнейший ученый России начала XX в., ботаник И. П. Бородин, выступая в 1910 г. на XII съезде русских естествоиспытателей и врачей с докладом «Об охране участков растительности, интересных с ботанико-географической точки зрения», страстно призывал своих коллег охранять природу и выполнять тем самым «наш нравственный долг», сравнивая это дело с охраной исторических памятников. Бородин особенно интересовался уникальными природными объектами.



Г. А. Кожевников

Любой памятник природы, неважно — большой или маленький, представляет собой, по его мнению, национальное сокровище. «Это такие же уникалы, как картины, например, Рафаэля — уничтожить их легко, но воссоздать нет возможности». Г. А. Кожевников (1917) утверждал, что к числу факторов, усугубляющих разрушительные последствия войны и революции, относятся вопиющая отсталость, бескультурье, отсутствие развитой технологии и какого-либо гражданского долга. Кожевников сформулировал три этапа становления отношения человека к природе. Россия, по его мнению, находится на стадии, переходной от первого — первобытного, хищнического — этапа ко второму, ориентированному на рост и развитие. При отсутствии даже войны и социальных потрясений мощные структурные факторы должны были бы



И. П. Бородин

препятствовать быстрому переходу к третьему этапу, ориентированному на охрану природы. Кожевников, основываясь на данном утверждении, выступал за рационализацию и модернизацию экономики и ее социальной структуры.

На *четвертом этапе* развития истории экологии после разносторонних исследований к 30-м гг. XX в. определились основные теоретические представления в области биоценологии: о границах и структуре биоценозов, степени устойчивости, возможности саморегуляции этих систем. Углублялись исследования типов взаимосвязей организмов, лежащих в основе существования биоценозов. Проблему взаимодействия живых организмов с неживой природой подробно разработал В. И. Вернадский в 1926г., подготовив условия для понятия единого целого биологических организмов с физической средой их обитания.



В. И. Вернадский

Большой вклад в фитоценологические исследования внесли в России В. Н. Сукачев, Б. Н. Келлер, В. В. Алехин, А. Г. Раменский, А. П. Шенников, за рубежом — Ф. Клементс в США, К. Раункиер в Дании, Г. Дю Рие в Швеции, И. Браун-Бланк в Швейцарии. Были созданы разнообразные системы классификации растительности на основе морфологических (физиологических), эколого-морфологических, динамических и других особенностей сообществ, разработаны представления об экологических индикаторах, изучены структура, продуктивность, динамические связи фитоценозов.

Продолжая традиции К. А. Тимирязева, в разработку физиологических основ экологии растений много ценного внес Н. А. Максимов.

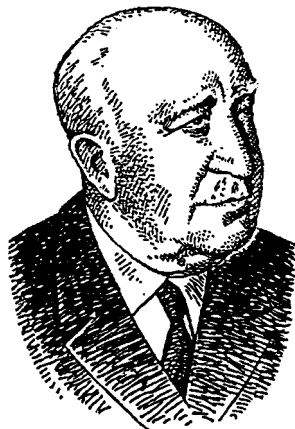
В 30—40-х гг. XX в. появились новые сводки по экологии животных, где излагались теоретические проблемы общей экологии: К. Фридерикса (1930), Ф. Боденгеймера (1935) и др.



В развитие общей экологии значительный вклад внес Д. Н. Кашкаров (1878—1941). Ему принадлежат такие книги, как «Среда и общество», «Жизнь пустыни». Он является автором первого учебника в нашей стране по основам экологии животных (1938). По инициативе Кашкарова регулярно издавался сборник «Вопросы экологии и биоценологии». В этот период оформилась новая область экологической науки — популяционная экология. Английский ученый Ч. Эл-тон в книге «Экология животных» (1927) переключает внимание с отдельного организма на популяцию как единицу, которую следует изучать самостоятельно. На этом уровне выявляются свои особенности экологических адаптации и регуляций. На развитие популяционной экологии в нашей стране оказали влияние С. А. Северцов, Е. Н. Синская, И. Г. Серебряков, М. С. Гиляров, Н. П. Наумов, Г. А. Викторова,

Д. Н. Кашкаров популяцию как единицу, которую следует изучать самостоятельно. На этом уровне выявляются свои особенности экологических адаптации и регуляций. На развитие популяционной экологии в нашей стране оказали влияние С. А. Северцов, Е. Н. Синская, И. Г. Серебряков, М. С. Гиляров, Н. П. Наумов, Г. А. Викторова,

Т. А. Работнова, А. А. Уранова, С. С. Шварц и др. Е. Н. Синская (1948) провела исследования по выяснению экологического и географического полиморфизма видов растений. И. Г. Серебряковым была создана новая, более глубокая классификация жизненных форм. М. С. Гиляров (1949) выдвинул предположение, что почва послужила переходной средой в завоевании членистоногими суши. Исследования С. С. Шварца эволюционной экологии позвоночных животных привели к возникновению палеоэкологии, задачей которой является восстановление картины образа жизни вымерших форм.



В начале 40-х гг. XX в. в экологии возникает новый подход к исследованиям природных экосистем. Г. Гаузе (1934) провозгласил свой знаменитый принцип конкурентного исключения, указав на важность трофических связей как основного пути для потоков энергии через природные сообщества, что явилось весомым вкладом в появление концепции экосистемы. Английский ученый А. Тенсли в 1935 г. в работе «Правильное и неправильное использование концепций и терминов в экологии растений» ввел в экологию термин «экологическая система». Основное достижение А. Тенсли заключается в

успешной попытке интегрировать биоценоз с биотопом на уровне новой функциональной единицы — экосистемы. В 1942 г. В. Н. Сукачев (1880—1967) обосновал представление о биогеоценозе. Здесь нашла отражение идея единства совокупности организмов с абиотическим окружением, закономерностях, лежащих в основе всего сообщества и окружающей неорганической среды — круговороте вещества и превращениях энергии. Начались работы по точному определению продуктивности водных сообществ (Г. Г. Винберг, 1936). В 1942 г. американский ученый Р. Линдеман изложил основные методы расчета энергетического баланса экологических систем. С этого периода стали принципиально возможными расчеты и прогнозирование предельной продуктивности популяции и биоценозов в конкретных условиях среды. Развитие экосистемного анализа привело к возрождению на новой экологической основе учения о биосфере, принадлежащего крупнейшему ученому В. И. Вернадскому, который в своих идеях намного опередил современную ему науку. Биосфера предстала как глобальная экосистема, стабильность и функционирование которой основаны на экологических законах обеспечения баланса вещества и энергии.

В 50—90 гг. XX в. вопросам экологии посвящены работы видных отечественных и зарубежных исследователей: Р. Дажо (Основы экологии, 1975), Р. Риклефс (Основы общей экологии, 1979), Ю. Одум (Основы экологии, 1975; Экология, 1986), М. И. Будыко (Глобальная экология, 1977), Г. А. Новиков (Основы общей экологии и охраны природы, 1979), Ф. Рамад (Основы прикладной экологии, 1981), В. Тишлер (Сельскохозяйственная

экология, 1971), С. Г. Спурр, Б. В. Барнес (Лесная экология, 1984), В. А. Радкевич (Экология, 1983,1997), Ю. А. Израэль (Экология и контроль природной среды, 1984), В. А. Ковда (Биогеохимия почвенного покрова, 1985), Дж. М. Андерсон (Экология и науки об окружающей среде: биосфера, экосистемы, человек, 1985), Г. В. Стадницкий, А. И. Родионов (Экология, 1988,1996), Н. Ф. Реймерс (Природопользование, 1990; Экология, 1994), Г. Л. Тышкевич (Экология и агрономия, 1991), Н. М. Чернова, А. М. Былова (Экология, 1988), Т. А. Акимова, В. В. Хаскин (Основы экоразвития, 1994; Экология, 1998), В. Ф. Протасов, А. В. Молчанов (Экология, здоровье и природопользование в России, 1995), Н. М. Мамедов, И. Т. Суравегина (Экология, 1996), К. М. Петров (Общая экология, 1996), А. С. Степаневских (Общая экология, 1996,2000; Экология, 1997; Охрана окружающей среды, 1998,2000) и др.

Н. Ф. Реймерс (1931—1993), доктор биологических наук, видный российский ученый, внес значительный вклад в изучение взаимоотношений человека и природы, социально-экономических аспектов экологии и природы. Автор книг: *Азбука природы. Микроэнциклопедия биосферы* (М.: Знание, 1980); *Природопользование: Словарь-справочник* (М.: Мысль, 1990); *Экология теории, законы, правила, принципы и гипотезы* (М.: Россия молодая, 1994) и др.

Н. Н. Моисеев (1917—2000), доктор физико-математических наук, академик, известней как ученый с мировым именем. Основные направления его научной деятельности в области экологии и природопользования: методы оптимизации природопользования; математические модели динамики биосферы; методологические вопросы взаимоотношения биосферы и общества; модели стабильности биосферы в условиях антропогенных воздействий.

Анализируя историю экологии как науки, нельзя не заметить, что развитие экологии задержалось минимум на пять—десять лет по сравнению с такими дисциплинами, как эмбриология и генетика. Перечислим некоторые причины отставания экологии.

Недооценка потребности открыть законы, применяемые ко всему живому, т.е. экология находится здесь во многих случаях на аналитической стадии. Изучение взаимоотношений организмов друг с другом и со средой не может идти без учета огромного разнообразия животного и растительного мира, и если общие законы существуют, то в ряде случаев их еще предстоит открыть.

Степень развития научных знаний, которая вынуждала ученых к изучению изолированных естественных явлений, как если бы они были независимы и не связаны друг с другом. Французский ученый О. Конт в своих трудах проводил мысль о жестких барьерах между науками. Для



Н. Н. Моисеев



Н. Ф. Реймерс

некоторых ученых такой подход стал привычным. Он вынуждал их рассматривать предметы и явления вне существующих между ними взаимосвязей, тогда как взаимодействие — первая особенность при рассмотрении научных фактов в совокупности. Эти искусственные барьеры рушатся в XX в. с появлением новых отраслей знания, сформировавшихся на основе слияния отдельных наук — физики и химии, химии и биологии.

Рождение и развитие экологии — науки, обязанной своим появлением на свет разнообразным дисциплинам и имеющей свои собственные методы, — относится к этому же периоду. В настоящее время в экологии просматривается все большая тенденция к превращению ее в науку, в которой для охвата всех сторон изучаемого предмета работа ведется группами ученых.

Отсутствие реальных перспектив ее развития вплоть до 30-х гг. XX в. Казалось, что эта наука в отличие, например, от медицины, успеху которой способствовали лабораторные исследования, ограничивалась теоретическими изысканиями. В XIX — начале XX в., а иногда и сейчас, непосредственное перенесение на природу методов, выработанных в лабораторных условиях, часто приводило к непредвиденным, катастрофическим последствиям. Эта ошибочная практика постепенно заставила обратить внимание на экологию, привела к учету человеком в своей деятельности экологических законов.

В конце XX в. происходит «экологизация» науки. Это связано с осознанием огромной роли экологических знаний, с пониманием того, что деятельность человека зачастую не просто наносит вред окружающей среде, но и воздействует на нее отрицательно, изменяя условия жизни людей, угрожает самому существованию человечества.

1.2. Взаимосвязь экологии с другими биологическими науками. Подразделения экологии

Экология — одна из сравнительно молодых и бурно развивающихся биологических наук. Однако проникновение экологических идей практически во все разделы биологии зачастую ставит под сомнение самостоятельность экологии как науки. Вместе с тем существует немало классификаций биологических наук. Каждая из них, хотя и не охватывает все биологические науки (табл. 1.1), дает возможность определить место экологии среди других дисциплин (рис. 1.3).

Таблица 1.1

Классификация биологических наук (по Б. Г. Иоганзену, 1959)

Общие науки	Частные науки	Комплексные науки
Систематика Морфология Физиология Экология Генетика Биогеография Эволюционное учение	Микробиология Ботаника Зоология Антропология	Гидробиология Почвоведение Паразитология

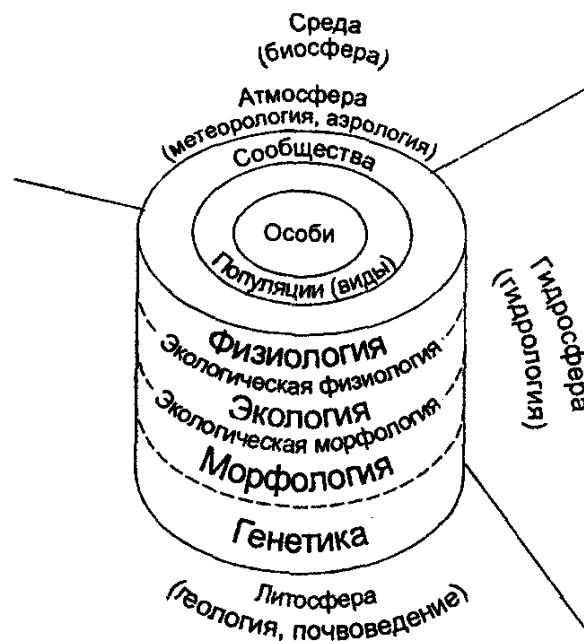


Рис. 1.3. Положение экологии среди других биологических наук (по Н. П. Наумову, 1963)

Общие биологические науки изучают весь органический мир в строго определенном направлении, какую-то одну сторону его жизненных явлений, т. е. «немного обо всем». Каждая из этих наук может, в свою очередь, подразделяться на части, например систематика — на систематику злаков, систематику животных и т. д. Частные науки изучают конкретные объекты органического мира всесторонне, т. е. «все об одном». Так, микробиология изучает систематику, морфологию, физиологию, экологию микроорганизмов. При этом частные науки, в свою очередь, могут быть расчленены: зоология, например, подразделяется на протозоологию, гельминтологию, орнитологию, энтомологию и т.д. В основе комплексных наук лежит изучение условий жизни организмов. В них значительно шире и глубже развиваются экологические идеи, доминирует экологический подход при изучении конкретных явлений. Так, гидробиология изучает систематику, морфологию (общие науки) животных, растений, микроорганизмов (частные науки), обитающих только в водной среде.

Экология как общая биологическая наука также может быть расчленена на составные части: экологию растений, экологию насекомых, экологию лесных пород и т. д. Однако если для других наук индивидуум является наикрупнейшей единицей, то для экологии он — мельчайшая единица исследований.

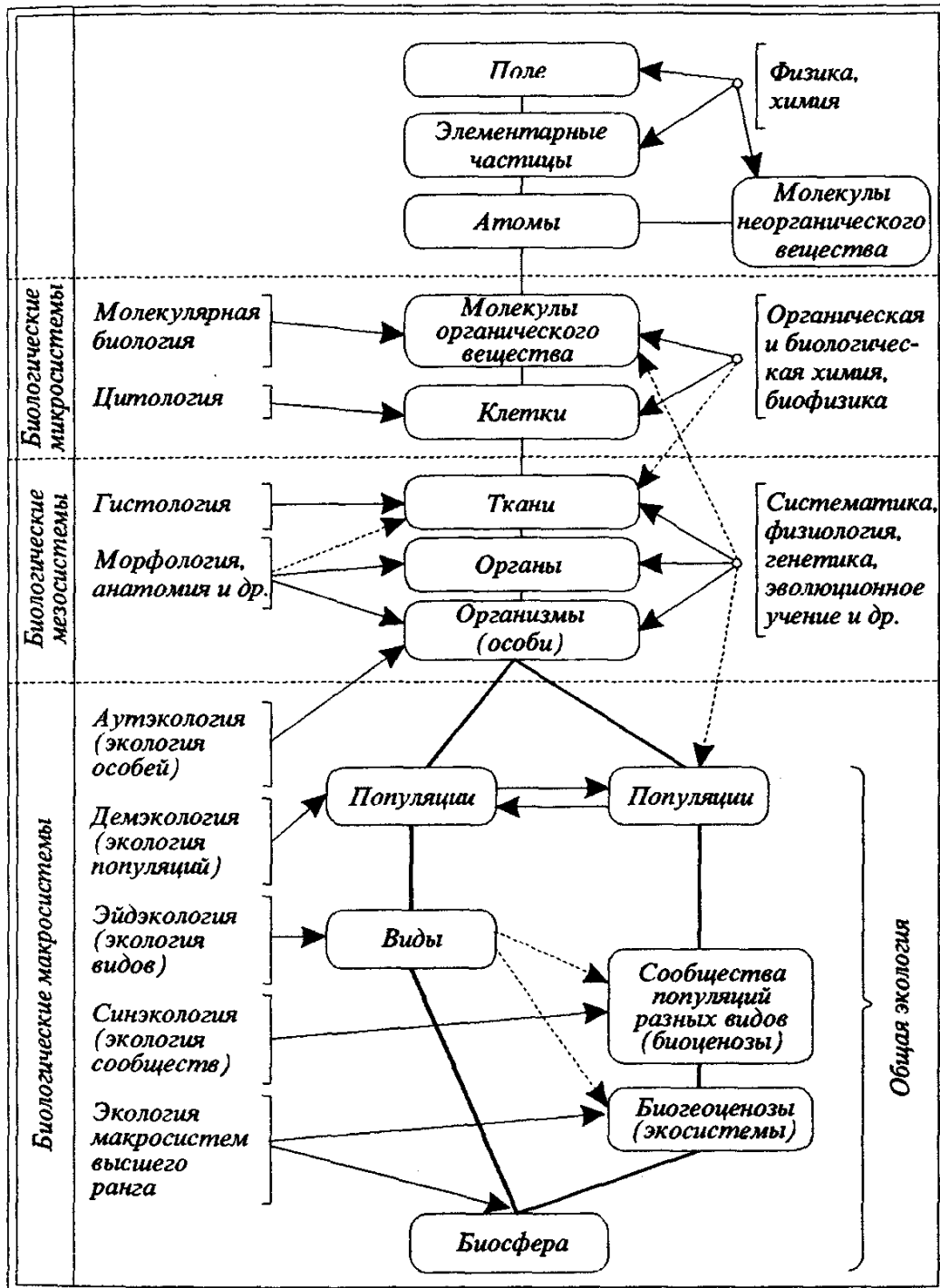


Рис. 1.4. Строение мира (всеобщая иерархия систем) и положение биологических наук, изучающих различные уровни его организации (по В. Д. Радкевичу, 1983)

В настоящее время экология распалась на ряд научных отраслей и дисциплин, подчас далеких от первоначального понимания ее как биологической науки (биоэкологии) об отношениях живых организмов с

окружающей их средой. Экологию *по размерам объектов изучения* делят на *аутэкологию* (особи, организм и его среда), *демэкологию*, или популяционную экологию (популяция и ее среда), *синэкологию* (биотическое сообщество, экосистема и их среда), географическую, или ландшафтную, экологию (крупные геосистемы, географические процессы с участием живого и их среды) и глобальную экологию (ме-гаэкология, учение о биосфере рис 1.4

По отношению к *предметам изучения* экологию подразделяют на экологию микроорганизмов (прокариот), грибов, растений, животных, человека, сельскохозяйственную, промышленную (инженерную), общую экологию.

По средам и компонентам различают экологию суши, пресных водоемов, морскую. Крайнего Севера, высокогорий, химическую (геохимическую, биохимическую). *По подходам к предмету* выделяют аналитическую и динамическую экологии.

С точки *фактора времени* рассматривают историческую и эволюционную экологии (в том числе археологию). В *системе экологии человека* выделяют социальную экологию (взаимоотношение социальных групп общества с их средой жизни), отличающуюся от экологии индивида и экологии человеческих популяций по функционально-пространственному уровню, равную синэкологии, но имеющую ту особенность, что сообщества людей в связи с их средой имеют доминанту социальной организации (социальную экологию рассматривают для уровней от элементарных социальных групп до человечества в целом).

1.3 Предмет, задачи и методы экологии

Экология — это наука о взаимоотношениях живых организмов между собой и со средой их обитания. Термин «экология» впервые ввел немецкий биолог Эрнст Геккель в 1866 году. Слово происходит от греческого «ойкос» — дом, жилище, поэтому экологию можно трактовать как изучение «домашней жизни» живых существ. В зарубежных странах более распространено определение науки, данное Кребсом в 1972: «Экология — это научное познание взаимодействий, определяющих распространение и численность организмов».

На сегодняшний день существует более 140 определений науки Экология. Вот лишь некоторые из них:

«Экология — одна из биологических наук, изучающих живые системы в их взаимодействии со средой обитания»;

«Экология — комплексная наука, синтезирующая данные естественных и общественных наук о природе и взаимодействии ее и общества»;

«Экология — совокупность научных и практических проблем взаимоотношений человека и природы»;

«Экология — наука о структуре природы, характеризующаяся энергетическим подходом к исследования природных явлений» Е.Одум [9]

«Современная экология — это наука о путях приспособления видовых популяций к изменяющимся условиям внешней среды, наука о становлении, преобразовании и развитии видовых популяций, о законах их интеграции в биологические системы более высокого порядка, специфически приспособленные к наиболее эффективному использованию энергии в конкретных условиях среды» [15].

Предметом экологии являются объекты организменного, популяционно-видового, биоценотического и биосферного уровней организации в их взаимодействии с окружающей средой.

Задачи общей экологии — изучение двусторонних связей в системах: организм–среда; популяция–среда; сообщество–среда; биосфера–географическая оболочка; а также выяснение особенностей внутривидовых и межвидовых отношений. В общей (классической) экологии можно выделить крупные разделы (уровни экологии): экологию особей (аутэкологию); экологию популяций (демэкологию) и экологию сообществ (синэкологию). Каждый из разделов имеет свои собственные задачи.

Аутэкология изучает отношения организмов к условиям среды. В этом же разделе экологии рассматриваются характеристики факторов среды и способы приспособления (адаптаций) организмов к различным условиям среды.

Демэкология — это экология отдельных видов, представленных в природе популяциями (популяция - есть форма существования вида).

Синэкология (биоценология) — исследует взаимодействие сообществ организмов различных видов между собой и с окружающей их абиотической природой.

Среди *методов используемых в экологии*, по особенностям их применения, можно выделить как общенаучные, так и частные экологические методы. В соответствии с другой классификацией, методы экологии можно подразделить на лабораторные и полевые. Последние, в свою очередь, делятся на следующие методы: маршрутные, стационарные, описательные и экспериментальные. Полевые исследования в экологии наиболее значимы, поскольку именно они позволяют изучать экологические явления непосредственно в природной среде. Они позволяют установить взаимосвязи организмов со средой, выявить экологические факторы среды и определить адаптации живого к среде.

В *общенаучных методах* выделяют: наблюдение и описание; сравнительный метод, исторический метод, экспериментальный метод,

метод моделирования; статистический метод, и т.д.

Наблюдение и описание — по сути методы неразделимые, заключаются в длительном отслеживании состояния объекта или явления и последующей записи, фиксирующей всевозможные его изменения.

Сравнительный метод — основан на анализе сходства и различия изучаемых объектов и явлений.

Исторический метод — заключается в анализе хода развития исследуемого объекта.

Экспериментальный метод — помогает изучать объекты и явления природы в заданных условиях.

Метод моделирования — делает возможным описание объектов и явлений природы относительно простыми моделями, воссоздаваемыми в лабораторных условиях. Модель — это абстрактное описание какого-то явления реального мира. Модели используются для прогнозирования динамики явления, для определения воздействия экологических факторов на объект, для оценки последствий антропогенного вмешательства в среду.

Статистический метод — позволяет усреднять полученные данные, и тем самым получать более объективную информацию о количественных признаках изучаемых природных объектов и явлений.

Из экологических в науке часто используются методы: мониторинга; микроскопических исследований, изоферментного анализа; рентгеноструктурного анализа; биоморфологического анализа; группового анализа, морфофизиологических индикаторов; интродукции, индикации загрязнения среды; инвентаризации природных ресурсов и другие.

Мониторинг — комплексная система наблюдений, оценки и прогноза изменения состояния окружающей среды под влиянием антропогенных факторов. Основные задачи мониторинговых исследований: наблюдение за состоянием биосферы; оценка и прогноз состояния природной среды; выявление факторов и источников антропогенных воздействий на окружающую среду и пр. Выделяют следующие *типы мониторинга*: глобальный (биосферный), геофизический, климатический, биологический, экологический. Основа сети глобального мониторинга — биосферные заповедники. Экологический мониторинг — основа глобального мониторинга. Он включает наблюдения за различными компонентами биосферы, и в первую очередь за растительными и животными организмами.

Микроскопический метод — позволяет оценивать воздействие факторов среды на организм на анатомическом уровне.

Изоферментный анализ дает возможность определить ферменты у

особей одного и того же вида различающихся по морфолого-физиологическим признакам, с целью установления родства между ними. Наличие или отсутствие определенного изофермента широко используется как генетический маркер для определения принадлежности особи к определенной группе, а анализ частот изофермента одного белка – для определения границ популяций.

Рентгеноструктурный анализ — используется для получения информации о микроструктуре аморфных объектов. Основан на возможности рентгеновских лучей проникать сквозь материалы. Широко используется сегодня для изучения структуры белковой молекулы, и ее изменений под воздействием вирусов и мутагенов.

Биоморфологический анализ — определение состава и соотношения жизненных форм в конкретном фитоценозе.

Метод группового анализа — используется в целях характеристики таких признаков популяции, которые в силу относительно высокого варьирования у отдельных особей, не поддаются точному учету. Метод часто используется при определении возраста животных. Оценка признака производится путем изучения кривых его распределения в популяции.

Метод морфофизиологических индикаторов — позволяет по отдельным показателям, установленным для организма, оценить общее состояние особи. Например, количество гемоглобина и эритроцитов, содержание протеинов в плазме, которые могут свидетельствовать о недоедании животного.

Инвентаризация природных ресурсов — это учет количества, качества, динамики запасов и степени эксплуатации естественных ресурсов. Инвентаризация включает картографирование объектов исследования, статистический учет и учет качественного состава, степень эксплуатации и определение режима охраны.

Индикация загрязнений среды — качественное обнаружение и количественное определение физико-химических веществ в объектах окружающей природной среды. Помимо ландшафтных индикаторов (снег, торф, вода) существуют биоиндикаторы, позволяющие определять степень загрязнения среды различными антропогенными токсикантами. Например, хвойные растения являются биоиндикаторами на кислые осадки, являющиеся выбросами ТЭС, работающих на жидком и газообразном топливе. Нарушения хвойных пород фиксируются в радиусе 10-12 км от предприятия. В радиусе 3 км происходит их полное отмирание и замена мелколиственными породами. Сосна обыкновенная и ель европейская являются индикаторами на загрязнение воздуха диоксидом серы и фтористым водородом. Так, при загрязнении атмосферы диоксидом серы у сосны происходит побурение кончиков

игл хвои.

Интродукция — комплекс работ по переносу растительных или животных объектов из дикого состояния в состояние культуры. Интродукция — начальный этап акклиматизации, являющейся одной из мер по обогащению местной флоры или фауны, и по сохранению биоразнообразия на конкретной территории.