

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

*Журнал выходит 6 раз в год  
Год издания третий*

# ***ЭКОЛОГИЯ***

№ 6



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»

1972



*РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ, СОХРАНЕНИЕ И ВОСПРОИЗВОДСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ, БЕРЕЖНОЕ ОТНОШЕНИЕ К ПРИРОДЕ — СОСТАВНАЯ ЧАСТЬ ПРОГРАММЫ СТРОИТЕЛЬСТВА КОММУНИЗМА В СССР.*

(Из постановления Верховного Совета СССР «О мерах по дальнейшему улучшению охраны природы и рациональному использованию природных ресурсов»).

## **ЭКОЛОГИЯ В СССР: СОСТОЯНИЕ, ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

Как известно, единого и общепринятого определения экологии не существует. Некоторые вообще подвергают сомнению самостоятельность ее как особой научной дисциплины, хотя никто не отрицает необходимости применения экологических подходов в самых различных отраслях биологии. Серьезные трудности возникают при разграничении сфер экологии, физиологии растений и животных и относительно молодой, но бурно развивающейся отрасли знания — биогеоценологии. В нашей стране наблюдаются существенные различия в понимании задач и сферы экологии зоологами и ботаниками: зоологи обычно включают в экологию все учение о сообществах на правах особого раздела (синэкология), большинство же ботаников рассматривает учение о сообществах как самостоятельную дисциплину (фитоценология, геоботаника), ограничивая экологию растений главным образом аутэкологией (Г. И. Поплавская, А. П. Шенников). Однако следует иметь в виду, что расчленение экологии на аут- и синэкологию довольно искусственно, если учесть, что растения и животные в природе обитают не изолированно, а в сообществах, и практически очень трудно отграничить собственно внешние условия среды от условий среды, преломленных и порожденных самим сообществом.

И все же, какую бы конкретную форму ни принимало определение науки экологии, ее основа остается неизменной. Экология занимается исследованием законов, управляющих жизнью растений и животных в естественной среде обитания.

Экологический подход к исследованию в той или иной степени характерен для любых современных биологических дисциплин, а многие из них с полным правом могут быть названы экологическими: например, экологическая морфология растений, география растений и животных, гидробиология, индикационная геоботаника, космическая биология и т. д.

Экологические исследования велись задолго до появления самого термина «экология», впервые введенного в науку Э. Геккелем в 1866 г.

К концу второго десятилетия XX века русская экология достигла довольно высокого уровня развития.

В результате флористического и фаунистического обследования обширной и чрезвычайно разнообразной в физико-географическом отношении территории России в XVIII—XIX веках были получены ценные сведения о жизни важнейших видов в разной среде обитания. Этот период первоначального накопления фактов для развития экологии имел исключительное значение, так как знание образа жизни вида является исходной точкой любых экологических исследований. Эти работы привели к ясному пониманию зависимости всех проявлений жизнедеятельности организмов от условий внешней среды.

Большое значение имели результаты возглавленных В. В. Докучаевым экспедиции по изучению причин засух и неурожая в черноземной полосе европейской части России, а также снаряженные Переселенческим управлением экспедиции по выявлению возможностей освоения новых земель в восточных районах страны, преимущественно в Сибири. Эти экспедиции имели в большинстве случаев комплексный характер, и именно благодаря этому их участники смогли собрать интересный материал, освещающий взаимоотношения между отдельными компонентами природных сообществ, главным образом между растениями и почвой. Уже тогда, в связи с изысканием новых земельных фондов, стала применяться оценка угодий по растительному покрову — фундамент будущих фитоиндикационных исследований.

Русские биологи сформулировали важнейшие положения теоретической экологии и ее основные методические принципы (К. Ф. Рулье, Н. А. Северцов). В начале XX столетия были заложены основы учения о растительных сообществах (Г. Ф. Морозов, В. Н. Сукачев, В. В. Алехин и др.), развивавшегося в нашей стране неизменно в экологическом плане.

Таким образом, русская экология еще до Великой Октябрьской социалистической революции достигла довольно высокого уровня, накопила много конкретных фактов, сформулировала ряд важнейших теоретических идей и приобрела первый опыт применения этих идей на практике. Именно поэтому открывшиеся после революции возможности могли быть полноценно и почти немедленно использованы для плодотворного развития экологических исследований.

Начало советского этапа в развитии экологии характеризуется интенсивным развитием флористических и фаунистических исследований, результаты которых имели большое экологическое значение. Пристальное внимание уделялось изучению экологии отдельных, наиболее важных для человека видов. Типичными для таких исследований были экспедиции с четкой практической направленностью — изучение естественных производительных сил страны.

Однако экспедиционные исследования, проводимые по определенной программе и не подкрепленные систематическими и длительными наблюдениями на стационарных базах, страдали известной ограниченностью.

Преодоление ограниченности экспедиционного метода в экологии стало возможным лишь в результате планового развития науки, с организацией стационаров различных типов и специализированных учреждений (луговой стационар, организованный А. П. Шенниковым и В. Н. Сукачевым, станции противозидемической службы, станции защиты растений, охотоведческие опорные пункты, лесные опытные станции, стационары различных научно-исследовательских учреждений).

Новый цикл экологических исследований, начавшийся после установления Советской власти, строится на работе заповедников. Вскоре после революции был подписан декрет, провозгласивший охрану природы де-

лом государственного значения. В 1919 г. организуется Астраханский заповедник, в 1920 г. — Ильменский, в 1927 г. — Азово-Сивашский. Всего за первые 15 лет Советской власти организовано 25 заповедников, которые с самого начала стали развиваться как комплексные учреждения. Первыми серьезными биоценологическими исследованиями наша наука обязана именно заповедникам, где были созданы условия для круглогодичных наблюдений и монографического описания важнейших видов.

Сопоставление результатов исследований экспедиционного типа с данными стационарных наблюдений помогло понять как экологические особенности отдельных видов, так и место каждого вида в природных комплексах — биоценозах. Однако подлинно глубокое познание этого явления требовало всестороннего изучения непосредственных связей между отдельными видами. Эта важнейшая теоретическая задача была успешно решена в связи с конкретными практическими проблемами.

Последние 50 лет ознаменованы прогрессом в развитии учения о растительных сообществах (фитоценозах). Теоретические основы фитоценологии разработаны главным образом в трудах В. Н. Сукачева и его многочисленных последователей. В результате этих исследований раскрыта сущность фитоценоза, выявлены основные особенности взаимодействия между растениями в сообществах, разработаны принципы классификации растительности, установлены закономерности формирования и развития сообществ, их динамика и продуктивность.

Успешно решены в последние годы многие вопросы раскрытия механизмов химических взаимодействий растений в сообществах. Особенно интересные исследования в этом направлении проведены в Академии наук УССР (А. М. Гродзинский). Накоплен также богатый эмпирический материал по экологии и географии растительных сообществ. Установление тесной связи между фитоценозами (или популяциями) и определенными режимами факторов внешней среды привело к разработке основ фитоиндикации (Б. В. Виноградов, С. В. Викторов), которая стала широко применяться для оценки климата, динамики ледников, почвенного покрова, природных вод, горных пород, геологического строения территории, выявления месторождений полезных ископаемых. Картирование растительности (как современной, так и потенциальной) в разных масштабах и с различными целями приобрело особенно широкий размах в течение двух последних десятилетий.

Весьма существенный вклад внесен советскими исследователями в познание экологических особенностей тундровых (Б. Н. Городков, Б. А. Тихомиров, В. П. Дадыкин), лесных (Л. А. Иванов), луговых (А. П. Шенников, Л. Г. Раменский, Т. А. Работнов), степных (Б. А. Келлер, В. В. Алехин, Е. М. Лавренко) и пустынных растений (О. В. Заленский). В последнее время экологические и эколого-физиологические исследования успешно проводятся на стационарах, организованных в ряде союзных республик — в Таджикистане (Ю. С. Насыров), в Казахстане (Б. А. Быков), в Грузии (Г. Ш. Нахуцишвили) и на Украине (К. А. Малиновский, В. Г. Колищук). Теоретическое осмысление богатого материала по экологии растений, произрастающих в различных условиях среды, дало возможность значительно усовершенствовать систему экобиоморф (жизненных форм) растений и выяснить основные пути их эволюции (И. Г. Серебряков).

Все большее внимание уделяется проблеме продуктивности растительного покрова. Работы этого направления привели к выявлению основных закономерностей накопления и распределения биомассы в разных типах растительных сообществ, установлению соотношения между годичной продукцией, опадом и скоростью разложения растительной

массы. Важнейшие результаты этих исследований обобщены в трудах Л. Е. Родина и Н. И. Базилевич.

Усилия фитозологов способствовали осуществлению ряда важных народнохозяйственных задач — продвижению земледелия на север; сельскохозяйственному освоению новых земель, особенно в степной и пустынных зонах; развитию ползащитного лесоразведения; введению в культуру ценных инорайонных растений, борьбе с промышленными загрязнениями окружающей среды.

В экологии наземных животных связь аутоэкологических исследований с биоценологическими была впервые осуществлена на высоком теоретическом уровне в связи с необходимостью изучения путей миграции возбудителей трансмиссивных заболеваний в природных очагах (Е. Н. Павловский).

Разработка теоретических проблем экологии животных выпала на долю Д. Н. Кашкарова. В 1938 г. вышло первое издание его «Основ экологии животных».

На первых этапах своего развития эколого-биоценологические исследования были, естественно, весьма односторонними. Экологи понимали, что биотические и абиотические компоненты включаются в понятие биоценоза как две стороны одного явления, как это вытекает из учения В. И. Вернадского о биосфере. Но одно дело признать правильность этого тезиса, а другое — научиться исследовать реальные биоценозы как единое целое. Энергетический подход к изучению биоценозов не был еще теоретически обоснован, не было и серьезных попыток понять конкретную биогенохимическую роль биоценозов разных типов. Изучались определенные группы организмов в биоценозе, а не биоценоз в целом. Естественно, однако, что в исследованиях подобного типа особое значение придавалось среде обитания отдельных групп и видов. Именно поэтому указанные исследования подготовили почву для дальнейшего прогресса в изучении конкретных биоценозов и для развития теории биоценологии.

В первые годы Советской власти промышленное дело, защита растений, здравоохранение удовлетворялись общими сведениями об образе жизни того или иного вида, но уже очень скоро прогресс в этих областях потребовал более точных знаний экологии ведущих форм и установления основных закономерностей, управляющих проявлением экологических особенностей животных при изменении условий среды. Решение этой задачи хорошо прослеживается на примере изучения экологии грызунов. Многочисленные работы были посвящены изучению деталей экологических особенностей ряда видов в разных условиях среды. В теоретическом плане особенно важным оказалось установление некоторых общих закономерностей и определение основных понятий. Исследование таких явлений и закономерностей, как географическая изменчивость экологических особенностей животных, динамика топографической и возрастной структуры поселений в связи с динамикой численности и т. п., в Советском Союзе было поставлено на подлинно научную основу.

Прогресс во всех перечисленных направлениях привел к общему подъему уровня экологических исследований, четкой теоретической направленности отдельных работ, глубокому познанию целей и задач, стоящих перед экологией в целом. В конце 40-х — начале 50-х годов начинает формироваться современная экология животных, для которой характерны следующие особенности: популяционный подход к исследованиям экологии отдельных видов; углубленное и всестороннее изучение биоценологических связей; изучение роли животных в преобразовании среды их обитания и энергетический подход к проблеме биоценоза в

целом; моделирование природных явлений на популяционном уровне в лабораторных условиях (возник термин «модельные популяции») и исследование эколого-физиологических закономерностей с учетом динамики популяций; синтез ауто- и синэкологии, отвечающий положению «ценотические связи — это связи между популяциями, а не видами» (В. Н. Беклемишев).

Географический подход к исследованию экологических проблем привел уже в середине 40-х годов к убеждению, что не только виды и резко дифференцированные внутривидовые формы (подвиды), но и отдельные поселения животных биологически специфичны. Это убеждение подкреплялось быстро накапливающимся материалом по географической изменчивости экологических и эколого-физиологических признаков животных. Отсюда — один шаг до разработки целостного учения о популяции. Особое внимание уделялось изучению законов, управляющих динамикой численности разных видов в разных условиях среды (Н. П. Наумов, Г. В. Никольский, Г. А. Новиков, И. Я. Поляков).

Термин «популяция», заимствованный биологами у демографов, вошел в научную биологическую, в частности генетическую, литературу значительно раньше возникновения популяционной экологии. Впрочем, многие экологи прошлого изучали популяции, не применяя этого термина. Однако надо было проделать громадную работу, чтобы стало ясно, что вид осваивает среду обитания не в форме агрегата взаимно не связанных особей, а в форме популяций, что свойства популяций не исчерпываются суммой свойств слагающих популяцию особей. Только тогда стало возможным рассматривать популяцию как реальную форму существования вида, обладающую специфическими особенностями, обеспечивающими ее самостоятельное существование и развитие в конкретных условиях среды. Таким образом, понятие «популяция» послужило необходимой теоретической основой для разработки наиболее важных проблем экологии и создало предпосылку для научно обоснованного рационального использования животных богатств (определение оптимальной плотности популяций, при которой максимальное промысловое изъятие компенсируется воспроизводством).

В экологии растений популяционный подход нашел свое выражение главным образом в выделении и изучении ценопопуляций — совокупностей особей, вида, произрастающих в пределах одного растительного сообщества (Т. А. Работнов).

В настоящее время наиболее перспективны два направления популяционной экологии: изучение формы использования растениями и животными территорий и исследование внутривидовой изменчивости как важнейшего приспособительного механизма вида.

Развитие учения о популяции благотворно отразилось и на развитии биоценологических работ: новым содержанием наполнились важнейшие биоценологические понятия (обмен веществ и энергии в биоценозе, цепи питания, пирамида чисел, пирамида энергии и др.). Для того чтобы ясно представить себе, например, какими конкретными причинами определяется пирамида чисел в разных звеньях цепей питания, совершенно необходимо, чтобы эти числа могли быть найдены. Поэтому связующей проблемой, в равной степени занимавшей как популяционных экологов, так и биоценологов, стала разработка методов учета численности животных. Если до самого последнего времени учет численности рассматривался почти только как практическая задача, то сейчас он приобрел исключительно важное теоретическое значение. От правильного решения этой задачи зависит разработка таких фунда-

ментальных общебиологических проблем, как определение биологической продуктивности экосистем и функциональная оценка отдельных видовых популяций в динамике биоценоза. В этой связи весьма показательно, что в экологии водных организмов, где точные методы учета численности стали применяться раньше и подготовили почву для кибернетических методов, энергетический принцип исследования биоэкологических проблем получил значительно более широкое распространение, чем в экологии наземных животных. Разработка методов учета численности является важнейшей общеэкологической проблемой, объединяющей интересы аут- и синэкологии.

В середине 50-х годов были разработаны достаточно точные методы определения численности отдельных видов, что обеспечило возможность энергетического подхода к проблемам биоэкологии. Это нашло отражение в двух линиях общего направления исследований. Первую из них можно назвать подготовкой к решению проблемы в целом (энергетическая трактовка трофических взаимоотношений в экосистеме, успешно развиваемая Г. Г. Винбергом). Такие исследования открывают дорогу для изучения проблемы биоценоза в целом с энергетических позиций, причем выявляются и частные закономерности, тоже имеющие принципиальное общебиологическое значение. Примером может служить установленная Винбергом закономерность, касающаяся баланса вещества и энергии в водных биоценозах: биомасса первого звена пищевой цепи экосистемы (фитопланктон) меньше годовой продукции этого звена, а иногда и меньше биомассы последующего звена. Естественно, что в подобных системах динамика биомассы и энергетический баланс принципиально отличаются от аналогичных процессов в системах, где биомасса первого звена более стабильна и значительно превышает биомассу последующих звеньев цепей питания.

От таких исследований вполне оправдан переход к комплексному решению проблемы — изучению общей продуктивности биоценоза, закономерностей преобразования первичной органической продукции и ее дальнейшей трансформации в последующих трофических звеньях.

Вскрыт ряд важных закономерностей, облегчающих понимание эволюции экологических комплексов и позволяющих установить связь между эволюцией организмов и эволюцией биоценозов. Особое значение имеет всестороннее изучение влияния животных на среду их обитания. Наибольшие успехи достигнуты в экологии почвенных организмов. Исследования М. С. Гилярова и его школы показали, что почвенные животные ускоряют процесс гумификации и минерализации остатков растений, способствуют увеличению некапиллярной скважности почвы, инокулируют почву полезными микроорганизмами. Исследования по экологии почвенных организмов с особой убедительностью показали, что среда обитания животных в известной мере создается ими самими.

Узловые проблемы современной экологии могут быть успешно решены только при помощи современной техники исследования, разработанной смежными биологическими дисциплинами — физиологией, биохимией, биофизикой, генетикой и др. Специфические задачи экологии при этом не устраняются, так как специфичным остается и объект (биологические макросистемы), и подход к исследованию. Экология в большей степени, чем многие другие биологические науки, имеет дело с интегрированными системами, в большей степени сталкивается со статистическими закономерностями. Только применение вариационно-статистических методов создает уверенность в реальности выводов, основанных на сопоставлении совокупности особей. Крупные экологические проблемы — определение численности и биомассы животных, поддержание энергетиче-

ческого баланса, преобразование внутривидовой структуры, взаимоотношения типа хищник — жертва, некоторые вопросы экологии, моделирование экологических процессов и т. п. — могут быть решены только при помощи математических методов. Поэтому в ближайшем будущем следует ожидать более широкого использования математики в экологических исследованиях и создания математического аппарата, специально приспособленного к экологической проблематике.

Основная проблематика теоретической экологии тесно смыкается с задачами практики (определение оптимальной плотности популяций промысловых животных, оптимальной продуктивности биоценозов разных типов и т. п.). Дальнейший прогресс экологии позволит решать еще более сложные задачи практики, приблизит ее вместе с другими биологическими науками к разработке системы управления жизнью на нашей планете.

В Советском Союзе уже в 30—40-х годах стали развиваться эколого-физиологические исследования. Это позволило во многих случаях провести достаточно глубокий синтез данных, связывающих внешние проявления жизнедеятельности животных с их морфофизиологическими особенностями, и подойти к пониманию механизмов приспособления отдельных видов к изменяющимся условиям среды. В последнее время развиваются исследования по моделированию экологических явлений в контролируемых условиях.

Экологический подход к разработке основных биологических проблем всегда был характерен для русской и советской биологии. Достаточно сослаться на работы В. О. Ковалевского, П. П. Сушкина, А. Н. Северцова, В. А. Догеля. Своими успехами советская эволюционная морфология во многом обязана сочетанию методов классической сравнительной морфологии с экологическим подходом. Экологический подход к решению специфических проблем частных биологических дисциплин привел к возникновению экологической морфологии животных (Б. С. Матвеев), экологической цитологии (Б. П. Ушаков), не говоря уже об экологических направлениях в физиологии и биохимии.

Достижения экологической морфологии и некоторых других разделов биологии позволили подойти с экологической точки зрения к изучению вымерших растений и животных.

Благодаря интенсивному развитию указанных направлений проблема «организм и среда» разработана в Советском Союзе более разносторонне, чем в других странах.

Изучение взаимосвязей между растительными сообществами и другими компонентами природных комплексов привело В. Н. Сукачева к разработке теоретических основ биогеоценологии, поднявшей до выяснения геохимической роли конкретных биоценозов и до энергетического подхода к анализу биоценологических явлений. Изучение отдельных звеньев биоценологических процессов при помощи современных методов исследования идет медленно. Математическое моделирование (при помощи счетных машин) экологических систем, изучение цепей питания при помощи меченых атомов, длительные стационарные исследования с поголовной маркировкой животных и т. п. помогают вскрыть новые экологические закономерности. В Советском Союзе имеются предпосылки для прогресса и в этом направлении. Использование накопленного опыта изучения природных популяций и сообществ для внедрения новых методов позволило бы в короткий срок поднять на более высокий уровень исследования по энергетике биологических макросистем (популяций и биоценозов).



В последние два десятилетия успешно развиваются исследования в области радиоэкологии, изучающей закономерности миграции и биологического действия повышенных концентраций радиоактивных веществ в различных экологических системах. Работы в этом направлении ведутся в Институте биологии южных морей АН УССР, Институте экологии растений и животных УНЦ АН СССР, Институте биологии Коми филиала АН СССР и Лаборатории лесоведения АН СССР.

Биогеоэкологические исследования, проводившиеся в СССР в последние годы в рамках Международной биологической программы, в значительной степени содействовали созданию разветвленной сети стационаров в разных природных зонах — от тундровой до пустынной, объединению усилий экологов различного профиля для выяснения взаимосвязей отдельных компонентов природных комплексов, для изучения трансформации вещества и энергии в экологических системах разного ранга. Эти исследования получают еще больший размах в связи с осуществлением долгосрочной программы «Человек и биосфера».

Главнейшей особенностью развития экологических исследований, как и других разделов биологии, в нашей стране являлся бурный рост научных кадров во всех национальных республиках. Во всех союзных республиках имеются свои академии наук, создано большое число исследовательских институтов, заповедников, стационаров и т. п., что обеспечивает системность экологических наблюдений и возможность глубокого обобщения накопленных результатов.

**С. С. Шварц**  
**П. Л. Горчаковский**