Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Б. Г. ИОГАНЗЕН
И. П. ЛАПТЕВ
Ю. А. ЛЬВОВ

ЭКОЛОГИЯ, БИОГЕОЦЕНОЛОГИЯ И ОХРАНА ПРИРОДЫ

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Б. Г. ИОГАНЗЕН, И. П. ЛАПТЕВ, Ю. А. ЛЬВОВ

ПРОФЕССОР
ИОГАНЗЕН Бодо Германович

ЭКОЛОГИЯ, БИОГЕОЦЕНОЛОГИЯ И ОХРАНА ПРИРОДЫ

(ОЧЕРКИ)

Научная библиотека
Для книг
ТГУ

ИЗДАТЕЛЬСТВО ТОМСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
Томск — 1979

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

УДК 577.4

Вопросы экологии, биогеоценологии и охраны природы, тесно взаимосвязанные, приобретают в настоящее время исключительно важное значение. В очерках авторы излагают основные закономерности в данной области науки.

Книга представляет интерес для исследователей, производственных работников, преподавателей и студентов.

Редактор — проф. Б. Г. Иоганзен

21001
177 (012) -- 79

© Издательство Томского университета, 1979 г.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ПРЕДИСЛОВИЕ

В условиях современной научно-технической революции вопросы экологии и охраны природы приобретают все возрастающее значение. Еще в 50-х годах эти проблемы интересовали сравнительно узкий круг специалистов. Лишь в немногих высших учебных заведениях начинало вводиться преподавание основ общей экологии и охраны природы. Часто оно воспринималось осторожно и недоверчиво. Почти не было обобщающих трудов в этой области.

За последнее десятилетие обстановка меняется коренным образом. Быстрый рост населения земного шара, научно-техническая революция, бурное развитие промышленности и сельского хозяйства привели к обострению проблем сохранения окружающей среды и использования природных ресурсов. Возникают региональные, государственные и международные проблемы в области охраны природы. Теперь уже не только биологи и географы, но также философы, экономисты, юристы, технологи стали энергично разрабатывать отдельные аспекты охраны природы, привлекающие внимание также государственных и политических деятелей.

Западный мир обеспокоен надвигающимся экологическим кризисом, который по существу неразрешим в рамках частно-капиталистической системы хозяйства. Там господствуют концепции «слепого оптимизма» и «крайнего пессимизма», внешне противоположные, но одинаково неверные, не открывающие путей выхода из надвигающегося кризиса.

Страны социализма уверенно разрабатывают перспективные планы социально-экономического развития, опираясь на марксистско-ленинское учение о взаимодействии общества и природы. Господствующая здесь система взглядов по вопросам охраны природы характеризуется как «рационализм».

В этих сложных условиях важнейшее значение приобретают вопросы экологического и природоохранного (природоохранительного) воспитания и обучения. Состоявшаяся в октябре 1977 г. в Тбилиси Межправительственная конферен-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ция по образованию в области окружающей среды приняла важные рекомендации по развитию природоохранного просвещения на всех уровнях образования, для всех слоев населения — от детей до взрослых.

Особое значение приобретает соответствующая подготовка кадров специалистов, представляющих проблему охраны окружающей среды в целом.

Авторы, много лет занимающиеся различными аспектами экологии и охраны природы как в научно-исследовательском, так и учебно-методическом плане, сделали попытку в настоящей книге изложить основные обобщения и закономерности в рассматриваемой области.

Экология (автор Б. Г. Иоганзен) и биогеоценология (Ю. А. Львов) рассматриваются как важнейшая естественнонаучная основа охраны природы (И. П. Лаптев). Попытка синтеза трех дисциплин, характеризующихся специфическими закономерностями и понятиями, оказалась не свободной от некоторых терминологических несогласованностей.

Авторы с благодарностью примут замечания и советы по улучшению настоящей монографии, которую в будущем они намечают использовать как руководство для изучения научных основ природоохранного дела.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Часть 1. ЭКОЛОГИЯ

Глава 1

ЭКОЛОГИЯ КАК НАУКА

Термин «экология» ввел в науку в 1866 г. немецкий биолог-дарвинист Э. Геккель. Однако этимология слова «экология» (греч. «ойкос» — жилище, убежище; «логос» — наука, слово) не позволяет достаточно полно уяснить смысл и содержание данной дисциплины, которая в буквальном переводе означает науку, изучающую организм в его «домашней обстановке», т. е. в условиях обитания.

Существует довольно много определений экологии, различающихся как в деталях, так и в некоторых принципиальных отношениях. Например, многие ботаники склонны не включать в экологию растений вопросы фитоценологии, тогда как зоологи, напротив, считают биоценологию важнейшей составной частью экологии.

Ю. Одум (1975) пишет, что обычно экологию определяют как науку об отношениях организмов или групп организмов к окружающей их среде или как науку о взаимоотношениях между живыми организмами и средой их обитания. Но даваемые ниже уточнения, что экология — наука о структуре и функциях природы, или «биология окружающей среды», недостаточно вскрывают ее содержание, специфику и задачи.

Некоторые определяют экологию как науку об адаптациях, так как изучение возникновения последних действительно является одним из важных вопросов экологии. В центре внимания экологов стоят вопросы изучения популяций и биоценозов, их состава, динамики численности и биомассы. Прежде все экологи «начинали» с изучения организма, теперь есть биологи, которые считают организм находящимся вне рамок экологии, а последнюю относят к «надорганизменным» наукам. Вряд ли это правильно, так как изучение популяций невозможно иначе, как через изучение слагающих ее индивидов.

Исходя из всего сказанного нам представляется правильным дать следующее определение: экология — наука о закономерностях взаимоотношений организма и среды, изучаю-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

щая развитие приспособлений у животных и растений, их продуктивность, динамику численности и биомассы популяций и биоценозов.

Из истории экологии

Как указывает Ф. Энгельс, «...уже с самого начала возникновение и развитие наук обусловлено производством» (Диалектика природы, 1946, с. 147). Не представляет исключения и экология, истоки которой уходят в глубокую древность.

В истории экологии можно выделить четыре периода, или этапа: I — накопление данных о жизни организмов и взаимоотношениях растений и животных со средой; II — создание экологических направлений в пределах ботанической и зоологической географии; III — формирование экологии животных и экологии растений как наук об адаптациях организмов; IV — становление экологии как общебиологической науки.

Первый этап предыстории экологии как науки продолжался с глубокой древности до конца XVIII века. Он характеризовался появлением элементов экологических знаний в зоологических и ботанических трудах многих естествоиспытателей.

Уже в сочинениях «отца зоологии» Аристотеля (384—322 гг. до н. э.) и «отца ботаники» Феофраста (372—287 гг. до н. э.), а также в трудах древних индусских и китайских ученых животные и растения нередко рассматривались в связи с условиями жизни, т. е. экологически.

После длительного перерыва в течение средневековья развитие естествознания на Западе вновь начинается в эпоху первоначального накопления капитала. В XVII—XVIII вв. под влиянием открытия новых стран и установления торгово-капиталистических связей между различными частями земного шара необычайно расширился ботанический и зоологический материал, поступавший в Европу. Потребовалось его упорядочение, и на этой почве прогрессивно развивается систематика и складывается учение о виде.

В XVIII в. ботаника и зоология достигли приблизительного завершения благодаря К. Линнею (Энгельс). К. Линней (1707—1779) сформулировал гипотезу постоянства видов, дал основы научной системы животных и растений, ввел бинарную номенклатуру. Он признавал образование разновидностей под влиянием условий жизни. К концу жизни К. Линней стал допускать возможность естественного возникновения видов под влиянием условий среды и гибридизации.

С критикой креационистских представлений выступил А. А. Каверзнев, высказавший в диссертации «О перерожде-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

нии животных» (1775) ряд передовых взглядов о влиянии внешней среды на животных.

Первый русский ученый-агроном А. Т. Болотов (1738—1833) исследовал влияние среды на растения, а в сочинении «Примечания о травах вообще и о различии их» (1780) глубоко затронул вопросы взаимоотношений между растительными организмами и наличия порядка в их распределении.

Русский академик П. С. Паллас (1741—1811) подробно характеризовал распространение, образ жизни и изменчивость организмов под влиянием среды.

Благодаря деятельности названных ученых и многих других естествоиспытателей, зоологов и ботаников, к концу XVIII в. в недрах зоологии и ботаники накопился большой экологический материал относительно образа жизни различных организмов в природных условиях.

Второй этап развития экологии связывается с дальнейшей дифференциацией наук о живой природе (появлением ботанической и зоологической географии), а также их интеграцией (ранее существовавшие отдельно зоология, ботаника, анатомия и физиология объединяются в биологию) на почве эволюционного учения.

Одним из создателей ботанической географии является выдающийся немецкий естествоиспытатель А. Гумбольдт (1769—1859), опубликовавший в 1807 г. «Идеи о географии растений». А. Гумбольдт ввел в науку понятия об изолиниях, физиономических формах растений, ассоциациях и другие важные для экологии понятия, которые стали широко использоваться позднее.

Великий французский натуралист Ж.-Б. Ламарк (1744—1829) в книге «Философия зоологии» (1809) впервые сформулировал целостную эволюционную концепцию. Ламарк широко поставил вопрос о влиянии среды на организмы, но не сумел объяснить причин их пригнанности к среде обитания.

В период увлечения естествоиспытателей анатомо-морфологическими исследованиями и описанием новых видов московский зоолог К. Ф. Рулье (1814—1858) — один из русских предшественников Ч. Дарвина — провозгласил новое направление в зоологии — зообиологию. Раскрывая содержание этого понятия, К. Ф. Рулье излагает основы экологии в самом современном смысле. Все основные разделы этой науки им не только намечены, но и в ряде случаев основательно разработаны. Среда жизни, условия, организм, популяция, вид, биоценоз — все эти понятия в центре внимания К. Ф. Рулье, хотя терминология, естественно, применяется другая.

«Линия Рулье» через Н. А. Северцова, А. П. Богданова, М. А. Мензбира, П. П. Сушкина и других зоологов дошла до наших дней. Ученик Рулье Н. А. Северцов (1827—1885), воспринявший заветы своего учителя, в 1855 г. опубликовал

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

книгу «Периодические явления в жизни зверей, птиц и га Воронежской губернии», которая представляет первое в ми ровой литературе детальное экологическое исследование.

Третий этап развития экологии связан с победой да винизма, привлекшего внимание биологов к изучению ада таций.

Учение Ч. Дарвина (1809—1882) имело решающее значе ние для дальнейшего развития биологии. Историческая за слуга Ч. Дарвина заключается в том, что в книге «Происхож дение видов» (1859) он дал биологам теорию развити организмов и материалистический подход к исследовани явлений так называемой целесообразности в живой природ «С установлением понятия приспособления явилась нова область, получившая придуманное Геккелем название эколо гии...» — говорит К. А. Тимирязев (Соч., 1939, т. 8, с. 55) Действительно, дарвинизм вызвал к жизни появление дву биологических дисциплин — генетики и экологии.

Выдающийся немецкий дарвинист Э. Геккель (1834— 1919), как уже отмечалось, в 1866 г. впервые назвал науку изучающую отношения организма с неорганической и органи ческой средой, новым термином «экология».

Большое значение для дальнейшего развития экологи имело введенное в 1877 г. К. Мебиусом представлени о биоценозе. В связи с этим экология перестала быть толь ко экологией особей и в ней стало развиваться новое на правление — экология сообществ.

Возникнув в гидробиологии, позднее представлени о биоценозах стало развиваться применительно к назем ным животным и растениям.

Четвертый этап развития экологии, начавшийся в 20-х годах нашего столетия, характеризуется становле нием экологии как общебиологической науки. Этому содей ствовало появление таких сводных работ, как «Лаборатор ная и полевая экология» В. Шелфорда (1929), «Среда и сообщество» Д. Н. Кашкарова (1933), «Биоэкология» Ф. Клементса и В. Шелфорда (1939), «Экология» Е. Одума (1963) и др.

Общая экология ставит своей задачей выявление общих понятий и терминологии, которыми следует пользоваться в частных отраслях экологии, посвященных изучению отдель ных групп организмов. На очереди также преодоление раз рыва в понимании задач экологии, существующего между зоологами и ботаниками.

Экология, изучающая высшие уровни биологической формы движения материи (популяции, биоценозы), являет ся одной из перспективных отраслей современной биологии. «Организмы в природе также имеют свои законы населения, еще почти совершенно не исследованные; установление их

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

несомненно будет иметь решающее значение для теории развития видов» — писал Ф. Энгельс (Энгельс Ф. Анти-Дюринг, 1945, с. 66).

Положение экологии среди наук

Экология возникла и развивается как одна из биологических наук. В период формирования экологии происходила дифференциация биологических дисциплин и одновременно их интеграция. Зародившиеся в недрах биологии биогеография, биохимия, биофизика и некоторые другие смежные дисциплины по мере углубления соответствующего изучения биологических объектов выделились из современной биологии.

Большой комплекс собственно биологических дисциплин может быть разделен на три группы:

Общие — систематика, морфология, физиология, генетика, экология;

частные: вирусология, микробиология, ботаника, зоология, антропология;

комплексные: гидробиология, аэробиология, почвоведение, паразитология.

Общие биологические дисциплины различаются по направлению исследования всего органического мира. Так, систематика изучает закономерности классификации организмов, морфология — закономерности строения, физиология — закономерности функций, генетика — закономерности наследственности, экология — закономерности взаимоотношений организма и среды. Отдельные общие дисциплины представляют сложные комплексы наук. Так, в морфологию входят цитология, гистология, эмбриология, анатомия и др.

Частные биологические дисциплины рассматривают материал по объектам, но со всех точек зрения, входящих в компетенцию общих дисциплин. Например, зоология представляет собой науку о животных, или совокупность знаний о их систематике, морфологии, физиологии, генетике и экологии. Перечисленные частные дисциплины представляют собой сложные комплексы дисциплин меньшего ранга. Например, в зоологию входят протистология, гельминтология, энтомология, малакология, ихтиология, орнитология, териология и др. Экология является важной составной частью всех дисциплин этой группы (экология вирусов, экология микробов, экология растений, экология водорослей, экология животных, экология рыб, экология млекопитающих, экология человека и т. д.).

Комплексные биологические дисциплины связаны с четырьмя средами жизни на Земле — водой, воздухом, почвой и организмом (для паразитов и симбионтов). Следовательно, они целиком покоятся на экологической основе.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Таким образом, экология является одной из пяти общебиологических дисциплин, входит в состав всех частных биологических наук и является основой комплексных биологических дисциплин.

Вместе с тем экология связана и с рядом смежных дисциплин — биогеографией, биохимией, биофизикой, она необходима для развития медицины и агрономии, экология является важной естественно-научной основой охраны природы.

Методики экологии

Метод (греч. — буквально «путь к чему-либо», путь исследования) — форма практического и теоретического освоения действительности, исходящая из закономерностей движения изучаемого объекта. Верная картина изучаемого объекта может быть получена лишь при правильном подходе к нему, только при верном методе. Метод сравнивают со светильником, освещающим дорогу в темноте.

Основа познания — практика. Начальная ступень познания — непосредственное созерцание, наблюдение. Неправильно противопоставлять наблюдения эксперименту, так называемые описательные науки — экспериментальным. Наблюдения, описания, эксперимент — отдельные стороны познания, свойственные разным наукам, в том числе и экологии.

К. Маркс и Ф. Энгельс разработали метод материалистической диалектики (которому противоположны методы идеалистической диалектики и метафизики), характеризующийся универсальностью — приложимостью к любой области исследования.

Научный метод включает в себя принцип историзма, анализ и синтез, сравнение, индукцию и дедукцию, аналогию, моделирование и пр. Науки различаются предметом изучения, теоретическими принципами и своими особыми методами, вытекающими из специфики соответствующей формы движения материи.

В развитии биологических наук прослеживается историческая последовательность смены главенствующего метода. Таковых можно насчитать пять: описательный, сравнительный, эволюционный, экспериментальный и экологический. Благодаря этому теперь биологические науки поднялись на экологический этап своего развития. Это выражается в появлении экологической цитологии, экологической гистологии, экологической анатомии, экологической физиологии, экологической палеонтологии и т. п.

Методика представляет собой совокупность частных приемов исследования. Применительно к изучению биологических объектов методики могут быть разделены на био-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

логические (изучают главную форму движения материи и отвечают на вопрос «почему», «зачем») и небиологические — математические, физические, химические, географические (изучают побочные формы движения материи, имеющие подчиненное значение и отвечают на вопрос «как»).

Экологические исследования весьма разнообразны. Они могут быть лабораторными и полевыми (стационарными и маршрутными), проводиться на живых и мертвых организмах (изучение плодовитости, питания и т. д. у зафиксированных животных), иметь характер прямых наблюдений или эксперимента (лабораторного и полевого).

В экологии применяются различные биологические и небологические методики исследования микроорганизмов, растений и животных, позволяющие характеризовать закономерности их взаимоотношений со средой, возникновение адаптаций, динамику численности и биомассы населения.

Одна из особенностей экологии, как нами указывалось, состоит в изучении динамики численности организмов. Эколог изучает организмы в биоценозе: исследует среду обитания — биотопы, кормовые ресурсы, изучает питание и размножение организмов (с точки зрения обусловленности этих процессов условиями существования, но не физиологически), суточную и сезонную жизнь, которые определяют миграции животных. Экология организмов проявляется в численности (плотности) популяций, последняя же подвержена сложной сезонной и многолетней динамике.

Изучение динамики численности организмов, имеющее огромное народохозяйственное значение, возможно лишь при проведении количественного учета организмов. Этот учет и представляет собой специфическую методику экологии, поскольку им не пользуются другие дисциплины общебиологического цикла (систематика, морфология, физиология и генетика).

Без учета численности особей разных видов в пределах биотопа невозможно начать изучение биоценоза: нельзя представить ни структуры, ни изменения биоценоза во времени и пространстве. Эколог ведет количественный учет организмов и выясняет зависимость их численности от изменения внешних условий.

Количественный учет организмов в настоящее время широко применяется в ряде отраслей частной и комплексной биологии, в которых играет важную роль экологический анализ явлений: в гидробиологии (проводится посредством специальных приборов — дночерпателей, планктонных сетей и пр.), геоботанике (учетные площадки), энтомологии (кошение сачком, сбор на себе за определенное время и пр.), териологии (ловушко-сутки, визуально), микробиологии (счет колоний) и др.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Формы количественного учета организмов весьма разнообразны и зависят от среды обитания и характера объекта — его размера, подвижности, образа жизни и т. п. Эти методики разработаны в отдельных отраслях биологии как некие технические приемы, но не как модификации единого экологического метода учета организмов, изменяемые в зависимости от указанных конкретных особенностей организма и среды.

В специальной литературе по микробиологии, гидробиологии, геоботанике, зоологии позвоночных подробно описываются способы количественного учета организмов и устройство применяемых при этом инструментов. В экологии должно быть обращено внимание на выработку общих принципов проведения качественного учета организмов и технические способы его осуществления, в частности инструментализацию и создание экспресс-методов, что важно для практики. Необходима также выработка сходных показателей и понятий, в которых должны выражаться результаты количественного учета организмов.

Отметим некоторые общие моменты количественного учета организмов.

Необходимо прежде всего различать о б ъ е к т и в н ы й и с у б ъ е к т и в н ы й учет. Субъективный учет является сугубо приблизительной оценкой численности организмов, которая выражается в неопределенных терминах «много», «средне», «мало» и т. п. В геоботанике обилие растений на пробных площадках выражают в показателях различных шкал. По пятибалльной шкале Хульта цифры означают: 5 — очень обильно, 4 — обильно, 3 — не обильно, 2 — мало, 1 — очень мало. По шестибалльной шкале Друде обилие выражается словесно:

Soc. (sociale) — растение смыкается надземными частями, образуя фон;

Cop.^{3} (copiosae^3) — растение встречается очень обильно;

Cop.^{2} (copiosae^2) — особей много;

Cop.^{1} (copiosae^1) — особей довольно много;

Sp. (sparsae) — растение встречается в небольшом количестве, рассеянно;

Sol. (solitariae) — редкие экземпляры.

При подобной методике работы результаты учета, проведенного разными исследователями, могут в большей или меньшей степени расходиться и иногда оказываются несравнимыми, так как на учете отражаются субъективные взгляды учетчика на характер плотности населения и его опыт в этой области.

В отличие от этого объективный учет характеризуется максимальным приближением к истинному положению вещей. Если учет является действительно объективным, то

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

работа разных исследователей должна дать сходный результат (в пределах точности методики и допуска неизбежных ошибок).

Учет организмов может быть визуальным и инструментальным. Визуальный, или глазомерный, учет менее точен, чем инструментальный, но пока еще является неизбежным, например, при изучении птиц и крупных млекопитающих. При проведении визуального учета имеет огромное значение опытность, наблюдательность исследователя. Визуальный учет, естественно, зависит от зоркости наблюдателя (которая может быть повышена применением бинокля) и обозреваемости территории (в степи она шире, чем в лесу). Поднятие наблюдателя на вышку или мачту судна значительно расширяет поле видимости (например, при поиске китообразных). Наиболее совершенным является учет крупных организмов с самолета или вертолета: аэровизуальный и аэрофотографический учет, который теперь широко применяется в охотничьем и лесном хозяйстве.

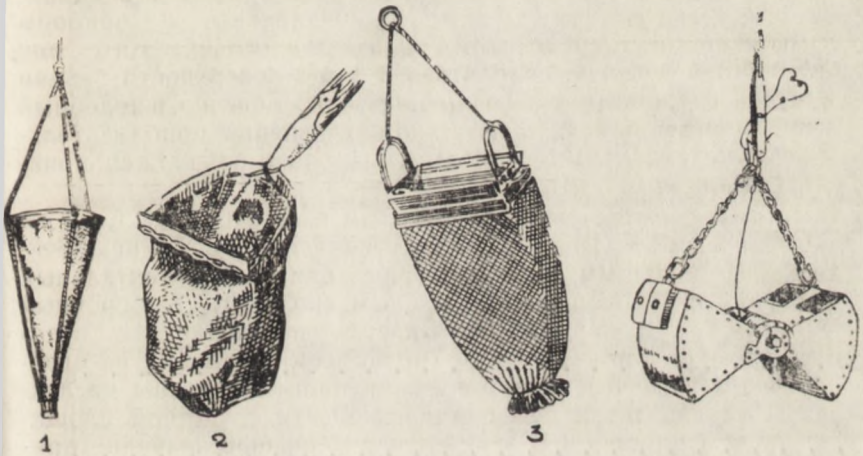

Рис. 1. Приборы, применяемые для лова и учета водных организмов: *1* — качественная планктонная сеть; *2* — скребок; *3* — драга; *4* — ковшовый дночерпатель

Инструментальный учет организмов проводится приборами разной степени сложности, от энтомологического сачка до различных планктоночерпателей и дночерпателей. Применяемые приборы обычно делятся на качественные и количественные (рис. 1).

Качественные приборы (энтомологический сачок, гидробиологический скребок, планктонная сеть, драги, ловчие ведра и др.) позволяют вести исследования видового состава

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

обитателей, количественные (например, дночерпатель или планктоночерпатель) — также учет численности особей на определенной площади или в определенном объеме среды обитания. Однако и качественные приборы позволяют при определенных условиях вести относительный количественный учет организмов, Так, если всегда, т. е. на разных исследуемых участках производить одинаковое количество взмахов энтомологическим сачком, на одном и том же расстоянии протаскивать драгу, одинаковое время тралировать и т. п., то в этом случае полученные уловы оказываются сравнимыми. Иными словами, их можно использовать не только для характеристики видового состава населения изучаемого биоценоза, но и для оценки относительной численности, или плотности, такового.

В связи с этим учет может быть относительным и абсолютным. Применение качественных приборов позволяет характеризовать именно относительную плотность населения в разных исследованных местах, с указанием, где она больше или меньше, но не дает возможности точно оценить абсолютное количество организмов в единице пространства или объема. Количественные же приборы позволяют точно подсчитать количество особей того или иного вида, которое находится на 1 м^2 поверхности земли или дна водоема, в 1 л почвы или воды. Конечно, и подобный учет является всегда в известном отношении приблизительным и потому термин «абсолютный учет» не должен пониматься в прямом смысле.

Можно различать сплошной и выборочный учет организмов. В природе учет является почти исключительно выборочным, в лабораторных или экспериментальных условиях он может быть сплошным (полным). Выборочный учет состоит в том, что учитывается население не всего биоценоза, а лишь его части (не во всем биотопе, а на ограниченном участке). Для получения полной картины численности производится пересчет численности с учетной площади на всю площадь. В этих случаях большое значение приобретает вопрос о степени точности методики, так как даже небольшая ошибка, допущенная при проведении первичного учета, может привести к колоссальному искажению общей картины и просчету, что имеет самые отрицательные последствия для народного хозяйства при оценке урожайности полей, лугов и лесов или при определении запасов рыбы, дичи и пушнины.

Чтобы выборочный учет давал объективное представление о всем изучаемом населении (популяции, биоценозе), исследуемая средняя проба должна отвечать определенным требованиям. Главное требование — чтобы средняя проба была взята без выбора, тогда она будет отражать

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

соотношение видов, возрастной, половой и размерный состав изучаемого населения. Второе требование, чтобы средняя проба была достаточно многочисленной (малочисленная проба не отразит качественный состав населения). Например, при анализе уловов рыбы средняя проба должна содержать около 100 экз. (для мелких рыб достаточно 50 экз., для крупных, многовозрастных — 200—300 экз).

Сплошной учет свободен от недостатков выборочного учета, но на практике может применяться лишь в некоторых случаях. Сравнительно нетрудно подсчитать количество микробных колоний в чашке Петри или количество беспозвоночных в цветочном вазоне, но в природе такая возможность представляется редко. Здесь сплошной учет организмов может быть осуществлен лишь в условиях изолированного биотопа, к тому же ограниченного размера (например, учет рыб в спущенном пруде).

Наконец, количественный учет организмов может быть линейным, площадным и объемным. Линейный учет применяется в экологии позвоночных для регистрации встреченных на маршруте птиц, млекопитающих или других достаточно крупных животных (на протяжении 1 км, в продолжении 1 ч) и отмеченных наблюдателем в пределах видимости. При этом учете особое значение приобретает вопрос перевода полученных данных на единицу площади, чтобы приблизить проведенный относительный учет к абсолютному.

Площадный учет может применяться по отношению ко всем организмам, обитающим на земной поверхности, дне водоемов или теле животных и растений. Осуществляется он разными способами, о которых говорилось выше.

Объемный учет применяется в отношении населения толщи воды и почвы. В некоторых случаях его применяют также для характеристики плотности микронаселения воздуха. Часто для оценки относительной численности населения в той или иной среде применяют подсчет организмов, находящихся под 1 м^2 поверхности воды или почвы, но в этих случаях необходимо знать глубину их распространения (чтобы можно было подойти к абсолютному объемному учету).

Основные экологические понятия

Количественный учет организмов связан с определением их видовой принадлежности, пола, возраста, подсчетом, взвешиванием и т. п. Результаты количественного учета выражаются в экологических понятиях и показателях, из которых важнейшими являются встречаемость, численность, биомасса, продукция и др.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Встречаемость (V) — частота нахождения организма, выражаемая в процентах числа проб (станций), содержащих данный вид, к общему количеству исследованных. Различают три градации встречаемости: 1) более 50% — константные виды; 2) 25—50% — второстепенные виды; 3) менее 25% — случайные виды.

Численность, или плотность населения (N) — количество особей вида, приходящееся на единицу площади (экз./м^2) или объема среды (экз./л). Численность может быть разовой (n), наименьшей и наибольшей, средней для всего пространства или за определенный период и т. п.

Биомасса (B) — вес организмов на единицу площади (кг/га) или объема среды (г/л). Биомасса может быть разовой (в), начальной ($в_1$), или конечной ($в_n$), средней (B).

Индекс плотности ($\sqrt{BN}$) — показатель, связывающий среднюю биомассу и численность, характеризующие вид в определенных условиях жизни.

Продукция (P) — прирост биомассы организмов за определенный период (обычно за год), соответствует понятию «урожай» ($P = b_n - b_1$).

Удельная продукция ($P/в_1$) — отношение продукции к начальной биомассе, характеризующее интенсивность размножения, роста и гибели организмов в популяции за год. Отношение продукции к средней биомассе (P/B) преуменьшает прирост биомассы, так как в B входит половина P.

Количественный учет — основа изучения закономерностей динамики численности и биомассы популяций и биоценозов. Перечисленные понятия и показатели позволяют количественно характеризовать разные стороны экологии вида, его популяций и разных биоценозов.

Глава 2

УЧЕНИЕ О СРЕДАХ ЖИЗНИ

Среда представляет собой физическое окружение организма. Космическая среда непригодна для жизни. Поэтому человек может выйти из космического корабля в космос лишь под защитой особого костюма — скафандра.

Основными средами жизни на Земле являются вода, воздух, почва и организм (для паразитов и симбионтов). Вода представляет собой первичную среду, в которой возникла жизнь и где прошли первые этапы ее эволюции. Остальные среды жизни — вторичные.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Организмы нуждаются для своей жизни в одной или нескольких средах. Монобионтами являются иглокожие, рыбы и др. Амфибийные организмы (ряд насекомых, земноводные из позвоночных и др.) проходят одну фазу развития в воде, другую — в наземно-воздушной среде или почве.

Первичноводные животные по всей линии своих предков являются обитателями водной среды и дышат жабрами (рыбы), вторичноводные происходят от наземных, о чем свидетельствует их легочное дыхание (ластоногие, китообразные).

Среды жизни подразделяются на конкретные среды обитания. Среда обитания — подразделение среды жизни, характеризующееся географической и экологической определенностью. Для воды как среды жизни выделяются в качестве сред обитания: морская и пресная вода, стоячая и текучая вода и т. п. Для почвы конкретными средами обитания являются почвы определенных типов, для наземно-воздушной среды — климатические широтные зоны и вертикальные пояса, для организма как среды различные группы животных и растений, холоднокровные и теплокровные организмы.

Среды обитания подразделяются на еще более узкие выделы — местообитания (связаны с отдельными видами организмов) и биотопы (связаны с биоценозами).

1-84 ТГУ

Вода как среда жизни

Вода обладает рядом физико-химических свойств, благоприятных для жизни (высокая удельная теплота, высокая скрытая теплота плавления, высокая теплопроводность, расширение перед замерзанием, диэлектрическая постоянная и др.). Изучение изотопного состава водорода (H^1, H^2, H^3) и кислорода (O^{16}, O^{17}, O^{18}) показывает наличие помимо обычной воды с молекулярным весом 18 ряда форм тяжелой воды (м. в. 20—22) и воды сверхтяжелой (м. в. 24). Тяжелая вода обладает специфическими физико-химическими свойствами и, как правило, непригодна для жизни.

Вода на Земле представлена океанами (глубина более 11 км), морями, озерами, реками, разными искусственными водоемами — каналами, водохранилищами, прудами и т. д. Повсюду в воде имеется жизнь. Изучение жизни глубин океана позволило недавно открыть новый тип животных — погонофор. Несомненно, что глубины таят еще много неизвестного современной науке.

Условия жизни в воде весьма своеобразны. Большое влияние на распределение живого оказывают свет, температура, давление, реакция среды, растворенные газы и соли.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Морские и континентальные воды резко отличаются по условиям жизни. Морская вода представляет собой благоприятную среду жизни, близкую к физиологически уравновешенному раствору. Поэтому ее обитатели могут быть осмотически открытыми. Континентальные воды обладают неблагоприятными условиями жизни, их обитатели осмотически закрыты.

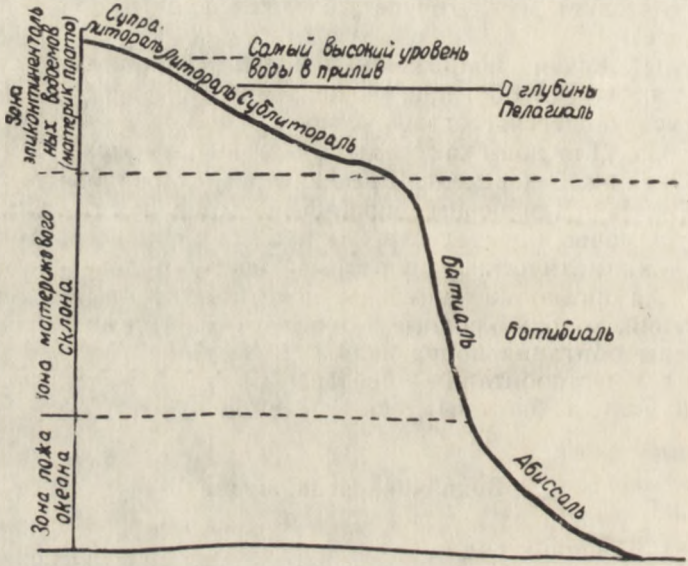

Рис. 2. Схема вертикального расчленения толщи воды и морского дна

В водоемах различаются две характерные области жизни (рис. 2) — толща воды (пелагиаль) и дно (бенталь). Среди пелагических организмов выделяются характерные группировки; планктон — пассивно плавающие мелкие формы (фитопланктон и зоопланктон), нектон — активно плавающие крупные формы (рыбы, головоногие моллюски и др.), нейстон — (микроскопически мелкие обитатели поверхностной пленки воды).

Обитатели дна составляют бентос (фитобентос, зообентос), среди которого можно различить эпибентос (организмы, обитающие на поверхности грунта) и инбентос (находящиеся внутри грунта).

Гидробиология, изучающая закономерности развития жизни в воде, является теоретической базой санитарии, рыбного хозяйства и других отраслей практики.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Воздух как среда жизни

Воздух представляет собой смесь газов, в которой по объему и весу преобладают азот и кислород. Условием жизни в воздухе является наличие паров (влажности), а также углекислоты, без которой невозможен процесс фотосинтеза — первоосновы существования живого на Земле.

Действующие в воздушной среде факторы отличаются рядом специфических особенностей: свет и температура — наибольшей интенсивностью, по сравнению с другими средами; кислород — обычно достаточным количеством, тогда как в других средах он является одним из лимитирующих факторов. Такой фактор, как ветер, может существенно изменять действие других факторов на организмы, например, температуры; кроме того, он является одним из условий развития растений (ветроопыляемые растения).

Под влиянием жизнедеятельности организмов происходит выработка кислорода (в результате фотосинтеза) и углекислоты (в результате дыхания).

Низкая плотность воздушной среды, недостаток в ней опоры и пищи являются причиной отсутствия «аэропланктона», а поэтому в ней нет животных, ведущих прикрепленный образ жизни (каких много в воде).

Обитатели воздушной среды связаны с земной поверхностью, лишь споры поднимаются восходящими токами воздуха на высоту более 30 км. Животными в качестве субстрата широко используются растения. Проблемы аэробиологии имеют разностороннее научное и практическое значение.

Почва как среда жизни

Почва представляет собой полидисперсную трехфазную систему. В. В. Докучаев первый понял и доказал, что почва не минерал, а особое — четвертое — природное тело. В. И. Вернадский показал его биокосный характер, а В. Р. Вильямс открыл важнейшее свойство почвы — плодородие.

Почвообразование — сложный природный процесс, в основе которого лежат физико-химические и биологические явления. Роль животных в образовании почвенного покрова вскрыл Ч. Дарвин. Под влиянием почвообразователей бесплодная материнская порода превращается в качественно новое природное тело — почву.

Как среда жизни почва отличается рядом специфических особенностей: большой плотностью, отсутствием света, пониженной амплитудой колебания температуры, недостатком

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

воздуха, наличием пищевых веществ в виде живых организмов и их остатков.

У животных, обитателей почвы, как приспособление к этим своеобразным условиям наблюдается вальковатая форма тела, развитие прочных покровов, редукция глаз, кожное дыхание, сапрофагия.

Население почвы — эдафобиус — своеобразный биоценотический комплекс. Почвоведение — научная основа современного земледелия.

Организм как среда жизни

Явления паразитизма обладают двойственным характером: их можно рассматривать не только как межвидовые отношения организмов, но и как отношения организма (паразит) и среды (хозяин). В. А. Догель и Е. Н. Павловский являются основоположниками учения об организме как среде жизни паразитов. Паразиты находят внутри хозяина характерные эндостанции и в свою очередь образуют своеобразный паразитоценоз.

Организм как паразитоноситель, как особая среда жизни, характеризуется живым характером, возможностью приспособления к своим обитателям (паразитам). Внутри тела хозяина сглаживаются колебания факторов внешней среды. Хозяин предоставляет паразиту не только место жизни, но и снабжает его пищей.

Паразитам свойственны простые и сложные циклы развития, иногда со сменой нескольких промежуточных хозяев. В промежуточных хозяевах паразит проходит личиночное развитие, в окончательном хозяине достигает половой зрелости.

У паразитов (наружных и внутренних) наблюдаются приспособления к их хозяину: развитие органов прикрепления, выработка антифибрина у кровососов (пиявки), антиферментов у обитателей пищеварительной системы и т. п. Для внутренних паразитов характерна редукция конечностей, глаз и кишечника. Прогрессивно развиваются органы размножения, обеспечивающие высокую плодовитость.

Паразиты оказывают на хозяина различные отрицательные влияния: механическое, истощение, отравление, заражение (патогенность).

Понятия «паразит» и «хозяин» являются относительными и могут меняться местами: паразит человека или рыбы может иметь своих паразитов, являясь для них хозяином и т. п.

Помимо паразитов организм имеет различных симбионтов (грибы и бактерии на корнях растений, кишечная флора животных и т. п.), которые еще недостаточно изучены.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Паразитология имеет важнейшее значение для современной медицины и ветеринарии.

Организм и среда

Биологи-материалисты давно поняли исключительно важную роль обмена веществ, т. е. определенной взаимосвязи организма со средой в явлениях жизни. Ф. Энгельс выразил это в самом определении жизни: «Жизнь — это способ существования белковых тел, существенным моментом которого является постоянный обмен веществ с окружающей их внешней природой...» (Энгельс Ф. Диалектика природы, 1946, с. 246). Поэтому ясно, что вопрос о соотношении организма и среды является для биологии коренным. Именно в этой области лежит фундаментальная закономерность жизни — основной закон биологии.

Для правильного понимания основного закона биологии, который по существу является экологическим, необходимо осветить основные исторические этапы развития представлений о соотношении организма и среды. В этой области существовало три этапа.

На первом этапе организм рассматривался вне среды. Эта точка зрения характерна для метафизического периода и креационизма, господствовавших в XVIII в. и начале XIX в. К. Линней, Ж. Кювье и другие исходили из преадаптации — преждевременной приспособленности организмов к среде. По их мысли творец создал организмы с определенными признаками и свойствами, а позднее они нашли среду, в которой могли существовать (форма предшествовала функции).

По существу недалеко ушел от этой позиции Ж.-Б. Ламарк, считавший якобы предустановленную творцом градацию основным законом развития природы. По его мнению, влияние среды нарушало идеальную градацию живых существ.

Следовательно, эволюционист Ламарк, как и креационисты Линней и Кювье не считали среду необходимым условием существования организмов, за «норму» ими принимается организм, находящийся вне изменяющих воздействий среды.

На втором этапе разработки рассматриваемой проблемы под влиянием на биологию французского буржуазного философа О. Конта (1798—1857), основателя позитивизма, организм стал противопоставляться среде.

О. Конт выдвинул мысль, что организм и среда — разнородные и независимые факторы. Под несомненным влияни-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ем взглядов О. Конта Ч. Дарвин писал в «Происхождении видов»: «... должно различать два фактора: природу организма и природу условий. Первый, по-видимому, наиболее важный...; ... природа условий имеет в определении каждого данного изменения подчиненное значение по сравнению с природой самого организма; быть может, она имеет не большее значение, чем имеет природа той искры, которая воспламеняет массу горючего материала, в определении свойства (вспыхивающего) пламени» (Соч. 1939, т. 3, 277).

Как видим, Ч. Дарвин определенно противопоставляет природу организма природе условий, усилив это положение в последующих изданиях своего труда, где подчеркивает и свою солидарность в этом вопросе с А. Вейсманом. Дарвин переоценивает значение природы организма, что указывает на его склонность к автогенезу, и недооценивает значение природных внешних условий, среды, роль которой сводит к действию искры, что противоречит фактическому содержанию его учения.

На третьем этапе разработки проблемы «организм — среда» устраняется вредный кантианский разрыв между ними и их противопоставление, организм и среда воссоединяются.

К. Ф. Рулье сформулировал закон общения животного с миром, согласно которому «... животное, предоставленное самому себе, удаленное от внешнего мира, не может ни родиться, ни жить, ни умереть. Для совершения полного круга развития нужно обоюдное участие двоякого рода элементов, принадлежащих животному, и элементов для него внешних» (Рулье. Общая зоология, 1850).

Приведенная формулировка представляет собой едва ли не первое изложение основного закона биологии, который К. Ф. Рулье считал имеющим самое общее мировое значение.

Линия Рулье в вопросе признания в качестве основного «закона общения животного с миром» была принята передовыми русскими учеными и разрабатывалась ими дальше.

Великий физиолог И. М. Сеченов писал в 1861 г., рассматривая понятие о животном организме: «Организм без внешней среды, поддерживающей его существование, невозможен; поэтому в научное определение организма должна входить и среда, влияющая на него. Так как без последней существование организма невозможно, то споры в том, что в жизни важнее, среда ли, или само тело, не имеют ни малейшего смысла» (Избр. произведения, 1952, т. 1, с. 533).

В 1878 г. в статье «Элементы мысли» И. М. Сеченов возвращается к этому вопросу и уточняет свои взгляды на рассматриваемый предмет, говоря не вообще о влиянии

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

на организмы внешней среды, а именно «условий их существования» (Там же, с. 287).

Изучение организма в единстве с условием жизни обеспечило успех исследованиям И. П. Павлова в области физиологии человека и животных, К. А. Тимирязеву — в физиологии растений, В. О. Ковалевскому — в палеонтологии, Н. А. Северцову — в экологии животных, А. Н. Бекетову — в географии растений, И. В. Мичурину — в селекции растений и т. д.

Основной экологический закон Рулье—Сеченова гласит: организм и необходимые для его жизни условия представляют единство. В этом законе проблема «организм и среда» находит диалектико-материалистическое разрешение, устраняется вековечное противопоставление и борьба автогенеза и эктогенеза.

Основной экологический закон Рулье — Сеченова подводит к правильному пониманию причин эволюционного развития организмов, источник которых во внешней среде. Развитие — это борьба противоположностей. Э. Геккель первый указал, что изменчивость видов обусловлена взаимодействием между приспособлением и наследственностью.

Основной закон эволюции Геккеля: движущим фактором эволюционного развития организмов является борьба наследственности и приспособления.

Ч. Дарвин, первоначально увлекшись ошибочными идеями Мальтуса и проявив склонность к автогенезу, с годами стал сожалеть о допущенной ошибке. Так, в 1876 г. он писал М. Вагнеру: «По моему мнению, величайшая ошибка, которую я допустил, заключается в том, что я придавал слишком мало значения прямому влиянию окружающей среды, т. е. пищи, климата и т. д., независимо от естественного отбора» (Избр. письма, 1950, с. 251).

Ф. Энгельс, положительно оценивая теорию эволюции Дарвина в целом и отмечая огромное значение нанесенного им удара по телеологии в естественных науках, считал необходимым подвергнуть критике ошибки Дарвина и подчеркивал прогрессивное значение взглядов Геккеля на эволюцию. Так, Ф. Энгельс пишет: «В новейшее время представление об естественном отборе было расширено особенно благодаря Геккелю, и изменчивость видов стала рассматриваться как результат взаимодействия между приспособлением и наследственностью...» (Ф. Энгельс, Анти-Дюринг, 1945, с. 67). «... Геккель совершенно прав, считая наследственность по самой сути дела консервативной, положительной; а приспособление — революционизирующей, отрицательной стороной процесса» (Там же, с. 321).

Критикуя Дарвина за то, что он связывал процесс видообразования с перенаселением, показывая возможность

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

изменения видов независимо от этого фактора под влиянием изменившихся условий жизни, Ф. Энгельс заключает: «Поэтому геккелевские «приспособление и наследственность» и могут обеспечить весь процесс развития, не нуждаясь в отборе и мальтузианстве» (Ф. Энгельс. Диалектика природы, 1946, с. 250).

Исходя из этого, решается вопрос относительно адаптации как биологического явления. Ф. Энгельс рассматривает приспособление (адаптацию) как реакцию протоплазмы на внешние воздействия. Под контролем выживаемости и естественного отбора приспособлений в ряду поколений происходит совершенствование приспособлений, ведущее к возникновению целесообразной приспособленности организмов

Рис. 3. Ель, выросшая на открытом месте (*1*) и в лесу (*2*)

к определенным условиям (рис. 3). Но целесообразность относительна, так как связана с конкретными условиями среды. Изменение последней вынуждает организм к новым приспособлениям.

Во взаимодействии среды и организма решающее значение имеет среда, условия жизни, в которых организм чер-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

дает энергию и материал для ассимиляции. Но от организма зависит содержание обмена веществ: потребление одних элементов и выделение других. В этом смысле организм выступает в качестве активной силы, а среда — пассивной.

Экологическая пластичность организмов

Понятие пластичности организмов, близкое понятию их изменчивости, широко применяется в биологии, хотя нелегко было бы найти в литературе его точное определение.

Изменчивость организмов, т. е. их способность изменяться, происходит под влиянием как внешних, так и внутренних факторов. Вследствие этого возможны споры о причинах изменчивости и разные точки зрения на классификацию явлений изменчивости. В отличие от этого понятие пластичности является более определенным: способность организмов изменяться под влиянием внешних воздействий.

Таким образом, пластичность можно определить как изменчивость организма под влиянием условий жизни. Имеются три формы пластичности организмов: морфологическая — изменение морфологических в широком смысле (включая анатомические, эмбриологические, гистологические, цитологические и др.) признаков; физиологическая — изменение физиологических в широком смысле (включая биохимические, биофизические и др.) свойства; экологическая — изменение образа жизни и выносливости организма.

Явление пластичности имеет своей противоположностью явление консерватизма. И. В. Мичурин определил биологическое содержание этих явлений и дал материалистическую трактовку соответствующих важных биологических понятий. Пластичность и консерватизм жизненных явлений определяются характером условий жизни и зависят от их изменчивости (пластичность) или постоянства (консерватизм).

Между тремя типами пластичности, названными выше, существуют закономерные взаимосвязи.

Организмы с точки зрения морфофизиологической пластичности могут быть весьма изменчивыми или константными, с наличием между этими крайними положениями всех переходов. Виды, пластичные в морфофизиологическом отношении уже при небольших изменениях среды обитания, характеризуются значительной соответствующей изменчивостью (дафнии, анодонты, караси, сиги и др.). У подобных видов наблюдается обилие внутривидовых форм, отмечается цикломорфоз и бросающаяся в глаза обратимость изменчивости морфофизиологических признаков, в зависимости от характера условий жизни.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Виды, константные в морфофизиологическом отношении, не реагируют на изменение условий жизни изменением своих свойств и признаков, а меняют свое распределение и численность внутри местообитания, т. е. реагируют экологически.

Таким образом, явления морфофизиологической и экологической пластичности в известном смысле противоположны. Организм, пластичный морфологически и физиологически, в экологическом отношении может быть мало изменчив. Наоборот, животные и растения, экологически пластичные, в морфофизиологическом отношении являются мало изменчивыми.

Следовательно, экологическая пластичность, или валентность, представляет собой способность организмов вида выносить действие какого-либо фактора в пределах более или менее значительного спектра.

Как известно, существуют стенобионтные и эврибионтные виды. В этих терминах отражаются требования ими узких или более широких условий жизни, а часто, при незнании таковых, исследователь называет эврибионтным вид, живущий в разных условиях, хотя требуемые им факторы могут быть весьма определенными. Просто соответствующие вопросы еще недостаточно изучены.

Стено- и эврибионтные организмы могут быть в разной степени пластичными в морфофизиологическом и экологическом отношениях. Например, среди стенобионтов можно встретить виды, которые при изменении условий погибают (отсутствие экологической и морфофизиологической пластичности) или изменяются (морфофизиологическая пластичность). Эврибионты в пределах свойственной им экологической пластичности не меняются в своих признаках, но при еще более резком изменении действующих факторов (за пределами спектра) также могут погибнуть или измениться.

Стенобионтность и эврибионтность следует рассматривать как различные типы приспособления организмов к выживанию. Виды, длительное время развивавшиеся в условиях относительно стабильной среды, вырабатывают черты стенобионтности и утрачивают экологическую пластичность. Напротив, виды, формировавшиеся и существующие в условиях колеблющихся факторов, приобретают черты эврибионтности и характеризуются повышенной экологической пластичностью.

Морфофизиологическая пластичность видов характеризуется глубиной обратимых морфологических изменений в признаках и процессах, происходящих под влиянием нарушения обмена веществ вследствие изменения действующих факторов. Коренные необратимые изменения, приводящие

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

к видообразованию, выходят за пределы понятия пластичности организмов.

Экологическая пластичность измеряется широтой спектра действующих факторов, в пределах которого не наблюдается морфофизиологических изменений. У стенобионтных видов он узок, у эврибионтных — широк. Однако здесь дело не в одной широте спектра факторов, выносимого организмами, так как это признак внешний, но также и в отношении к нему особей вида, которое проявляется в изменении их численности.

У стенобионтных видов высокая плотность популяции сгущена в пределах сравнительно узкой зоны оптимума, у эврибионтных — она имеет более широкую зону.

Изменение плотности популяции является одним из показателей экологической пластичности организмов. Экологически пластичные виды в разных местообитаниях выживают при разном уровне средней плотности популяции. Экологически мало пластичные виды выживают лишь при вполне определенном уровне численности, и снижение его под влиянием тех или иных причин приводит к исчезновению вида в данном местообитании.

Между различными формами пластичности имеется определенная связь и зависимость. Изменения условий жизни отражаются прежде всего на типе обмена веществ. Особи экологически пластичного вида на первых порах не будут меняться физиологически, начнет изменяться численность особей и плотность популяции. При дальнейшем действии измененных условий произойдут физиологические и морфологические изменения, первоначально обратимые, а затем и необратимые, связанные с новообразованием свойств и признаков.

Вид, экологически мало пластичный, при изменении условий жизни будет характеризоваться в первую очередь резкими переменами численности особей популяции и затем накоплением физиологических изменений.

Организм в новых условиях (или вообще при воздействии тех или иных внешних факторов) реагирует и приспосабливается прежде всего экологически, затем — физиологически и лишь на этой основе — морфологически. Интересующая нас экологическая реакция в зависимости от природы организма проявляется в изменении распределения подвижных особей внутри биотопа, в гибели и выживании тех или иных индивидов (т. е. изменении численности, плотности популяции). Выживающие особи, ассимилируя новые условия, изменяются физиологически; физиологические изменения отражаются на морфологических признаках.

Проблема экологической пластичности организмов — важная, но еще слабо разработанная область знаний. Труд-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ность разработки этой проблемы заключается в опасности постоянного уклонения в сторону изучения физиологической и морфологической пластичности и изменчивости организмов, которыми по существу часто и подменяется вопрос экологической пластичности. Последний важен как в научном, так и практическом отношениях.

Жизненные формы организмов

Жизненными формами, или биоморфами, называют определенный тип приспособления разных организмов к основным факторам общей среды обитания, приводящий к выработке некоторого сходства во внешнем облике, строении и функциях (конвергенция). В то же время в определении одного из специфических понятий экологии, каким является «жизненная форма», в литературе существует большой разнобой, как и в оценке его значения.

Это понятие раньше стали применять ботаники, позднее — зоологи. А. Гумбольдт (1807) при описании растительного покрова выделил 19 групп растений, определяющих ландшафт, которые были названы физиономическими формами: форма пальм, форма бананов, форма мимоз и т. д.

На протяжении XIX в. целым рядом исследователей предлагались различные усовершенствования физиономической классификации растений. С течением времени в них все более учитывались не только внешние признаки, но и вся организация растения, отражающая определенные условия существования.

В конце XIX в. Е. Варминг внес в указанную классификацию экологическое направление и сформулировал понятие о жизненных формах растений. Он понимает под ними группы растений, вегетативное тело которых находится в гармоническом сочетании с окружающим миром, среди которого проходит жизненный процесс растений, от проростка до плодоношения и смерти. Е. Варминг различал следующие типы жизненных форм растений: 1) автотрофные (водные — свободные и прикрепленные; сухопутные — опирающиеся и нуждающиеся в опоре); 2) гетеротрофные — симбионты и сапрофиты.

Из многочисленных систем жизненных форм растений, предложенных ботаниками, довольно употребительна система «биологических типов» датского ученого К. Раункиера (1905). По приспособлениям к переживанию неблагоприятного времени года и расположению на растении его органов возобновления выделены 5 типов жизненных форм: 1) фанерофиты — деревья и кустарники с высоко расположенными почками; 2) хамефиты — кустарники и травянистые растения с почками непосредственно над поверхностью земли;

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

3) гемикриптофиты — травянистые растения с почками возобновления на поверхности почвы; 4) криптофиты — с перезимовывающими органами и почкой возобновления под поверхностью земли в виде луковиц, клубней, корневищ (выделяются сухопутные — геофиты, болотные — гелофиты, водные — гидрофиты); 5) терофиты — однолетники, перезимовывающие в виде семян (рис. 4).

Рис. 4. Жизненные формы растений, установленные К. Раункиером. Слева направо: два хамефита, фанерофит, три гемикриптофита, два геофита, терофит

И. Браун-Бланке (1928), переработав предыдущую классификацию, включил в нее ряд новых типов (планктофиты — микроскопические взвешенные растения, эдафофиты — почвенная флора, эндофиты — внутренние растения, эпифиты — растения, живущие на деревьях).

Ботаниками было предложено много усовершенствований классификации Раункиера—Браун-Бланке.

Б. А. Келлер (1933) рекомендует понимать под жизненной формой «определенную систему экологических приспособлений, тесно связанную с организационным типом растения, с принадлежностью его к определенному классу, семейству, а часто и роду». Отмечая, что на разных путях эволюции природа растений приходила к различному решению одинаковых экологических задач (например, у злаков и бобовых выработались разные системы борьбы с засухой), Б. А. Келлер рекомендует выделять жизненные формы по двум совместным принципам принадлежности к определенной систематической группе и экологическим свойствам.

М. В. Культиасов (1950) понимает жизненную форму «как совокупность растений, сходных по их исторически сложившимся приспособлениям к условиям существования, с помощью которых эти растения утверждаются в жизни и, раз-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

множаясь, прогрессируют», но какой-либо конкретной классификации не дает. Для построения системы жизненных форм необходимо предпринять монографическое изучение морфологии вегетативных органов с точки зрения их филогенетического развития и с позиций экогенеза, — говорит автор.

В. В. Алехин (1950) приводит довольно дробную классификацию жизненных форм растений, в которой выделяет: жизненные формы с деревенеющими стеблями (деревья, кустарники, кустарнички); формы переходного типа — между деревенеющими и травянистыми — или имеющие представителей обоих типов (полукустарники, растения-подушки, суккуленты, вечнозеленые травы, зимне-зеленые травы; лианы); формы с травянистыми стеблями (наземные, эпифитные и водные); формы мхов и низших растений.

Д. Н. Кашкаров, вводя понятие жизненной формы в зооэкологию, имел при этом в виду тип животного, находящийся в соответствии с окружающими условиями. Полагая, что в мире растений жизненная форма прежде всего определяется климатом, а последний имеет для животных меньшее значение, Д. Н. Кашкаров предлагал при классификации биоморф животных учитывать способ передвижения, место размножения и род пищи. В итоге им было предложено несколько классификаций жизненных форм животных: 1) по отношению к климату — холоднокровные и теплокровные животные; 2) по приспособлениям для передвижения — плавающие, ныряющие, роющие, наземные, лазающие, летающие; 3) по отношению к влажности — влаголюбивые и сухолюбивые; 4) по роду пищи — растительноядные, всеядные, хищники, трупоеды; 5) по месту размножения — под землей, на поверхности земли, в ярусе трав, в кустарниках, на деревьях, в трещинах и дуплах.

Возможны подразделения животных и по некоторым другим экологическим признакам.

Н. П. Наумов (1955) полагает, что можно говорить о жизненной форме «млекопитающие», «птица», «рыбы», «насекомые» и т. п. Но это не жизненные формы, а морфофизиологические группы животных. К одной жизненной форме хорошего пловца, характеризующейся обтекаемой торпедообразной формой тела, принадлежат акула, ихтиозавр и дельфин, т. е. представители трех различных классов позвоночных животных, стоящие на разных ступенях филогенетической лестницы. Общепринятое понятие «жизненная форма» Н. П. Наумов заменяет «экологическим типом», включающим представителей разных систематических групп, обладаю-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

щих общими или сходными приспособлениями к условиям жизни.

В отдельных работах по экологии тех или иных групп животных и растений приводятся соответствующие частные классификации жизненных форм, которые являются довольно конкретными и позволяют лучше понять особенности природы данной группы организмов. Значение подобных классификаций состоит в том, что они позволяют по общему внешнему облику организма судить о его образе жизни и его потребностях в отношении факторов внешней среды.

Учение о жизненных формах представляет собой экологический аспект широко распространенного среди организмов биологического явления, называемого конвергенцией и изоморфизмом, параллельным развитием, параллелизмом, гомологическими рядами и т. п. В основе всех этих явлений лежит тот факт, что в сходных условиях у различных организмов появляются аналогичные изменения структурного и функционального порядка, неразрывно связанных между собой и отражающие результат влияния внешних условий.

Вопрос о жизненных формах касается самых общих проблем эволюции организма.

Как показал А. Н. Северцов, все эволюционные изменения животных происходят в зависимости от изменений окружающей среды. Наиболее часто в живой природе происходят идиоадаптации. Известно четыре пути их осуществления: адаптивная радиация, дивергенция, параллелизм и конвергенция. Адаптивная радиация — приспособление к разным условиям, расхождение по многим направлениям; дивергенция — частный случай адаптивной радиации, когда из материнского вида возникает два дочерних. Замечательные примеры адаптивной радиации дают ископаемые и современные рептилии, у которых шло приспособление к жизни в воде, на суше и в воздухе. Аналогичную картину показывает и эволюция млекопитающих, у которых выработались водные гидробионты, земноводные амфибионты, роющие эдафобионты, лазающие дендробионты, летающие авиабионты.

Параллелизм и конвергенция являются характерными путями эволюционного развития, нередко приводящими к выработке жизненных форм. При конвергенции наблюдается приобретение вторичного, обычно поверхностного сходства в результате обитания неродственных форм в сходных условиях (например, акула, ихтиозавр и дельфин в воде выработали торпедообразную форму хорошего пловца).

Как указывает А. Н. Северцов, большинство приспособительных изменений эктосоматических органов (непосредственно связанных с внешней средой) является идиоадаптациями. К ним относятся все бесчисленные изменения окраски

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

животных, соответствующие той среде, в которой они обитают, в том числе все покровительственные и защитные окраски.

Пример идиадаптивной радиации дает передняя конечность млекопитающих, приспособленная к хождению, рытью, плаванию, полету и т. п. Гомологические органы (сходные по строению) претерпевают значительные изменения под влиянием условий жизни и в мире растений, где листья могут изменяться в усики или иглы и т. п.

Жизненные формы создаются естественным отбором в процессе взаимоотношений организма и среды и ассимиляции организмом условий его существования. Возникающие при этом адаптации охватывают всю организацию и образ жизни животного или растения. В самых общих чертах жизненную форму можно охарактеризовать как тот или иной тип приспособления организма к определенной среде обитания и к определенному образу жизни в ней.

Отнесение организма при экологических исследованиях к соответствующей категории жизненных форм раскрывает кратко его экологическую физиономию: свойственное ему местообитание, образ жизни, способ питания, роль и место в биоценозе.

Глава 3

УЧЕНИЕ О ФАКТОРАХ СРЕДЫ

Факторами называются определенные условия, элементы среды, оказывающие на организм те или иные прямые специфические воздействия. Например, солнечная инсоляция вызывает пигментацию кожи, высокая температура — ожог, низкая температура — обмораживание и т. д. Факторы разнообразны, это — действия на организм и неживой среды, и других организмов, и, наконец, человека.

В среде одновременно проявляются разные факторы. По характеру влияния на организм факторы могут быть разделены на две группы: условия жизни и факторы воздействия. Условиями жизни являются факторы, необходимые для жизни организмов (кислород, пища и др.). Факторами воздействия являются такие, которые оказывают на организм то или иное влияние, связанное с отклонением от нормальных условий жизни, вплоть до изменения наследственности или летального исхода (вредные излучения, яды и т. д.).

Условия жизни в свою очередь могут быть разделены на условия существования (необходимые для роста) и условия развития (необходимые для обеспечения онтогенеза от яйца до яйца). Их различие иллюстрируется, например, тем, что

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

некоторые животные в условиях неволи не размножаются (имеются условия существования, но отсутствуют условия развития).

В. Р. Вильямс показал, что основными условиями жизни зеленых культурных растений являются две группы факторов: космические — свет и тепло, и земные — вода и пища. Сущность правильной системы земледелия и заключается в том, чтобы обеспечить растениям наилучшее снабжение их водой и пищей, а в условиях тепличного хозяйства возможно также регулирование света и тепла.

Факторы характеризуются некоторыми общими чертами, а также специфическими отличиями. Каждый фактор качественно отличен и количественно определен. Качество и количество в факторе неразрывно связаны, так как нет температуры вообще, а есть всегда конкретная положительная или отрицательная температура, определенная влажность, соленость, реакция среды и т. п.

Факторы и степень их различия могут быть исследованы специальными приборами и выражены в определенных единицах: температура — в градусах, ветер — в метросекундах, давление — в миллиметрах, освещение — в люксах и т. д.

Каждый фактор среды характеризуется определенным диапазоном (шкалой, амплитудой, размахом), который включает все степени его развития — от наименьших до наибольших. Так, например, температура может колебаться от абсолютного нуля (—273°) до многих тысяч градусов, соленость воды — от 0 (дистиллированная) до насыщенного раствора, влажность воздуха — от 0 до 100% насыщения и т. д.

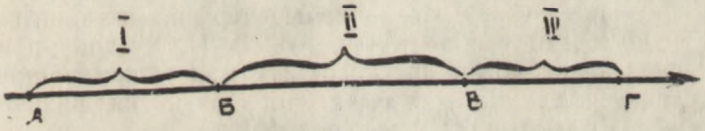

Рис. 5. Схема экологического спектра: *А* — нижняя и *Г* — верхняя границы жизни в пределах общей амплитуды фактора, показанного стрелкой; *Б* и *В* — границы нормальной жизнедеятельности.
I — зона минимума; *II* — оптимума; *III* — максимума

Жизнь возможна всегда лишь в условиях определенной части шкалы того или иного фактора, которая называется спектром (термин Наумана). Каждый вид характеризуется своим спектром — отрезком на шкале фактора, в пределах изменчивости, свойственной его особям. Отдельная особь требует более узких пределов колебания данного фактора, чем популяция или вид в целом. Действие каждого фактора характеризуется наличием в пределах его общего спектра

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

трех зон (рис. 5): 1) зоны нарушения жизнедеятельности вследствие недостатка фактора («зона минимума»); 2) зоны нормальной жизнедеятельности («зона оптимума») и 3) зоны нарушения жизнедеятельности вследствие избытка фактора («зона максимума»). Указанные зоны специфичны для каждого вида.

Границы жизни (летальные границы) могут быть сближены или отдалены на шкале факторов (так называемая «экологическая валентность»), причем в разной степени не совпадать с общим развитием фактора в данных условиях. При минимуме и максимуме фактора организм может жить, но не достигает полного расцвета («зона пессимума»).

Факторы при переходе от состояния оптимума к пессимуму (минимуму или максимуму) становятся раздражающими организм агентами. Раздражающие влияния фактора могут приводить к следующим последствиям: 1) морфофизиологическим, когда нарушаются физические отправления, уменьшается рост, задерживается развитие, изменяется форма и строение организма (в итоге имеет место образование карликовых форм и особых разновидностей, а в случае длительного действия соответствующего фактора возможно преобразование видовой формы); 2) экологическим, когда уменьшается численность особей, изменяется их распределение в пределах биотопа и возникают миграции. Дальнейший переход фактора от минимума и максимума за пределы нижней и верхней границ жизни приводит к гибели соответствующих особей (форм).

На шкале фактора каждый вид имеет свой оптимум и пессимум. Однако есть известные наложения жизненного спектра разных видов. Это позволяет разделить шкалу фактора на три отрезка, обозначаемые терминами: олиго (мало), мезо (средне) и поли (много). В. И. Жадин при характеристике экологии пресноводных моллюсков принимает следующие градации количественного развития физических и химических факторов водной среды:

Факторы	Олиготип	Мезотип	Политип
Течение, м/с	$< 0{,}1$	0,1—1,0	$> 1{,}0$
Прозрачность, см	< 50	50—200	> 200
Активная реакция, pH	< 7	7—9	> 9
Кислород, % насыщения	< 10	10— 50	> 50
Хлор, мг/л	< 100	100—500	> 500
Кальций, мг/л	< 25	25—100	> 100

Экологический спектр брюхоногого моллюска речной живородки (рис. 6) свидетельствует о том, что этот моллюск обитает в мезотипе термического режима, при олиготипе и начальной стадии мезотипа течения, в мезотипе прозрачности и активной реакции, политипе кислородного режима,

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

в олиготипе хлора, мезотипе (с переходом в политип) кальция, при мезотипе органических веществ в воде и небольшом заилении дна (олиготип с переходом в мезотип). Для уточнения роли отдельных факторов каждый из трех типов может быть в свою очередь разделен на три градации, с обозначением их буквами греческого алфавита (альфа, бета, гамма). Соответствующие экологические спектры разных организмов имеют весьма наглядный вид при сравнительном графическом изображении.

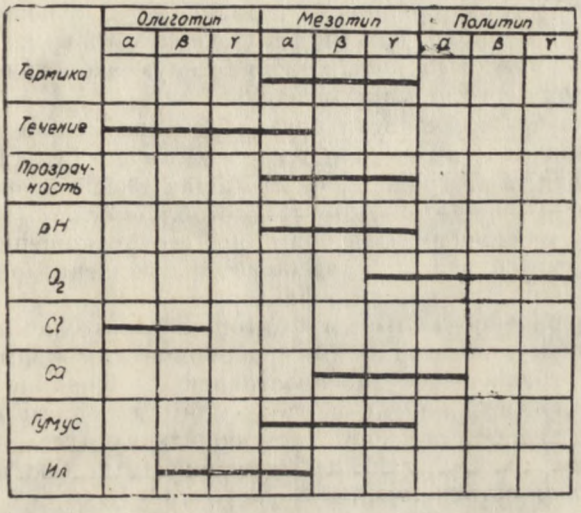

Рис. 6. Экологический спектр речной живородки Viviparus viviparus L., по В. И. Жадину

Для обозначения отдельных факторов и образования соответствующих терминов в экологии принимаются корни греческих или иногда латинских слов, например: био — отношение к жизни; топо — местность; бати — глубина; гало — соль; оксиген — кислород; термо — тепло; фото — свет и т. д.

Отношения организмов к колебаниям факторов очень различны. Одни организмы выдерживают значительное изменение данного фактора, другие требуют вполне определенной дозировки его, имея верхнюю и нижнюю границы жизни на шкале фактора весьма сближенными. Для обозначения отношения, т. е. степени выносливости организма к тому или иному фактору, применяются приставки: эври (широкий) и стено (узкий). Организмы, выносящие широкие колебания жизненных условий, называются эвритопными, требующие специфических условий — стенотопные. Соответствующим образом можно отразить отношение организма к изменению

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

каждого фактора в отдельности, говоря об эврибатных и стенобатных, эвригалинных и стеногалинных формах и т. д.

Для экологии представляет интерес также отразить характер поведения организма по отношениям к факторам среды, которые могут в разной степени избираться или избегаться. Различают четыре типа отношений организма к факторам, которые выражаются суффиксами:

-бионт (живущий: исключительное отношение);
-фил (любящий: положительное отношение);
-ксен (чужой, гостящий: безразличное отношение);
-фоб (страх, боящийся: отрицательное отношение).

Пользуясь приведенными выше и некоторыми другими терминами, можно составить определенную экологическую характеристику того или другого вида.

При изучении экологии организмов возможны два различных подхода: а) выявляется экологическая характеристика определенного вида, содержащая в специальных терминах оценку широты его приспособляемости (эври- или стено-) к различным факторам и его отношение к ним (-бионт, -фил и т. п.); б) выявляется отношение различных видов к какому-либо одному фактору.

По отношению к любым факторам только немногие организмы являются подлинными эврибионтами и имеют широкое географическое распространение. Крайние случаи эврибионтности приводят к следующим явлениям особенно широкого распространения: космополитизму (географически всесветное распространение) и убиквизму (экологически повсеместная встречаемость).

В силу присущей организмам избирательности большинству из них свойственна стенобионтность. Стенобионты — организмы, локализированные в своем географическом распространении и особенно экологическом распределении. Они настолько требовательны к условиям, имея очень узкие границы оптимумов на спектре отдельных факторов, что могут служить прекрасными биологическими показателями внешних условий.

На Земле существует определенная ритмичность в появлении ряда природных явлений, связанная со сменой дня и ночи («биологические часы»), сезонов года и многолетней повторяемости солнечных циклов.

В связи с сезонными изменениями условий существования растениям и животным свойственны характерные сезонные циклы. Например, растения средних широт весной образуют почки и побеги, летом у них развивается максимальная листовая поверхность, осенью листва опадает, зимой все жизненные процессы затормаживаются. Животные отличаются своими сезонами размножения, нагула, спячки, весенними и осенними миграциями (перелеты птиц и т. п.). Каждый се-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

зон характеризуется определенным уровнем метаболизма, смена сезонов года ведет к сезонной перестройке обмена веществ у растений и животных.

В благоприятные сезоны года, отличающиеся оптимальными условиями жизни, организмы процветают физиологически (на высоком уровне осуществляются все жизненные функции) и экологически (растет их численность). В неблагоприятные сезоны года, отличающиеся пессимальными условиями, снижается уровень жизненных отправлений и сокращается численность. У представителей различных видов исторически выработались различные приспособления к лучшему перенесению неблагоприятных сезонных явлений: миграции в более благоприятные условия (рыбы, птицы, млекопитающие), впадение в спячку (различные виды беспозвоночных и позвоночных животных). Того же порядка и явления анабиоза — скрытой жизни, наблюдающиеся при крайне неблагоприятных условиях жизни.

Закономерности действия факторов

Каждый фактор, как говорилось выше, отличается качественной спецификой и количественным развитием. Влияние факторов на живое характеризуется некоторыми количественными и качественными закономерностями.

Изучение этих вопросов началось со второй половины XIX в. в области земледелия, искавшего средства повышения урожая. Основоположник агрохимии Ю. Либих (1803—1873) сформулировал первые количественные закономерности действия факторов.

Закон минимума Либиха: урожай (продукция) зависит от фактора, находящегося в минимуме. Выявление этой закономерности имело огромное практическое значение: началось изучение химизма почв и применение минеральных удобрений впервые получило научную основу.

Закон возврата Либиха: урожай зависит от возврата среде жизненно необходимых факторов, использованных организмами. На основе этого закона стало возможным прогрессивное повышение плодородия почвы. К. Маркс считал открытие этого закона одной из бессмертных заслуг Ю. Либиха, а Тимирязев и Прянишников называли закон возврата величайшим приобретением науки.

Дальнейшие исследования показали, что урожай зависит не только от фактора, находящегося в минимуме, и не только от возврата использованных элементов, но от всей совокупности условий жизни растений. Были сформулированы новые количественные закономерности, в дополнение к первым.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Закон совокупного действия факторов Митчерлиха: урожай (продукция) зависит не только от фактора, находящегося в минимуме, но и от всех остальных факторов жизни.

Большой вклад в изучение закономерностей действия факторов и разработку научных основ земледелия внес В. Р. Вильямс (1863—1939) — крупный советский почвовед.

В. Р. Вильямс придал практическое значение и нашел количественное выражение рассмотренному выше экологическому спектру.

Закон минимума, максимума и оптимума факторов Вильямса: наибольший урожай осуществим при среднем, оптимальном наличии фактора, при минимальном и максимальном значении фактора урожай неосуществим. Указанный закон Вильямса подчеркнул особое значение дозировки минеральных удобрений, так как их избыток может оказаться вредным, что из закона минимума Либиха не вытекало.

Помимо перечисленных количественных закономерностей действия факторов существуют важные специфические качественные закономерности их действия. Одно из них открыл В. Р. Вильямс.

Закон незаменимости факторов Вильямса: условия жизни разнозначимы, ни один из факторов жизни не может быть заменен другим. Космические факторы жизни растений (свет, тепло) нельзя заменить земными (вода, пища), и обратно.

Важное значение для экологии имеет закономерность различия изолированного и совокупного действия факторов. Например, действие на организм отрицательных температур усиливается при наличии ветра и при высокой влажности воздуха. Наоборот, действие на организм высоких температур при наличии ветра ослабевает. Растворы чистых солей калия, натрия, кальция и магния ядовиты, а ь смеси в определенном отношении они безвредны. Это явление исследовал американский биолог Ж. Лёб (1859—1924), установивший важную закономерность, так называемый закон антагонизма ионов Лёба: вредное влияние на организм ядовитых солей устраняется при определенном численном соотношении одновалентных и двухвалентных ионов, соответствующем уравнению физиологически уравновешенного раствора:

$$\frac{Na + K}{Ca + Mg} = 8 - 6.$$

Закономерность различия изолированного и совокупного действия факторов может проявляться и в более сложных формах. Например, при наличии в организме животных разных видов паразитов-антагонистов их вредное влияние на

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

хозяина может нейтрализоваться и ослабнуть. Результаты лабораторных исследований (изолированного действия факторов на организм) и полевых наблюдений (за результатами совокупного действия факторов) по этой причине могут существенно расходиться.

Важное теоретическое и практическое значение имеет закономерность различия прямого и косвенного действия факторов. Прямое действие факторов — специфическое (мороз вызывает обмораживание, солнечная инсоляция — загар и т. п.), косвенное — неспецифическое, через среду и вызывает усиление или ослабление действия других факторов.

Некритическое отношение к вопросу о прямом и косвенном действии факторов затрудняет выявление закономерностей их качественного влияния и мешает изучению подлинного значения внутривидовой конкуренции. Например, затенение всходов под кроной дерева и недостаток под нею влаги некоторые склонны рассматривать как отрицательное влияние внутривидовой конкуренции. Однако аналогичной будет ситуация, если вместо кроны дерева имеется нависшая скала или навес, под которыми всходы растений также будут испытывать недостаток влаги и света. Во втором и третьем случаях бессмысленно говорить о какой-либо конкуренции, но аналогичен им и первый случай, где ее, очевидно, также нет.

Когда биологически изучается действие факторов на организм, то значение имеет не причина, их породившая (свет — солнца или лампы, полив растения дождем или из дождевальной установки и т. п.), а специфическое влияние на организм соответствующего фактора и ответная реакция.

Незадолго перед смертью Ч. Дарвин писал К. Земперу: «... прямое действие условий жизни на организм, или причина их изменяемости, является на будущее самым важным вопросом» (6 февраля 1881 г.). Изучение прямого действия факторов — выполнение важнейшего завета Ч. Дарвина — позволяет глубже разобраться в вопросах конкуренции, перенаселенности и других сложных явлениях.

Наконец, важное значение имеет закономерность различия непосредственного действия факторов и их последействия. Непосредственное действие часто бывает единичным и ограниченным (действие ядохимикатов на определенный вид вредителя), а последействие — всеобщим, широким и глубоким (на биоценоз, приводя к гибели полезных видов, размножению других стойких вредителей и т. п.).

Изменение наследственности под влиянием мутагенных факторов — одно из проявлений их последействия.

Факторы разнообразны, нередко наблюдается смешивание факторов и сред жизни. Делить факторы на климатические, эдафические и т. п. группы не имеет смысла, так как

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

за этими терминами скрывается среда (воздух, почва), в которой действуют температура, влажность и другие факторы.

Наиболее целесообразно делить факторы на три большие группы: абиотические, биотические и антропические. В этой последовательности началось их действие на Земле. Историческая последовательность появления факторов на планете Земля состоит в том, что абиотические условия существовали еще до появления жизни, действовали в процессе ее развития и продолжают действовать до настоящего времени; биотические факторы связаны с появлением организмов; антропические — с появлением человека (под влиянием антропогенных условий).

Абиотические факторы

Абиотическими факторами называют прямые воздействия на организм элементов неживой среды, т. е. различные физико-химические явления любого происхождения, как необходимые для жизни, так и вредные.

В экологии применяются различные классификации абиотических факторов. Как уже отмечалось, некоторые говорят о климатических, гидрологических, эдафических факторах. По существу же это не отдельные факторы, а их совокупность, действующая в воздушной, водной и почвенных средах. Другие относят к абиотическим факторам рельеф, высоту местности, глубину и т. д. Однако и это не факторы, а лишь условия их изменения, так как они не обладают прямым специфическим действием на организм, а влияют на них через изменение действия других факторов.

Мы считаем целесообразным подразделить абиотические факторы на три группы: средообразующие, физические и химические. В процессе эволюции жизни косвенные абиотические воздействия стали оказывать сами организмы, а затем и человек, причем во всевозрастающей степени, но по своей природе, воздействию и ответной реакции организмов они однопорядковы (например, действие света солнечного, затененного в лесу, искусственного и т. д.). Изменение освещения организмами и человеком нельзя относить к биотическим или антропическим факторам. Это — абиотический фактор. Деревья и человек лишь изменяют его интенсивность, они косвенно влияют на него.

Средообразующие факторы. К этой группе относятся воздух и вода, спецификой которых является то, что в одних случаях они выступают в роли обычных физических факторов (воздух, находящийся в воде или почве, является там условием жизни так же, как наличие влаги в воздухе и почве), а в других — сами являются своеобразными средами жизни. Это отличает их от всех других фак-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

торов. Почва и организм как среда жизни сюда не относятся, так как они не являются по своей природе абиотическими.

Воздух как фактор характеризуется прежде всего тем, что представляет собой смесь газов, в которую входят такие необходимые для жизни, как кислород и углекислота.

Диапазон воздушного фактора в природе — от полного или почти полного отсутствия кислорода и других газов в некоторых почвах и внутренних органах животных до нормального для атмосферы. Недостаток воздуха, в разной степени имеющий место в воде и почве, оказывает существенное влияние на жизнь в этих средах (явления «замора» и т. п.). Следовательно, отдельные среды жизни довольно существенно различаются по этому фактору.

Вода — жизненно важный фактор. «Без воды нет жизни» — говорят физиологи. Диапазон воды как фактора в природе — от полного ее отсутствия в абсолютно сухом воздухе и сухой почве (где невозможна жизнь) — до полного насыщения ее среды (водоемы). Жизнь в воздухе и почве возможна при наличии определенной влажности; возможность жизни в воде зависит от других факторов — температуры, солености, реакции среды.

Вода как фактор играет в жизни организма большую роль в различных состояниях: парообразном (влажность), жидком (туман, дождь), твердом (снег, град). Огромное значение в жизни растений и животных имеет снежный покров — одно из производных водного фактора (рис. 7).

Рис. 7. Механическое действие навала снега на деревья

Физические факторы. К ним относятся температура, ионизирующая радиация, свет, плотность и подвижность среды, субстрат, давление, магнитное поле, гравитация, невесомость.

Температура, по мнению Ж. Лёба, представляет важнейший внешний фактор. Общий диапазон температурного фак-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

тора определяется многими тысячами градусов (человек расширил его до миллионов градусов), но биокинетические температуры (при которых возможна жизнь) занимают лишь узкую зону на нижнем конце температурной шкалы (сухая плазма переносит колебания температуры от — 273 до 130°С).

Температура оказывает различное влияние на жизнедеятельность организма, определяя интенсивность обменных процессов, скорость роста и развития, возможность активной жизни, сроки спячки животных, состояние анабиоза и многое другое (рис. 8).

Рис. 8. Листья одуванчика, выросшие при различной температуре: *1* — одуванчик с выемчатыми листьями, выросший в холодном помещении, стал образовывать почти цельнокрайние листья после перенесения в теплое помещение; *2* — почти цельнокрайние листья в теплом помещении, глубоковыемчатые — в холодном

Мощным физическим фактором является ионизирующая радиация. Изучением действия на организм проникающих излучений — рентгеновских лучей, альфа-частиц, бета-частиц, нейтронов — занимается радиоэкология.

Свет — видимая часть спектра лучистой энергии, характеризуется длиной волны от 0,4 (фиолетовые лучи) до 0,8 мк (красные лучи). Свет обусловливает возможность фотосинтеза (при наличии необходимой температуры и уг-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

лекислоты), суточный ритм жизни организмов, разделение животных по активности на дневных и ночных и многие другие явления (рис. 9, 10).

Рис. 9. Фасоль, выросшая при достаточном освещении (справа) и при недостаточном — этиолированная (слева)

Рис. 10. Просо, не прошедшее световой стадии (*1*) и прошедшее ее (*2*)

Плотность среды определяет специфику действия в ней отдельных факторов, скорость передвижения организмов и наличия у них соответствующих приспособлений.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Субстрат, опора — необходимое условие жизни организмов в среде небольшой плотности. Опорой является сама среда, даже такая, как воздух и вода. Лучшим субстратом является почва, дно водоемов и растения, на которых обитают многие животные.

Подвижность сред — воздуха (ветер), воды (течение), организмов (для паразитов) — часто является необходимым условием развития различных организмов (анемофильные растения, реофильные рыбы, паразиты со сменой хозяев).

Давление — специфический фактор, имеющий максимальное развитие в водной среде (каждые 10 м глубины соответствуют увеличению давления на 1 атмосферу).

Влияние на организмы магнитного поля, гравитации и невесомости стало изучаться сравнительно недавно.

Химические факторы. Таковыми являются находящиеся в среде газы и соли, а также зависящая от них реакция среды (pH) — щелочная, нейтральная или кислая.

Действие абиотических факторов состоит в том, что условия жизни включаются в обмен, а факторы воздействия нарушают обмен. Защитная реакция организма на неблагоприятные абиотические воздействия состоит в стимуляции (усиление обмена) или торможении.

Практика применения стимуляторов, гербицидов, инсектицидов и подобных им веществ позволяет видеть избирательность их действия на живое, видовую специфику. При этом физиолог изучает изменение обмена, т. е. ход процесса, а эколог — его результат (изменение численности популяций, биоценоза).

Итак, в природе абиотические факторы действуют в комплексе — констелляции.

Биотические факторы

Биотическими факторами называются воздействия на организм живой среды, иными словами — все влияния, которые испытывает организм со стороны окружающих его других организмов — бактерий, растений и животных. Следует подчеркнуть, что биотическими факторами являются не измененные организмами абиотические условия среды (например, свет, сила ветра или влажность в лесу) и не сами организмы, а именно взаимоотношения между ними, прямые воздействия одних организмов на другие.

Сложность дальнейшей классификации биотических факторов заключается в исключительном разнообразии взаимоотношений микроорганизмов, растений и животных в природе. Можно различить взаимоотношения организмов индивидуальные и групповые, хотя между ними трудно про-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

вести резкую грань (индивидуальные отношения рака-отшельника с актинией нарушаются тем, что часто рак таскает на себе несколько актиний; в аспекте биоценоза взаимоотношения популяции раков с популяцией актиний приобретают несомненно групповой характер). Давно занимает биологов вопрос о сходстве и различии внутривидовых и межвидовых отношений организмов.

В понятие «борьба за существование» Ч. Дарвин, как известно, вкладывал широкий и метафорический смысл, включая сюда внутривидовые и межвидовые отношения организмов, а также их зависимость от абиотических условий. Ч. Дарвин не подчеркивал разницы между внутривидовыми и межвидовыми отношениями организмов, полагая что те и другие складываются на основе существующей в природе геометрической прогрессии размножения, из которой якобы должны вытекать пищевая конкуренция и борьба за существование, оказывающаяся особенно острой между особями одного вида, обладающими сходными потребностями.

В биоценозе у совместно обитающих животных, растений и микроорганизмов наблюдаются разнообразнейшие взаимоотношения на почве совместного обитания, питания и размножения. В связи с этим биотические факторы можно разделить на три группы: 1) топические — взаимоотношения организмов на почве их совместного обитания, 2) трофические — взаимоотношения на почве питания и 3) генеративные — взаимоотношения на почве размножения.

Топические отношения. В результате совместного обитания организмов между ними могут иметь место довольно различные взаимоотношения. Перечислим несколько конкретных примеров.

Механическое влияние в силу слишком тесного соседства организмов: «охлестывание» кроны одного дерева ветвями другого; боковое сдавливание тела у сидячих животных — балянуса, устрицы и т. д.

Использование организмов в качестве субстрата: обвивание лиан вокруг дерева, хмеля — вокруг черемухи или ивы; эпифиты лишайники, мхи, папоротники, орхидеи — на высших растениях, животные, отдыхающие или обитающие на высших растениях, устраивающие на них или в дуплах гнезда и т. п.

Вытаптывание и механическое повреждение растений животными: прокладывание троп животными в лесах, на лугах и т. п., повреждение и ломка растительности крупными зверями — медведем и др.; вытаптывание растительности на пастбищах и т. д.

Антагонизм микроорганизмов, при котором один вид тем или иным способом угнетает или полностью подавляет развитие других видов. Одной из форм проявления антагонизма

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

является образование антибиотических веществ: пенициллина, стрептомицина и др. Например, все актиномицеты обладают антагонистическими свойствами, проявляющимися при различных условиях их культивирования.

Выделение растениями летучих веществ — фитонцидов, обладающих антибиотическими свойствами; их корневые выделения и т. п., оказывающие влияние на разные организмы.

Изменение среды обитания в результате жизнедеятельности организмов: зарастание озера, превращение его в болото и т. п.

Топические отношения могут быть как межвидовыми, так и внутривидовыми. Изучение их различия и специфики представляет большой интерес.

Трофические отношения. Весьма многообразны пищевые взаимоотношения организмов. На почве питания между особями разных видов микроорганизмов, растений и животных имеют место следующие четыре основных типа взаимоотношений: борьба, паразитизм, конкуренция и симбиоз.

Борьба, или хищничество — особи одного вида живут за счет особей другого вида, приводя их к гибели. Сюда относятся различные виды хищничества со стороны животных и растений (насекомоядные формы), поедание травоядными животными растений и т. п. Система «хищник-жертва» заслуживает всестороннего экологического изучения на разных уровнях эволюционного развития ее членов.

Паразитизм — организмы одного вида длительное время живут за счет организмов другого вида, не вызывая их немедленной смерти. На растениях паразитируют грибы — головневые, ржавчина и др., повилика, заразиха и т. п., на животных — гриб сапролегния, различные простейшие, черви, ракообразные, насекомые и т. п. Система «паразит-хозяин» также изучена еще далеко недостаточно.

Конкуренция — особи разных видов питаются сходной пищей, что приводит к ее недостатку и ослаблению развития организмов. Однако сходство питания еще не свидетельствует о наличии конкуренции, так как часто пища находится в избытке и организмы по существу из-за нее не конкурируют (травоядные на пастбище, планктоноядные и бентосоядные рыбы и т. п.). Признак конкуренции — ослабление развития, задержка роста, карликовость размеров (причем требуется доказательство, что последнее не является результатом ухудшения абиотических условий жизни). Имеет место антагонизм сорных и культурных растений на почве пищевой конкуренции и отсюда вытекает необходимость борьбы с сорняками.

Взаимопомощь, или симбиоз — обоюдная польза на почве питания. Это — обширная группа различных взаимоотноше-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ний, наблюдаемых среди животных (рак-отшельник и актиния; муравьи и тли и др.), среди растений (высших растений с грибами — микориза; высших растений с клубеньковыми бактериями, между водорослями и грибами — лишайники); между животными и растениями (губка и гидра — с водорослями; мирмекофильные растения — с муравьями и т. п.).

На почве пищевых взаимоотношений у организмов вырабатываются различные и тонкие приспособления к нахождению пищи (зрение и обоняние животных), к ее схватыванию (подвижность, зубы, когти и пр.), к защите от врагов (покровительственная окраска, вооружение, инстинкт самосохранения и многое другое).

При этом можно видеть, что даже случаи поедания животными ягод и плодов оказываются в конечном счете взаимнополезными, так как растения благодаря этому расселяются. Но при этом обнаруживается принципиальная разница между интересами особи и вида. У животного, питающегося семенами, интересы особи и вида совпадают, а у растения они противоречивы — особь может понести вред, но вид выигрывает. В результате этого в природе наблюдаются сложные взаимные приспособления организмов, пригнанность органических форм друг к другу.

Трофические отношения являются в основном межвидовыми, так как особи одного вида живут, питаются, как правило, за счет особей других видов. Лишь зеленые растения — автотрофы — существуют благодаря фотосинтезу, т. е. непосредственно используют абиотические условия. Некоторые растения питаются гетеротрофно — сапрофитно, паразитически, наконец, хищнически, при этом всегда прямые пищевые связи у растений являются межвидовыми. То же наблюдается в основном и у животных, исключение составляют случаи внутривидового хищничества (каннибализм щуки, окуня и т. п.) и внутривидового паразитизма (мелкие самцы глубоководной рыбы-удильщика паразитируют на крупных самках). На этих примерах можно видеть, как интересы особи расходятся с интересами вида, но последние берут верх в процессе естественного отбора.

Различные типы биотических отношений нередко связаны между собой, одни отношения переходят в другие.

Растения, как и сидячие животные, чаще испытывают недостаток пищи вследствие перенаселенности и внутривидовой конкуренции, которая ведет к их ослаблению, задержке роста и развития. Подвижные животные имеют возможность избежать отрицательное влияние перенаселенности путем активной миграции, рассредоточения и т. п.

Генеративные отношения. Весьма разнообразными оказываются также взаимоотношения организмов, складывающиеся на основе размножения. Размножение — важ-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

нейший биологический процесс, обеспечивающий воспроизведение вида в новых поколениях. Осуществление размножения обеспечивается многочисленными взаимоприспособлениями организмов, начиная от яркой окраски и запаха цветов, кончая сложнейшими инстинктами животных.

Происхождение разнообразных приспособлений, связанных с размножением и обеспечением перекрестного оплодотворения, понятно в свете открытого Ч. Дарвином закона биологической полезности перекрестного оплодотворения: перекрестное оплодотворение повышает жизненность организма, самооплодотворение — понижает ее. Указанный закон объясняет возникновение у организмов мужского и женского пола и всех связанных с ним явлений.

Разнообразие отношений на почве размножения может быть сведено в две большие группы: а) обеспечивающие перекрестное оплодотворение и б) обеспечивающие лучшее выживание потомства.

Перекрестное оплодотворение (точнее — «осеменение») в силу своей биологической полезности достигается у растений и животных самыми различными средствами. Как известно, среди высших растений имеются ветроопыляемые и животноопыляемые виды. Ветроопыляемые (анемофильные) растения имеют простой цветок и производят массу пыльцы, которая буквально пускается на ветер.

Животноопыляемые растения привлекают животных выделением нектара, сигналом же наличия его служат яркая окраска цветов и их запах (последний имеет особое значение для привлечения ночных животных). Характерна весьма тесная связь энтомофильных растений с определенными видами насекомых, например, шмеля и клевера и т. п. Эти взаимоприспособления говорят о том, что некоторые виды животных стали необходимым условием развития определенных растений. У животных же развились приспособления к отысканию цветов, доставанию нектара и т. п., так как для них эти растения являются важным условием существования.

У животных перекрестное оплодотворение обеспечивается приспособлениями, направленными на осуществление спаривания, что вызвало развитие соответствующих сложных инстинктов. Ч. Дарвин характеризовал эту область важнейших биологических явлений как половой отбор. Сюда относится борьба между самцами различных животных за обладание самкой: бой тетеревов, оленей и т. д.; предпочтение, оказываемое самками более привлекательным для них самцам и т. д.

Большой интерес представляет анализ приспособлений, обеспечивающих лучшее выживание потомства.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Здесь должна быть прежде всего названа обширная область явлений, известных как «забота о потомстве». Неправильно ограничивать последнюю лишь такими сложными инстинктами животных, как охрана и выкармливание детенышей. Явления своеобразной «заботы о потомстве» начинаются со снабжения яйца питательным желтком, а семени растений — эндоспермом. Следовательно, забота о потомстве, понимаемая в широком биологическом смысле, в результате естественного отбора возникла не только в мире животных, но и среди растений. Однако у последних она осталась в своей зачаточной форме (пищевой материал у зародыша), у животных же прогрессивно эволюционировала дальше (защита потомства, выкармливание потомства, обучение потомства и т. п.). Высшие формы заботы о потомстве наблюдаются среди так называемых общественных насекомых (муравьев, термитов и других) и позвоночных животных.

У многих птиц в период размножения имеется определенная «гнездовая территория», размеры которой определяются запасами корма, необходимого для выкармливания птенцов. Родители охраняют также само гнездо, гнездовье, дупло, если ограничены пригодные для размножения участки. При этом активная защита места размножения может носить как межвидовой (между воробьями и скворцами за обладание скворечником), так и внутривидовой характер (у дятлов — за обладание гнездовой территорией).

Среди растений и животных имеются приспособления к расселению потомства, устраняющие (или уменьшающие) возможную перенаселенность.

Семена многих растений обладают летучками (одуванчик, липа и т. п.), а личинки сидячих животных являются свободноплавающими. И то и другое содействует расселению соответствующих видов. Однако нередко организмы используют для этого представителей других видов. Здесь следует прежде всего отметить снабжение семян и плодов у ряда растений различными зацепками и крючками, с помощью которых они прекрепляются к покровам животных. Тем самым рых они прикрепляются к покровам животных. Тем самым Воздействие растений по этой линии на животных может приносить последним и вред (загрязнение, порча меха).

Более высоким уровнем приспособления растений к использованию животных для своего расселения следует признать образование мясистых плодов, ягод и орехов, которые привлекают различных поедателей, незаметно для себя содействующих расселению растений. Отсюда видно, что взаимоотношения на почве размножения (растений) и питания (животных) иногда близко соприкасаются.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Внутривидовые отношения на почве размножения (спаривание, половой отбор, забота о потомстве и др.) среди животных значительно богаче и разнообразнее, чем у растений. В этом заключается одна из причин того, что некоторые ботаники недооценивают специфику внутривидовых отношений.

Таким образом, биотические отношения, факторы нередко являются необходимыми условиями жизни тех или иных видов животных и растений. Для травоядных животных их кормовые растения служат необходимым условием существования, так же, как для хищников — их жертвы и т. п., но для многих растений животные (опылители, переносчики семян) являются необходимым условием их развития.

Генеративные отношения являются, как правило, внутривидовыми, однако в природе имеют место случаи гибридизации, т. е. межвидовых отношений на почве размножения. Они известны как среди растений, так и животных. Особь гибрида представляет собой межвидовое явление. Иногда она бесплодна — при физиологической несовместимости скрещивающихся родительских видов, иногда плодовита. Однако в результате преобладающих возвратных скрещиваний с одной из родительских форм гибриды, как правило, в популяции долго не существуют.

Антропические факторы

Антропическими факторами называют воздействия на организмы общественной среды, т. е. влияния человека и его производственной деятельности. Иногда воздействия человека на окружающую среду называют антропогенными, что ошибочно. Климатогенными факторами называют те, которые формируют климат, а климатическими — воздействия климата на природу. Аналогично применение терминов: биогенные и биотические, эдафогенные и эдафические и т. д. Никто не назовет мутагенные, канцерогенные, тератогенные и т. п. факторы влияниями мутаций, рака и уродств на что-то. Следовательно, надо различать факторы антропогенные — вызывающие появление человека, и антропические — влияние человека на природу.

Проблема взаимоотношений природы и общества значительно шире рассматриваемого вопроса об антропических факторах. Человек, общество оказывают на природу многосторонние и глубочайшие воздействия. Человек живет за счет ресурсов природы, потребляя их в естественном виде (воздух, воду, частично пищу) или перерабатывая в процессе своей трудовой деятельности. Человек в огромных количествах добывает и использует различные виды полезных ископаемых, строит плотины и каналы, создает водохрани-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

лища, пашет землю и т. д., производя работу геологического значения, меняющую облик Земли и условия жизни на ней.

Однако все это не имеет прямого отношения к понятию антропических факторов в экологическом смысле как прямых воздействий человека на организмы, обладающих специфическим характером. Среди собственно антропических факторов можно выделить четыре вида воздействий на живое: 1) использование и истребление; 2) возделывание и приручение; 3) интродукцию и акклиматизацию; 4) селекцию новых форм организмов.

Использование и истребление организмов. Это низшая форма воздействий человека на живую природу, когда он по существу уподобляется своим животным предкам, но по силе своего воздействия значительно их превосходит. В основе этого влияния лежат первобытное собирательство, охота и рыболовство, давшие человеку средства для существования.

В результате хищнического отношения к растительным и животным ресурсам за историю человечества полностью истреблены многие десятки видов полезных животных и растений, многие виды находятся в настоящее время на грани истребления (китообразные, львы, жирафы и т. д.).

Данный антропический фактор продолжает существовать в настоящее время в форме рыбного и охотничьего промысла, заготовок в дикой природе ягод, орехов, грибов, лекарственных растений и разного вида технического сырья, в форме сенокошения, заготовок леса и т. п.

Организмы представляют собой своеобразный самовоспроизводящийся ресурс природы. Если его эксплуатация не будет превышать размера годового прироста (продукции), то ресурс может быть практически неисчерпаемым. Если же эксплуатация ведется без научной основы и добыча превышает продукцию, то очень скоро наступает истощение ресурса, а затем и полное его истребление. Вот почему охрана растительных и животных ресурсов и разработка рациональных основ их эксплуатации приобретают теперь важнейшее значение.

Возделывание растений и приручение животных. С конца палеолита человек перешел к новой форме прямого воздействия на организмы — их разведению около себя, т. е. в культурных условиях, что давало ряд преимуществ по сравнению с собирательством. Как пишет Ф. Энгельс, «за самкой дикого буйвола нужно было охотиться, прирученная же она ежегодно приносила теленка и, кроме того, давала молоко. У некоторых наиболее передовых племен ..., главной отраслью труда сделалось сначала приручение и лишь потом разведение скота и уход за ним» (Энгельс Ф. Происхождение семьи, 1948, с. 180).

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Следовательно, уже в глубокой древности совершился постепенный переход от охоты к приручению животных и их одомашнению, а от простого собирания пищевых растений — к их возделыванию. С веками постепенно расширялся перечень видов животных и растений, вводимых в культуру.

Переход к возделыванию растений и приручению животных знаменовал начало нового этапа в истории человечества и природы. Человек становился более мощным, чем прежде, фактором изменения живой природы, он делался преобразователем органических форм, творцом новых животных и растений (хотя не ставил перед собой этой задачи), наделенных полезными ему свойствами. «При помощи разных искусственных приемов разведения и выращивания растения и животные так изменяются под рукой человека, что становится неузнаваемыми» — пишет Ф. Энгельс (Энгельс Ф. Диалектика природы, 1946, с. 141).

Введение организмов в культуру — прогрессивная форма использования природных ресурсов. Пока еще культивируется только ничтожно малая часть видов растений и животных, существующих в природе. По мере усиления охраны природы все большее количество видов растений и животных будет выращиваться в искусственных условиях, где они способны давать больше ценной продукции.

Интродукция животных и растений в новые страны. С глубокой древности, меняя свои местообитания и перенося с собой в новые условия возделываемые растения и домашних животных, человек стал не только существенно переделывать их географию, но и еще более изменять внешний облик и свойства. Наряду с действием факторов, содействовавших окультуриванию данных видов, начало сказываться влияние различных географических условий.

Работы по интродукции необычайно расширились в период великих географических открытий и освоения новых материков. Например, только в Новую Зеландию европейские колонизаторы завезли 600 видов иноземных растений и более 40 видов животных.

Интродукция — процесс введения (переноса, переселения) вида в новые условия. Она может осуществляться человеком случайно или сознательно, преднамеренно. Случайно с человеком расселились по всему свету его паразиты и многие другие вредители, сознательно он переселяет полезные ему виды.

Часто интродукция не дает результата, если новые условия жизни слишком отличаются от требуемых переселенцем. Приживание особей вида в новых условиях, нормальное развитие и размножение служат признаками акклиматизации. Акклиматизация представляет собой биологический положительный результат интродукции.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Когда акклиматизант в новом местообитании численно размножится, создаст популяцию, которую можно эксплуатировать (подобно популяциям аборигенов), тогда наступает натурализация. Следовательно, натурализация представляет собой высшую ступень акклиматизации, характеризующуюся получением хозяйственного эффекта, ради которого проводилась интродукция.

Работы по интродукции и акклиматизации осуществляются с сотнями видов растений и животных. Роль этих работ в условиях происходящего преобразования природы непрерывно возрастает.

Селекция новых форм организмов. Селекция представляет высшую форму прямых воздействий человека на живые существа с целью создания новых организмов в интересах общества. Четыре рассмотренных формы антропических факторов характеризуются нарастанием преобразующих воздействий человека на природу животных и растений. Селекция представляет собой кульминацию в этом ряду.

Первоначально человек выступал в роли стихийной силы природы, производя в течение тысячелетий бессознательный отбор лучших животных и растений из числа вводимых им в культуру, в результате чего создал сотни новых полезных органических форм, отсутствующих в природе. Постепенно, с развитием скотоводства и земледелия, человек все больше осознавал созидающую роль искусственного отбора и применял его все более целенаправленно.

Народы древних цивилизаций уже в высокой степени владели искусством отбора (у древних римлян существовал, например, сорт винограда без косточек, которого нет в природе), но только в 1859 г. Ч. Дарвин сформулировал теорию искусственного отбора.

Селекция использует свойство изменчивости, присущее всем организмам, опирается на творческую роль искусственного отбора, широко применяет близкую и отдаленную гибридизацию.

Селекционеры пользуются различными приемами усиления изменчивости, расшатывания наследственности и целенаправленного формирования у новой формы нужных свойств и признаков. Существуют разные школы селекционеров. Используя в селекции широкую экологическую основу И. В. Мичурин создал свыше 300 сортов плодовых культур. В его работе привлекает умение через изменение условий жизни достигать получения нужных уклонений и затем формировать молодые организмы путем воспитания. И. В. Мичурин разработал системы мер преодоления нескрещиваемости далеких форм и мер преодоления беспло-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

дия гибридов, что значительно расширило возможности селекции.

Все рассмотренные формы прямых воздействий человека на организмы (истребление, разведение, интродукция, селекция), исторически возникавшие последовательно одна за другой, теперь действуют одновременно. Помимо этого человек влияет на среду жизни организмов (улучшая или ухудшая ее) и оказывает разнообразные косвенные влияния на животных и растения через изменение действия биотических и абиотических факторов. Все эти вопросы сближают экологию и охрану природы.

Охрана природы и разработка научных основ рационального природопользования, имеющие целью предотвращение отрицательных воздействий человечества на биосферу, становятся важнейшей проблемой современности.

Глава 4

УЧЕНИЕ О ПОПУЛЯЦИИ И ВНУТРИВИДОВЫХ ОТНОШЕНИЯХ

Среди биологических явлений, характеризующих распределение живых существ в природе, могут быть выделены четыре качественно обособленных объективно-реальных категории: индивид, популяция, вид и биоценоз. Между собой они тесно связаны, но именно индивид является далее неразложимой единицей организации живого. Сочетание этих единиц образует популяции, виды и биоценозы. Вид слагается из большего или меньшего количества популяций, соответствующих конкретным местообитаниям.

Чтобы разобраться в вопросе относительно особенностей взаимоотношений организма и среды при разной плотности популяции следует идти от простого к сложному: от индивида к популяции и от популяции к биоценозу.

Индивид и популяция

В начале знакомства с организмом исследователь должен прежде всего точно определить его видовую принадлежность. Однако оказывается, что этот вопрос не всегда разрешается просто: разные систематики могут отнести один и тот же индивид к различным видам и т. п. Далее оказывается, что индивид не всегда представляет собой внутривидовое явление, но может быть межвидовым (гибридом).

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Наконец, индивид у одиночных и колониальных организмов — качественно различные явления. У губок понятие индивида в некотором роде переходит с особи на всю колонию, хотя по существу последняя является скорее популяцией. Ф. Энгельс подчеркивает: «У низших животных невозможно строго установить понятие индивида; не только в том смысле, является ли данное животное индивидом или колонией, но и по вопросу о том, где в процессе развития прекращается один индивид и начинается другой («кормилки»)» (Энгельс Ф. Диалектика природы, 1946, с. 169). При почковании и делении беспозвоночных понятие индивида также весьма относительно.

Тем не менее в подавляющем большинстве случаев не представляет затруднений выявление индивида и возможно исследование особенностей его взаимоотношений при разной плотности популяции.

Природа не знает двойников и потому нет двух вполне тождественных индивидов. При половом размножении изменчивость особей в популяции значительно шире, чем при бесполом размножении.

Надлежит установить, какими же экологическими отличиями характеризуется взаимоотношение организма и среды, если организм рассматривать изолированно (в положении одиночной особи), вместе с другими особями своего вида (в популяции) или вместе с особями других видов (в биоценозе).

Мы уже отмечали, что изолированное и совокупное действие факторов на организм может резко отличаться. Это нужно постоянно иметь в виду физиологу (изучающему преимущественно изолированное действие факторов на организм) и экологу (исследующему главным образом совокупное действие факторов), иначе они не поймут друг друга. Но не менее отлично также «изолированное» и «совокупное» существование и воздействие организмов на среду.

В природе индивиды обитают по-разному — редко или часто, от одиночных особей до плотных скоплений, образуемых временно или постоянно (колонии). Одиночные особи древесной поросли легче подвергаются неблагоприятным механическим воздействиям со стороны абиотических факторов или животных, чем организмы в густой популяции. Редкость — часто признак истребления или вымирания, высокая плотность свидетельствует о процветании. При определенной численности организмов улучшаются условия их питания, роста, размножения, защиты от врагов и т. п. Поэтому подвижные организмы нередко активно образуют соответствующие скопления.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Биологический вид

Каждый вид существует в природе в форме своих разновидностей, а последние слагаются из популяций, свойственных отдельным биотопам, стациям. Популяция состоит из большего или меньшего числа особей одного вида, способных свободно размножаться. Вследствие существования в несходных условиях популяции вида несколько различаются между собой как по наследственности, так и пластичности.

Существующие в природе популяции испытывают на себе влияние разнообразных условий — абиотических и биотических. Возможности существования индивида более узки, чем популяции или вида, состоящих из значительного количества различающихся между собой особей. Индивид обладает избирательным потреблением элементов среды, в соответствии со своей наследственностью и способностью к адекватной изменчивости в пределах приспособительных возможностей. Если действующие факторы среды выходят за пределы этих возможностей, то индивид погибает, хотя его сородичи могут продолжать существовать в меру своих индивидуальных особенностей.

В науке различают систематический и биологический вид. Систематический вид — определение, принятое в систематике, которым пользуются в целях классификации организмов. Например, Л. С. Берг (1948) дает следующее определение: «Видом (species), или линнеевским видом (линнеон), называется совокупность особей, занимающих определенную географическую область и обладающих рядом определенных признаков, передаваемых по наследству и всегда отличающих данный вид от близких видов. В потомстве вида невозможно появление таких особей, которые оказались бы тождественны с особями других видов. Все особи, принадлежащие к данному виду, могут скрещиваться и давать плодовитое потомство» (с. 12).

Понятие и формулировка систематического вида являются техническими, облегчающими работу систематика. В этом определении подчеркнуты признаки, позволяющие выявлять и описывать виды по наличию сходства особей данного вида, их отличию от других видов, наличию ареала, нормальному воспроизведению. В то же время в этом определении не отражены важные биологические стороны вида — отношение вида и внутривидовых категорий, адаптивность свойств вида, характер его изменений и т. п. Понятием систематического вида может пользоваться систематик, стоящий на любых биологических позициях. Приведенное определение вида, данное Л. С. Бергом, одинаково приемлемо для сторонника постоянства вида и эволюциониста.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Понятие биологического вида устраняет отмеченные недостатки и фиксирует внимание не на внешних признаках, а на самой его сущности. Понятие биологического вида развивается в связи с развитием биологии. Представления о биологическом виде резко изменялись при переходе от гипотезы постоянства видов К. Линнея («реальность и неизменность») к эволюционной точке зрения Ж.-Б. Ламарка и Ч. Дарвина («нереальность и изменяемость»), а также от последней к современным диалектико-материалистическим представлениям в этой области («реальность и изменяемость»).

Биологический вид представляет собой необычайно сложное явление. Известно свыше 1,5 млн. ныне существующих видов микроорганизмов, растений и животных, а также большое количество вымерших видов. Каждый вид отличается от других рядом признаков, входящих в понятие систематического вида, в то же время все многообразие живущих и ископаемых видов имеет нечто общее, объединяемое понятием биологического вида. Проблема вида и видообразования — одна из центральных проблем современной биологии, имеющих принципиальное теоретическое и большое практическое значение. Раньше соотношение вида и разновидности представлялось таким, как его определил более 100 лет назад Ч. Дарвин: вид есть резко выраженная разновидность, разновидность — зачинающийся вид. Согласно этой точке зрения появление внутри вида каких-либо форм (разновидностей) означает начало распада вида. Этот взгляд представляет логическое следствие ошибочной исходной мысли о вреде плодовитости и высокой численности популяции для вида.

Практика работы биологов и изучение видов в природе не подтверждает этого положения. Признание вида качественно своеобразным и объективно-реальным явлением природы связано с представлением о его биологической целостности. Вид не является совокупностью враждующих между собой особей, а представляет биологически целостную группировку — видовую популяцию, состоящую из ряда элементарных популяций, расчлененных территориально, отличающихся некоторыми морфологическими признаками, но биологически единую (физиологическая совместимость — возможность перекрестного оплодотворения).

Биологический вид характеризуется определенной структурой — тем, что он состоит из так называемых разновидностей (внутривидовых форм разного ранга). Целесообразно различать среди внутривидовых форм географические (подвиды и племена) и негеографические, или биотопические (расы и морфы). Концепция политопического вида, признающая закономерное наличие внутривидовых форм,

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

наиболее отвечает современным биологическим представлениям и плодотворна практически. Знание внутривидовых форм необходимо для обеспечения рациональной эксплуатации их запасов в охотничьем и рыбном хозяйстве.

Как вид в целом, так и внутривидовые формы могут состоять из одной или многих популяций.

Внутривидовые отношения

Признавая биологический вид реальным, а популяцию вида первой биологической надорганизменной категорией, мы должны правильно и всесторонне оценить внутривидовые отношения организмов, направленные на сохранение вида, на увеличение его численности.

Внутривидовые отношения всегда направлены на пользу популяции своего вида и никогда не направлены на пользу популяции чужого или во вред своему виду. Некоторые приспособления гибельны для особей, но полезны виду. Поэтому внутривидовые отношения, хотя и противоречивы, но не бывают антагонистическими, так как противоречия всегда разрешаются на пользу вида. Межвидовые отношения, напротив, в большинстве случаев являются антагонистическими, хотя могут иметь и характер взаимопомощи.

Внутривидовые отношения весьма разнообразны. Как указывалось выше, они могут быть трех типов: топические, трофические и генеративные. Наиболее характерны для внутривидовых отношений генеративные.

Внутривидовые отношения организмов, направленные на обеспечение размножения особей, связаны с выработкой различных приспособлений, имеющих своим назначением наиболее успешное выполнение этой жизненно важной функции. Колонии, наблюдаемые, например, у губок и полипов, представляют собой совершенно своеобразные внутривидовые явления. В зависимости от характера дифференцировки членов колонии различают мономорфные (с одинаковыми особями — губки, красный коралл) и полиморфные колонии (с разделением труда между особями — гидроидный полип). Своеобразие колоний как биологического явления заключается в стирании граней между индивидами.

Правильное чередование поколений, или метагенез, характеризуется сменой бесполого размножения половым. В этом случае два поколения одного вида морфологически отличаются необычайно резко (медуза и полип), живут в разных биотопах и обладают разными требованиями к условиям жизни. Этот факт говорит за то, что в качестве видового критерия возможность размножения имеет более важное значение, чем простое сходство признаков. Поэтому для внутривидовых

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

отношений в первую очередь характерны генеративные, обеспечивающие нормальное размножение.

Изменение морфологических признаков может происходить, как уже отмечалось, на одном индивидууме при его развитии частью в воде и частью в воздухе (разнолистие) или у разных особей в зависимости от условий их произрастания. Иногда признаки разных форм, неправильно считаемых различными видами, сочетаются в одном экземпляре. Все это нужно учитывать при изучении внутривидовых отношений.

Разнообразные взаимоотношения возникают между организмами на почве полового размножения, при котором следует различать партеногенез (девственное размножение женских особей без оплодотворения), гамогенез (размножение с оплодотворением) и гетерогонию (смену партогенеза гамогенезом).

С точки зрения своеобразия внутривидовых отношений явления партеногенеза и гетерогонии интересны тем, что здесь популяция длительное время (несколько месяцев в году) может быть представлена особями одного пола (самками). В такой популяции взаимоотношения полов будут сведены к минимуму.

При различных формах полового размножения всегда можно заметить общую тенденцию, заключающуюся в том, что имеются приспособления к возможному укорочению жизненного цикла (педогенез, неотения) и повышению плодовитости особей (гермафродитизм). При улучшении условий жизни организм обычно начинает быстро расти, раньше созревает и становится плодовитее. Все это говорит о том, что виды, как правило, не страдают от перенаселенности и поэтому имеют разнообразные приспособления, направленные не к ограничению численности потомства, а наоборот, к всемерному — насколько позволяет производительность организма — ее увеличению. Биологический смысл партеногенеза, педогенеза, неотении и некоторых других специальных форм размножения (без оплодотворения, в «детском» возрасте и т. п.) состоит именно в необходимости ускорения роста численности популяции ввиду частой «недонаселенности» природы.

На почве полового размножения у животных возникает ряд особых взаимоотношений, проявляющихся в создании временных или постоянных семейных группировок. Сюда относится образование: 1) постоянных или временных (на период размножения) «гнезд» из двух или нескольких производителей (рыба колюшка, скворцы, лебеди и т. д.); 2) различных «стад» — стай саранчовых и птиц, косяков рыб, стай млекопитающих и т. п., которые возникают на период миграции или размножения; 3) постоянных

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

полиморфных «общин» — у шмелей, ос, пчел, муравьев и термитов.

Все эти явления, а также и сложные инстинкты, связанные с так называемой заботой о потомстве, направлены к одному — обеспечению возможно большей выживаемости особей своего вида, так как, очевидно, в природе существует много ограничивающих факторов, помимо пищи, которые непрерывно сокращают население вида. И если бы у видов не было разнообразных приспособлений к возможно большему продуцированию яиц и лучшему выживанию потомства, то существование и эволюция видов стали бы невозможны.

В связи с появлением раздельнополости у мужских и женских особей растений и животных развиваются взаимоприспособленные друг к другу половые органы, составляющие первичные половые признаки организма. Отличия полов у растений и низших животных не идут, по-видимому, дальше этих первичнополовых признаков.

У высших беспозвоночных и позвоночных животных в связи с более активной (физиологически) деятельностью половых органов и появлением сложной нервной системы развиваются вторичные половые признаки. Наличие последних обусловливает явление так называемого полового диморфизма (у некоторых — полиморфизма).

Вторичнополовые признаки обеспечивают лучшее размножение особей вида и потому имеют тенденцию к закреплению и усилению у потомства. Особая форма внутривидовых отношений, связанная с образованием вторичнополовых признаков у животных, была названа Ч. Дарвином половым отбором. Как известно, половой отбор характеризуется тем, что побежденный самец, как правило, не лишается жизни, но лишь ограничивается в своей половой функции. Следовательно, и в том случае, когда внутривидовые отношения животных приводят к конкуренции или прямой борьбе самцов из-за самок, взаимного истребления все же не происходит. Погибают лишь явно нежизнеспособные особи, существование которых не идет на пользу вида.

Отсутствие вторичнополовых признаков и связанного с ними полового отбора у растений и низших беспозвоночных показывает наличие существенных различий между внутривидовыми отношениями в отдельных группах организмов. В то же время действие полового отбора усиливается с повышением организации животных в пределах отдельных групп, например, у позвоночных — от рыб к млекопитающим.

Интересную и специфическую область внутривидовых отношений на почве размножения представляет собой широко распространенная в природе забота о потомстве. Она проявляется в различных формах — от весьма пассивных (наличие запаса питательных веществ в яйце животных

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

и семени растений) до таких активных, как выкармливание потомства, защита детенышей от врагов, «самопожертвование» родителей и т. п. В то же время форма размножения и инстинкт охраны потомства являются приспособлением к определенным условиям существования и могут изменяться адекватно последним.

Много специфичного таят в себе и внутривидовые отношения, возникающие на почве питания, например, явление каннибализма и другие, которые уже упоминались выше. В современной зоологической литературе они трактуются как видовые приспособления к специфическим условиям существования, характеризующимся недостатком пищи. В таких случаях внутривидовые хищничество и паразитизм оказываются полезными виду, так как в случае их отсутствия определенные местообитания остались бы для данного вида непригодными для жизни.

Специфика внутривидовых отношений на почве питания у животных может быть проиллюстрирована на следующем наглядном примере.

По исследованиям Ф. Ф. Пяткова на озере Иссык-Куль во второй половине зимы наиболее выносливые (крепкие, упитанные) особи красноносого нырка добывают пищу (хару) с глубины 5—6 м. Слабые птицы (больные, пораженные глистами и пр.), не способные нырять на такую глубину, живут за счет своих более сильных сородичей. Птица, способная принести пищу с большой глубины, ныряет за ней, всплывая затем на поверхность воды с пучком хары в клюве. К ныряльщику тотчас бросаются 3—5 ослабленных особей, которые моментально растаскивают добытую пищу, причем добытчику остаются лишь обрывки водорослей, находящиеся непосредственно в клюве.

По поводу описанных внутривидовых взаимоотношений, наблюдающихся у красноносого нырка в наиболее тяжелый период года, следует сказать, что они не могут быть отнесены ни к борьбе, ни к взаимопомощи. Очевидно, что при «борьбе» должен быть «победитель» и «побежденный», а при «взаимопомощи» должна быть обоюдная польза, как это наблюдается при случаях симбиоза особей разных видов. Но здесь ни того, ни другого нет, а выступает налицо качественное своеобразие внутривидовых пищевых взаимоотношений, заключающееся в общем ослаблении организмов в связи с временной перенаселенностью (из-за трудной доступности пищи), причем происходит полезное для вида выживание наибольшего количества особей с естественным отпадом наиболее ослабленных.

Гибель ослабленных особей вызывается прямым действием отрицательных абиотических условий и межвидовых отношений (хищников). Так называемая «внутривидовая

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

конкуренция» оказывается здесь ни при чем. Пищи достаточно, но она временно ограничена, затруднена возможность ее доставания и это создает перенаселенность, в результате которой происходит гибель ослабленных особей. Гибель — следствие прямого влияния неблагоприятных условий, но не конкуренции, совместное же обитание спасает даже слабых, которые одни не могли бы пропитаться.

Топические внутривидовые отношения происходят на почве совместного обитания. Многие животные в определенные сезоны жизненного цикла характеризуются занятием определенной территории (акватории), которая носит название «гнездовой территории», «дистанции между особями», «территории между стаями» и т. д. Суть явления состоит в том, что животные, первоначально занявшие определенную территорию, не допускают на нее своих сородичей, для чего принимают различные угрожающие позы, представляющие сигнал занятости участка, издают предупреждающие звуки и т. д. Такое поведение биологически целесообразно и выгодно виду, так как обеспечивает более равномерное занятие ареала, лучшие условия выживания (размножения и особенно прокормления) и, как результат этого, увеличение численности популяции.

Определенную оптимальную площадь обитания (и питания) имеют также все растения. Вследствие происходящей в природе обостренной межвидовой борьбы растений у последних выработалось свойство подавлять другие виды своей численностью. К этому направлены кучность самосева различных растений, имеющих колосья, коробочки, шишки и т. д. Например, кучность самосева древесно-кустарниковых пород, несомненно, выработалась в борьбе с быстрорастущими и заглушающими их травянистыми растениями.

Много поучительного для понимания биологического развития внутривидовых отношений дает анализ приспособительного значения стадности у животных.

Абиотические условия в большинстве случаев одинаково действуют как на одиночную особь, так и на стадо. Например, низкая или высокая температура, солнечная инсоляция, недостаток или избыток влажности, кислорода, солености, света и т. п. будут одинаково влиять как на индивид, так и на группу индивидов. В некоторых случаях, когда речь идет о потреблении абиотических факторов, например, кислорода, воды и т. п., в группе недостаток наступит лишь скорее. В плотном скоплении животные могут легче перенести влияние холода и других неблагоприятных условий.

Иначе действуют на индивид и группу (стадо) биотические факторы. Одиночная особь не может долго существовать в условиях межвидовой борьбы за существование, группа легче противостоит ей. Там, где имеет место большая

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

гибель особей на разных стадиях индивидуального развития, популяция сохраняется благодаря наличию приспособлений к повышению плодовитости и выработке ряда других защитных особенностей.

Популяция как совокупность особей вида в определенном местообитании противостоит окружающим неблагоприятным условиям, как абиотическим, так и биотическим межвидовым. В целом ряде случаев особям вида выгодна групповая жизнь, постоянно или временно, и это ведет к образованию соответствующих группировок, стад.

У прикрепленных растений и подвижных животных в этом отношении есть и сходство, и различие. Те и другие могут выжить лишь при огромном изобилии зародышей (этим объясняется высокая плодовитость, в норме обеспечивающая выживание лишь исходного количества производителей). Гнездовой посев и групповой выпуск животных являются важнейшими условиями закрепления организмов в новом местообитании. Таково сходство. Различие же между растениями и животными состоит в следующем.

Растения, прикрепленные к месту, по мере роста и увеличения размеров создают повышение плотности популяции, принимаемое за перенаселенность, и многие ботаники усматривают в ней лишь конкуренцию, не замечая пользы от известной численности популяции, без которой вид часто не мог бы существовать. Что же касается подвижных животных, которые могут избегать перенаселенность, но часто активно образуют густые группировки, то здесь польза повышенной численности популяции говорит сама за себя. Поэтому зоологам редко приходится прибегать к понятию внутривидовой конкуренции, но, напротив, выявлять конкретную пользу повышенной численности внутривидовых объединений, которые обеспечивают наиболее успешное размножение, существование и расселение организмов.

Образование стай, колоний, кулиг, стад и т. д. свойственно разным видам животных, и, несомненно, полезно для выживания вида. Многими исследователями установлено, что в группе личинок насекомых, ведущих объединенный образ жизни (златогузки, большая пчелиная моль), температура всегда выше, чем в окружающей среде. Выделение тепла гусеницами при движении создает в гнезде особый микроклимат. В группе гусеницы растут быстрее, чем при одиночном воспитании. Измерения интенсивности дыхания показали, что уровень обмена в группе всегда ниже, чем у одиночных особей. Таким образом, групповой образ жизни для этих личинок благоприятен и он наследственно закрепился как полезное приспособление.

В. В. Шулейкин (1941) установил, что стая птиц в полете, как и косяк рыб в движении, представляет закономерную

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

механическую систему. Мелкие птицы образуют в полете воробьиную стаю, крупные — журавлиный клин. Во время движения такой стаи все особи в ней связаны пондеромоторными силами и не могут от нее отбиться — их притягивает к стае. Движущийся косяк рыбы состоит из особей одного вида и размера, обладающих одинаковой мышечной силой; неоднородное скопление не могло бы двигаться монолитной массой.

Стайное поведение, как указывает Г. В. Никольский, представляет видовое приспособительное свойство животных. Лучше всего изучено оно к настоящему времени у рыб в связи с практической потребностью в соответствующих знаниях для рыболовства.

В связи с полезностью стайного образа жизни у животных имеются морфологические приспособления к нему, заключающиеся в наличии стайной окраски (ярких полос и пятен), которые облегчают рыбам ориентироваться друг на друга. У ряда видов стая имеет защитное значение. В стае рыбы на более далеком расстоянии обнаруживают опасность, и во многих случаях стаи лучше защищаются от врагов. Если в стаю рыб капнуть сок тела или бросить раздавленную особь данного вида, то стая рассредоточивается (защита от хищников). Стая рыб с более далекого расстояния замечает орудия лова и легче их избегает. Стая легче уходит из ловушки. Стая имеет значение у многих видов для отыскания кормовых объектов. В стае те рыбы, у которых стайный образ жизни имеет значение для питания, питаются обычно с большей интенсивностью, чем в одиночку. Рыбы, питающиеся в пелагиали планктоном и рыбой, в стае питаются интенсивнее. Пищи в окружающей среде много и это биологически выгодно для вида.

Несомненно, имеет место миграционное значение стаи. Стая легче ориентируется и находит миграционный путь. Зимовальное значение стаи выражается в обеспечении в первую очередь более благоприятных условий обмена, в частности путем создания «слизевой защиты». Воздействие токсических веществ на стаю ослабевает.

Изучение биологического значения стаи необходимо для того, чтобы прогнозировать поведение рыб и находить пути управления стаей.

Очевидно, что дальнейшее изучение стадности животных позволит открыть новые закономерности формирования популяций и характерных для них внутривидовых отношений. Как нами уже раньше указывалось, последние не носят антагонистического характера. Здесь следует добавить, что у животных имеется целый ряд приспособлений, обеспечивающих возможное ослабление напряженности внутривидовых пищевых отношений: возрастные различия в характере

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

пищи, разница в питании самцов и самок, впадение животных в спячку и т. п. Как указывает Г. В. Никольский, в сложившейся фауне рыб наименее обеспеченными в пище оказываются особи старших возрастных групп. Следовательно, причиной большой смертности на ранних этапах развития является не недостаток пищи, а абиотическая среда и хищники.

К сожалению, экология популяций животных и растений изучена еще совершенно недостаточно. Зоологи изучают преимущественно жизнь индивидов, а ботаники пытаются сразу познать биоценозы («фитоценозы»).

Из представлений о целостности и единстве биологического вида вытекает учение С. А. Северцова о конгруэнциях (лат. congruere — соответствовать, сходиться). Конгруэнциями (экологическими корреляциями — по терминологии других авторов) названы взаимные приспособления особей, развивающиеся в результате внутривидовых отношений. Этот термин должен обозначать такую зависимость в строении и функции органов двух особей одного вида, когда функция некоторого органа одной особи связана со строением и функцией органа другой особи.

С. А. Северцов установил пять групп конгруэнций в результате отношений между:

1) эмбрионами или личинками и родительскими организмами (взаимное приспособление детенышей и матери у сумчатых млекопитающих и др.);

2) особями разного пола (коррелятивные изменения полового аппарата самцов и самок, делающие невозможным скрещивание даже близких видов; образование специальных органов обоняния у самца и органов, издающих запах, у самки бабочек-шелкопрядов и др.);

3) особями одного и того же пола — двумя самцами или двумя самками (рога и зубы самцов млекопитающих, используемые в боях за самку, особенно у полигамных видов и защитные приспособления в виде гривы у морских котиков или калкана, подкожного соединительнотканого панциря — у кабанов и т. п.);

4) братьями и сестрами одного и того же поколения в связи со стадным образом жизни (развитие яркого пятна — «зеркала» на заду у оленей, облегчающего ориентировку особей при бегстве стада);

5) полиморфными особями у колониальных насекомых (специализация особей к выполнению отдельных функций в жизни колонии — размножение, питание и др.).

Целостность вида помимо конгруэнций выражается в единстве размножающейся популяции, однородности ее химического состава и в единстве воздействия на окружающую среду.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Разнокачественность популяций

Популяции особей вида в разных участках ареала, или, точнее, в разных местообитаниях, не однородны. В настоящее время можно со всей определенностью говорить о внутривидовой экологической разнокачественности популяций.

Наличие внутривидовых подразделений — упомянутых выше географических и биотопических форм, устанавливаемых на основании морфологических признаков, свидетельствует о значительной эколого-физиологической неоднородности особей вида.

Биологическая неоднородность вида, например, у рыб, усиливается специфическим своеобразием их среды и характером местообитания — большей или меньшей изоляцией озерно-речных бассейнов, а особенно ограниченностью нерестовых площадей у многих видов.

Крупным открытием явилось установление Л. С. Бергом наличия яровых и озимых рас у проходных рыб. Не имея особых морфологических различий, помимо величины, эти расы значительно отличаются своей экологией: сроками миграции, состоянием зрелости половых продуктов, районом преднерестовой зимовки, расположением нерестилищ и т. д. Яровыми расами были названы такие, которые мечут икру в том же году, когда началась нерестовая миграция, озимыми — мечущие на следующий год и зимующие в реке (растянутая нерестовая миграция с перерывом на зимовку). С этим связаны и другие отличия: у первых половые продукты во время входа в реки более зрелые, чем у вторых и т. п.

На биологическую неоднородность видов рыб издавно указывала практика рыбного промысла, различающая отдельные «стада», на нее обращали внимание и некоторые исследователи. Н. Л. Гербильский на примере осетровых рыб развил учение о внутривидовых биологических группах в пределах отдельного бассейна и всего ареала. Биологической группой Н. Л. Гербильский называет совокупность особей, относящихся к одному виду, но отличающихся от других биологических групп того же вида особенностями биологии развития. Среди рыб эти различия в первую очередь относятся к явлениям, связанным с процессом размножения (различие в половом цикле, состоянии производителей в период их захода из морей в реки, в сроках и местах нереста, в нерестных температурах и т. п.).

Н. Л. Гербильский иллюстрирует приложимость учения о внутривидовых биологических группах к практике рыбоводных работ на примере куринского осетра, у которого выделяются четыре группы: ранний яровой осетр, поздний яровой осетр, озимый осетр летнего хода и яровой осетр осенне-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

го хода. Автор справедливо указывает, что обнаружение и детальная рыбоводно-биологическая характеристика биологических групп проходных и полупроходных рыб является необходимой предпосылкой дальнейшего развития их заводского воспроизводства и их использования для акклиматизационных целей.

Как показывают исследования, внутривидовые биологические группы имеются не только у проходных рыб, но и у туводных. Поэтому мы приходим к выводу, что представление о внутривидовой биологической разнокачественности касается рыб любых экологических групп — речных, озерных, морских и др. Очевидно, что это свойство характерно не только для рыб, но и для других организмов.

И. В. Кожанчиков (1948) рассматривает вопрос о биологических формах насекомых. Среди многих растительноядных и хищных насекомых имеются специфические внутривидовые формы. Так, у жуков-листоедов и короедов особи одних и тех же видов обнаруживают трудности скрещивания, территориальную изоляцию и иногда небольшие цветовые отличия. Биологические формы были специально оценены и описаны как самостоятельные виды Н. А. Холодковским для хермесов и тлей, специализированных на питании определенными видами хвойных растений. Близкая к хермесам виноградная филлоксера обнаруживает сложный комплекс кормовых форм и среди них две наиболее дифференцированные и отчасти разобщенные географически. Явление биологической дифференциации у тлей выражено очень резко, и многие виды их значительно более определенно характеризуются типом повреждения кормовых растений (галлами) и их видовым составом, чем структурами. Различающиеся своей пищей биологические формы обнаружены среди разных отрядов насекомых, клещей, ракообразных.

Биологические формы известны также среди некоторых видов высших позвоночных животных. Для птиц описываются биологические формы, отличающиеся по пению, пока слабо изученные. Н. И. Калабухов нашел их у лесной мыши. Равнинные и горные популяции этого вида существенно отличаются по количеству гемоглобина в крови и по числу эритроцитов.

В биологической разнокачественности групп внутри видов заложены возможности прогрессивной эволюции последних. Вопрос о биологических формах имеет важное практическое значение в разных отраслях народного хозяйства в связи с необходимостью применения для борьбы с вредными формами и для разведения полезных специфических средств.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Колебания численности организмов

Для познания закономерностей динамики численности организмов эколог должен изучать размножение и развитие, питание и выживание, распределение и миграции, колебания численности по сезонам и годам, которые специфичны для каждого вида.

Не следует думать, что вопросы динамики численности организмов (как называют эту область зоологи, а ботаники — проблемой плотности населения, густоты травостоя и т. п.) — небольшие, сужающие рамки экологии. Напротив, это обширнейшая и специфичная область биологических знаний, требующая глубокого и всестороннего изучения вида.

В природе имеют место различные колебания численности населения. Например, в различных географических районах или на различных глубинах и грунтах наблюдается разная плотность населения. Численность организмов в одном пункте может значительно меняться в связи с миграцией животных — суточной и сезонной, вертикальной или горизонтальной, вылетом из водоема насекомых и т. д. Наиболее сложны многолетние колебания численности популяций, происходящие в определенном местообитании в связи с изменениями условий жизни.

Колебания численности организмов в природе давно уже обратили на себя внимание. В сельском хозяйстве они издавна известны как урожайные или неурожайные годы, в охотничьем и рыбном промысле — как годы хорошей или плохой добычи. Колебания численности особей видов в природных биоценозах могут иметь разный размах: чаще небольшой, но иногда весьма значительный (вспышки эпизоотий у рыб и пушных зверей, мышиная и крысиная «напасти», массовое размножение саранчовых и различных других вредных насекомых и т. п.).

Ф. Энгельс, Н. Г. Чернышевский, А. Н. Бекетов и другие передовые ученые еще в прошлом веке указывали на переоценку Ч. Дарвином значения борьбы за существование и перенаселенности.

Как отмечает Ф. Энгельс, до Ч. Дарвина его теперешние сторонники подчеркивали как раз гармоническое сотрудничество в органической природе, указывая на то, как растения доставляют животным пищу и кислород, а животные растениям — удобрения, аммиак и углекислоту. Но лишь только было признано учение Ч. Дарвина, как эти ученые стали всюду видеть только борьбу. Обе эти концепции правомерны в известных пределах, но обе одинаково односторонни и ограничены.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

И действительно, дарвиновская концепция «борьбы за существование» не могла служить основой для плодотворной разработки проблемы динамики численности организмов, хотя несомненно, что Ч. Дарвин дал толчок исследованиям и в этом направлении.

Ф. Энгельс отмечает, что организмы в природе «... имеют свои законы населения, еще почти совершенно не исследованные; установление их, несомненно, будет иметь решающее значение для теории развития видов» (Энгельс Ф. Анти-Дюринг. ОГИЗ, 1945, с. 66). Выяснение этих законов, как уже указывалось нами, составляет основную задачу экологии.

Ч. Дарвин видел только один закон — перенаселенности и вытекающей из нее борьбы за существование, фактически же дело с «законами населения» животных и растений значительно сложнее, и пока можно говорить лишь о наличии сложной динамики численности населения, тип которой является одним из видовых свойств и имеет приспособительное значение.

Популяции организмов находятся в природе под влиянием различных, в свою очередь довольно сильно меняющихся, абиотических факторов, межвидовых отношений и, наконец, воздействий человека, сила которых непрерывно возрастает. Колебания численности интересующих человека полезных или вредных организмов, естественно, привлекают к себе пристальное внимание экологов. Известный английский эколог Ч. Элтон выступил с книгой «Экология нашествий животных и растений» (1960), в которой показывает широкое практическое значение этой проблемы.

В изучении динамики численности популяций наметилось два направления: биологическое и математическое. Суть математического подхода заключается в изучении характера (закономерности), которому подчиняется динамика численности данного вида. Практическая цель математических исследований динамики численности заключается в том, чтобы на основе вскрытой закономерности предсказать дальнейший ход изменения численности популяции. При этом остаются совершенно не вскрытыми причины явления, среда принимается в математических исследованиях за нечто постоянное. Таким образом, математические способы изучения динамики численности отвечают лишь на вопрос, *как* происходит явление, дают его математическое описание.

Перед биологическим исследованием динамики численности стоят более глубокие задачи — ответить на вопрос *почему*, вскрыть причины. Найдя последние, биолог может предотвратить нежелательное изменение численности, оказать содействие желаемому направлению процесса. Таким образом, если математик может лишь объяснить характер

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

динамики численности популяции, то биолог активно управляет ею. Поэтому математический метод не имеет самостоятельного значения, а является подсобным при биологическом исследовании.

Задача эколога состоит в том, чтобы, исходя из знания условий жизни вида, определить ведущие факторы среды, от которых зависит численность популяции. Таковыми являются прежде всего земные и космические условия жизни. Численность растительных популяций зависит от наличия в почве влаги и минеральных элементов питания, численность животных — соответственно от наличия их пищи. Повышению численности растений и животных содействует сочетание благоприятных абиотических и биотических условий подроста молодого поколения, снижение численности зависит от неблагоприятных абиотических условий развития молодого поколения или его уничтожения врагами.

Условия жизни на Земле изменяются с определенной закономерностью, подчиняющейся сложной многолетней периодике солнечной активности. Количество пятен на Солнце служит показателем степени солнечной активности, от которой зависят на Земле температура, количество осадков и некоторые другие условия жизни.

Были попытки упрощенного решения этой проблемы, вроде объяснения недолова рыбы или неурожая хлебов прямым отрицательным влиянием пятен на Солнце. Такой прямой связи нет и не может быть. Между Солнцем, численностью популяции и добытой человеком продукцией стоит хозяйственная деятельность. Солнце отражается не на результатах хозяйственной деятельности человека, а на природных явлениях.

Численность популяций, зависящих от всего комплекса окружающих природных явлений, несет на себе отпечаток и солнечной активности. Из-за разной продолжительности биологического цикла организмов, разного влияния одного и того же природного фактора (температуры, влажности и т. п.) на организмы в зависимости от их термофильности, гидрофильности и т. п. связи «Солнце—популяция» оказываются весьма сложными, опосредованными.

Организмам свойственна сложная динамика численности популяций. Виды с коротким жизненным циклом характеризуются резкими колебаниями численности, виды с длительным циклом — более постоянным уровнем численности. Участок, занятый однолетними растениями, может характеризоваться резкими колебаниями их урожайности, в отдельные годы; в то же время на участке с лесом будет совсем другая картина.

Можно говорить о различных типах динамики численности и биомассы популяции, которые имеют приспособитель-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ное значение. Популяциям свойственна определенная саморегуляция численности, предотвращающая наступление неблагоприятного состояния перенаселенности (или отодвигающая момент наступления этого состояния). Одиночное дерево на поляне начинает раньше плодоносить и производит значительно больше семян по сравнению с деревом в лесу. Рыбы при увеличении численности популяции становятся более медленно растущими, позднее созревающими и менее плодовитыми.

Элементы мальтузианства в проблеме динамики численности состоят в признании постоянного недостатка пищи и перенаселенности как нормального явления природы. Фактически же этого в природе нет. В большинстве биотопов остается не использованная организмами пища, а перенаселенность возникает лишь при определенных условиях.

Перенаселенность могла бы постоянно иметь место лишь при неизменной плодовитости (не зависящей от условий жизни), как это следует согласно представлению Р. Чэпмана о биотическом потенциале. Под биотическим потенциалом Р. Чэпман понимает потенциальную способность организма к размножению и выживанию, которая парализуется сопротивлением среды. Организм понимается Р. Чэпманом как нечто пассивное и противостоящее среде. На самом деле имеет место единство организма с необходимыми для его жизни условиями, и при изменении последних организм отвечает изменением своей плодовитости.

Важная биологическая закономерность состоит в том, что при благоприятных условиях жизни в популяциях все направлено к возможному увеличению численности (это свидетельствует о том, что отрицательный результат возросшей численности — при состоянии перенаселенности — наступает не скоро и наблюдается редко).

В природе и культуре условия питания и развития организмов резко различны, что отражается и на их облике. В связи с этим и закономерности динамики численности организмов в естественной природе и в условиях культуры являются различными. В природе исторически сложившийся тип динамики численности обеспечивает наилучшие условия существования виду. В культуре человек искусственными мерами поддерживает уровень численности популяции, обеспечивающий ему получение наибольшей продукции (загущенная посадка, прополка, подкормка и т. п. различные способы регулирования численности).

Поэтому необходимость прополки моркови на грядке не может служить аргументом в пользу наличия здесь перенаселенности: человек сам посеял ее густо, чтобы иметь много всходов и продергивает ее, чтобы получить крупные корнеплоды. Совсем иное дело наблюдается в природе: особи дан-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ного вида в редкой популяции часто будут заглушены другими видами или не дадут потомства.

Плодовитость как приспособление к выживанию

Плодовитость и выживаемость являются исходными моментами, определяющими сложную динамику численности населения той или иной популяции в биоценозе.

Явление плодовитости имеет два аспекта — физиологический и экологический, которые взаимно связаны и обусловливают друг друга. С одной стороны, физиологически, плодовитость является результатом определенного состояния организма, так как количество яиц, продуцируемое женской особью, зависит от индивидуальных качеств организма. Известно, что на образование яйцевых клеток идет главным образом та энергия, которая была накоплена организмом в период роста и развития; при образовании половых клеток происходит переход энергии из одной части организма в другую. С другой стороны, экологически, плодовитость выступает в роли фактора, в какой-то мере влияющего на численность будущего поколения, причем это влияние является не прямым, а опосредованным определенной выживаемостью.

Многочисленные факты из жизни разных животных и растительных организмов свидетельствуют о том, что хорошие условия питания, роста и развития положительно сказываются на плодовитости. Это справедливо и в условиях природы, и в культуре.

О чем говорит огромная амплитуда колебания плодовитости отдельных видов — от одного яйца до сотен миллионов яиц? Иными словами — почему виды имеют различную плодовитость, и почему плодовитость особей в популяции меняется в зависимости от условий их жизни?

Как известно, существуют две точки зрения на экологическое значение плодовитости. Одни биологи, начиная с Ч. Дарвина, рассматривают плодовитость как источник перенаселенности, и с позиций этой, в своем существе мальтузианской, концепции не могут ответить на поставленные выше вопросы. Разная величина плодовитости отдельных видов остается загадкой.

Другие биологи, начиная с А. Н. Бекетова, смотрят на плодовитость как на приспособление популяции вида к выживанию. Становится понятным, что различие плодовитости отдельных видов определяется прежде всего условиями их выживания на ранних стадиях развития. Многочисленность яиц и зародышей компенсирует их высокую гибель. Делается понятным также, что ухудшение условий питания взрослых особей ведет к снижению плодовитости: во-первых, как ре-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

зультат физиологической функции организма; во-вторых, как экологически полезное явление, предотвращающее наступление перенаселенности. Эти особенности возникли в результате естественного отбора.

Яркие доказательства значения плодовитости для обеспечения существования популяции дает изучение разных способов размножения. Общая закономерность: снижение плодовитости по мере развития инстинкта охраны потомства животными или улучшения пассивной защиты у растений. Например, наиболее плодовиты среди рыб виды, выбрасывающие икру в воду; менее плодовиты виды, устраивающие гнезда для защиты своей икры; наименее плодовиты живородящие рыбы.

При изучении плодовитости приходится различать три типа ее: индивидуальную (одной особи за один сезон размножения), популяционную (например, сотни особей, взятых без разбора пола и возраста) и видовую (суммарную для одной особи за всю ее жизнь).

Абсолютная индивидуальная плодовитость организмов колеблется в зависимости от различных условий, определяющих физиологическое состояние организма.

Плодовитость нельзя рассматривать изолированно от других элементов жизненного цикла — особенно срока наступления половой зрелости и повторности периодов размножения, изменение которых может в весьма значительной степени усилить или ослабить действие фактора численности потомства в данной популяции. С. А. Северцов предложил связать отдельные стороны процесса размножения, а именно: количество яиц (r), возраст половой зрелости (j), продолжительность периода между двумя сезонами размножения особей данного вида (p) и отношение между количеством особей женского и мужского пола (s) в форме показателя видовой плодовитости, равняющегося: $\sqrt[pjs]{1+r}$.

Нет сомнения, что та или иная видовая плодовитость складывалась исторически в процессе естественного отбора. Она вырабатывалась как приспособление вида к существованию в связи с обычными (средними) нормами истребления особей каждого поколения на протяжении их индивидуальной жизни.

Закономерности пополнения и убыли популяции

Популяции животных и растений находятся в состоянии непрерывного изменения, движения, развития. Динамика численности и биомассы популяций не хаотична, а подчиняется определенным закономерностям. Взаимоотношения популяций отражаются на состоянии биоценозов.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

При первоначальном изучении населения создается впечатление, что оно подчиняется действию «закона равновесия», согласно которому в природе недостает средств существования и потому увеличение численности одной части населения якобы влечет за собой автоматическое сокращение другой части населения. В основе представления о равновесии лежит мальтузианская идея перенаселенности и недостатка средств существования.

Среди части зарубежных биологов распространено механистическое представление о том, что биоценоз якобы находится в состоянии «подвижного равновесия». Отсюда делаются попытки формального анализа явления и чисто априорного прогноза динамики численности популяций хозяйственно ценных или вредных организмов.

Динамика популяции представляет собой функцию ряда факторов, причем имеет значение весь комплекс их (абиотические и биотические условия, а в ряде случаев и влияние человека). Поскольку среда не остается постоянной, постольку и биоценозы находятся в непрерывном развитии.

В природе нет и не может быть какого-либо равновесия между количеством пищи и количеством ее потребителей, так как помимо наличия связи «пища — потребитель» каждый из двух членов этой системы зависит в своем развитии от целого ряда других факторов.

Изучение динамики численности и биомассы популяций позволяет прежде всего выявить наличие двух противоположно направленных, закономерных процессов — пополнения и убыли. Разные группы организмов — бактерии, высшие растения, насекомые, рыбы, млекопитающие и другие — характеризуются своими специфическими особенностями пополнения и убыли популяций.

Пополнение популяций определяется следующими биологическими процессами: ростом и развитием, от которых зависит половое созревание, темпом размножения — количеством циклов размножения в году и в течение жизни, плодовитостью, степенью заботы о потомстве, наконец, выживаемостью, зависящей как от биологии размножения вида, так и от условий среды, в которой происходит размножение и развитие молодого поколения. Каждый вид отличается специфическим сочетанием этих элементов процесса пополнения популяции.

Убыль популяции зависит от следующих биологических процессов: естественной смертности «от старости», гибели от неблагоприятных условий, от недостатка пищи, от хищников, наконец, в результате эксплуатации запасов полезных организмов человеком (лес, рыба, дичь и т. п.).

Пища связывает процессы пополнения и убыли популяций. Наличие достаточных количеств или избытка пищи содей-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ствует пополнению (улучшает условия выживания) и препятствует убыли (уменьшает гибель от недоедания).

Следует подчеркнуть видовую специфику особенностей пополнения и убыли. Инфузория-туфелька, озерный камыш, обыкновенный окунь или песец в силу свойственных им условий местообитания и особенностей жизненного цикла характеризуются специфической динамикой численности и биомассы популяции.

Имеется определенная зависимость между динамикой численности и биомассы популяций, характерная для отдельных групп организмов.

С. А. Северцов широко исследовал воздействие внешней среды на численность популяций, зависящую от плодовитости и смертности. Следует различать массовую смертность вследствие эпизоотий и стихийных бедствий (имеющих свою периодичность, различную для разных групп), от смертности индивидуальной, происходящей от незаразных болезней и от взаимодействия жертвы и хищника.

Количественное изучение индивидуальной смертности и вычисление кривых смертности во времени позволяет выяснить коэффициенты смертности, которые специфичны для каждого вида и каждой возрастной группы, так как они определяются степенью адаптации. Различие в коэффициентах смертности у животных объясняется различными типами размножения (яйценоскость, живородность, забота о потомстве). Между типом размножения и коэффициентом смертности существует определенная корреляция: чем выше приспособление к охране зародыша от гибели, тем ниже коэффициент смертности.

В отношении рыб, рептилий и млекопитающих С. А. Северцовым устанавливается и такая закономерность: чем выше морфофизиологический уровень группы животных, тем ниже коэффициент гибели и меньше количество производимых детенышей.

В последнее время к изучению закономерностей динамики численности популяций все шире начинают применяться математические методы. Закономерности пополнения и убыли популяции можно подвергнуть математическому анализу.

Принципиально важное значение имеет изучение результатов изъятия части популяции человеком, выяснение того, как охота или рыболовство отражаются на динамике популяций, какие изменения в процесс пополнения и убыли вносит эксплуатация популяций? В ходе промысла человек усиливает убыль, разрежает оставшуюся часть популяции, улучшает условия роста и развития особей остатка. Предел интенсивности промысла определяется ростом продукции — прироста остатка и пополнения. Если добыча превышает продукцию, наступает «перелов», если ниже ее — «недолов»,

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

но в обоих случаях имеет место нерациональное использование запаса.

Знание закономерностей пополнения и убыли популяций в естественных условиях является основой рациональной эксплуатации запасов хозяйственно-ценных видов. Нельзя правильно вести лесное хозяйство, если не знать продолжительности жизни древесных пород и величину их годичного прироста. Нельзя рационально организовать охотничье или рыбное хозяйство, если не знать условий жизни основных объектов охоты и рыболовства и не представлять себе возможной продукции их популяций.

Основы методики прогнозов численности и биомассы

В настоящее время нельзя представить эксплуатацию ресурсов живой природы без прогнозирования размера продукции. Поэтому в разных отраслях хозяйства — лесном и луговом, охотничьем и рыбном — разрабатываются методы более точного определения размера популяции и величины ее продукции.

В изучении динамики численности и в разработке методики ее прогнозов, начиная с работ К. Ф. Рулье и Н. А. Северцова, развивается материалистическое направление. В его основе лежит стремление выявить определенные внешние условия, в которых нуждается вид для своего существования, определить его биологическую специфику. Это направление позволяет при учете всего многообразия влияния отдельных элементов среды на популяцию вида установить ведущие факторы, определяющие весь ход закономерностей взаимоотношений вида со средой. Прекрасный пример подобного анализа многообразных причин колебаний численности вида дал сам К. Ф. Рулье, исследовавший размножение озимой совки.

Правильное понимание закономерностей взаимоотношений организмов возможно лишь на основе диалектико-материалистического учения, которое рассматривает систему — организм и необходимые условия его жизни — как целое, обладающее собственными, присущими ему силами развития. Только в этом случае становится возможным вскрыть закономерности внутривидовых и межвидовых отношений.

Работы по изучению динамики численности организмов слагаются из выяснения ряда вопросов: сезонной динамики и изменения численности в разные годы, периодичности многолетних колебаний численности, географической изменчивости динамики численности и некоторых других.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Динамика численности растений, животных и микроорганизмов подчиняется своим закономерностям, зависящим от быстроты их размножения, подвижности (содействующей устранению перенаселенности) и других свойств. Характер среды жизни и местообитания (открытое или закрытое, изолированное) накладывает свой отпечаток на этот процесс.

Как отмечалось, резко различны закономерности динамики численности организмов в естественной природе и в условиях культуры (сельскохозяйственная или микробиологическая практика). В природе численные соотношения особей разных видов и плотность их популяции устанавливаются в результате естественного отбора, который обеспечивает среднюю выживаемость путем изменения размножения (продолжительность жизни, срок созревания, количество генераций, плодовитость, забота о потомстве). В условиях культуры искусственный отбор содействует закреплению темпа размножения, соответствующего условиям оптимального питания.

Естественный отбор сохраняет все полезное виду, иногда в ущерб особи; искусственный отбор закрепляет полезное человеку, в ущерб особи и виду (об этом можно судить по случаям «вырождения» культурных форм, как только прекращается забота о них человека, с изменением численности популяции).

Уровень численности популяций у разных видов животных и растений отличен. Площадь питания многолетнего дерева и однолетнего растения, кормовая территория медведя и белки — резко отличны. Количество особей вида в общем определяется средним количеством пригодной для них пищи. В этом заключается определенная приспособленность организмов к условиям жизни: естественный отбор закрепил такой темп размножения, который обеспечивает поддержание популяций на уровне, определяемом запасами пищи, и достаточен для выживания в условиях данной среды.

Но если в какой-либо год пищи для данного вида окажется больше нормы, то рост особей будет лучше и потому выживаемость их повысится, а в результате — численность также увеличится. Когда же под влиянием тех или иных причин количество пищи резко сокращается, то имеющаяся наличность особей окажется избыточной, создается временная перенаселенность.

Экологическое изучение позволяет выявить зависимость организма от условий жизни и через изменение последних воздействовать на него. Более глубокое исследование взаимосвязей, существующих у отдельных видов с живой и мертвой природой, позволяет выяснить закономерность динамики численности организмов и на этой основе разработать мето-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

дику прогнозирования численности и биомассы, которая специфична у отдельных видов и групп организмов.

Колебания численности как полезных, так и вредных животных имеют огромное народнохозяйственное значение и потому прогнозы массовых размножений промысловых животных и вредных насекомых приобретают первостепенное значение.

Сельское хозяйство заинтересовано в ежегодном конкретном освещении перспектив состояния численности отдельных вредителей в районах их экономического значения. Такие прогнозы возможны лишь на основе знания требований отдельных видов грызунов и вредных беспозвоночных к условиям по сезонам и в географическом разрезе закономерностей сезонной и географической смены условий существования как под влиянием естественной зональности, так и под влиянием деятельности человека.

И. Я. Поляков предлагает следующую общую схему построения исследований по проблеме массовых размножений, чтобы иметь возможность активно воздействовать на численность популяций вида:

1) установление требований отдельных видов к условиям существования;

2) установление возможности и полноты удовлетворения этих требований конкретными экологическими условиями и их влияния на размножение и численность популяций вида;

3) установление зональности изменения условий существования вида в сезонном и географическом разрезе в связи с типами севооборотов и естественной зональности;

4) выяснение взаимоотношений вида с биологическими компонентами среды в зависимости от состояния условий существования;

5) выяснение возможностей влияния на состояние и численность популяций вида путем активного изменения условий существования (агротехника, мелиорация и т. д.);

6) рекомендации и внедрение в производство мероприятий, предупреждающих массовое размножение вида.

Прогнозы численности вредителей, основанные на признании метафизической гипотезы цикличности их массовых размножений, не дают практике возможности предотвратить их вредоносность. Они ориентируют народное хозяйство на эмпирический поиск дорогостоящих и зачастую бесполезных истребительных мероприятий.

Диалектико-материалистическое направление в экологических исследованиях позволяет не только предвидеть состояние численности вида, но и ведет к активному вмешательству человека в этот процесс. Агротехника и мелиорация позволяют для многих видов почти полностью осуществить эту задачу. В других случаях она решается путем правиль-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ного выбора времени, места и способа истребительных мероприятий.

Методы прогнозирования урожая сельскохозяйственных культур, массового размножения их вредителей, развития заболеваний культурных растений, выхода древесины, запасов рыбы, охотничьей продукции и т. п. различны в деталях, требуют разного технического подхода, но они едины в своей теоретической основе: изучается экология вида, выявляются его требования к среде, учитывается наличие соответствующих условий для удовлетворения этих требований, выявляется плотность населения и состояние динамики популяции во времени, определяется тенденция изменения динамики (в сторону роста или падения), в итоге чего и делается соответствующий прогноз дальнейшей динамики популяции и ее продукции.

Глава 5

УЧЕНИЕ О БИОЦЕНОЗЕ И МЕЖВИДОВЫХ ОТНОШЕНИЯХ

Все биологические науки изучают организм: его место в системе, морфологию, физиологию, взаимоотношения со средой и наследственность. Популяция изучается современной экологией и генетикой. Биоценоз остается объектом изучения одной экологии, как общей, так и частной (в составе частных и комплексных дисциплин).

В данной главе рассматриваются кратко отдельные вопросы учения о биоценозе, многие разделы которого освещаются во второй части книги («Биогеоценология»).

Понятие о биоценозе

Биоценоз представляет собой совокупность совместно обитающих популяций разных видов микроорганизмов, растений и животных. Биоценоз — население биотопа, а биотоп — место жизни биоценоза.

Понятие «биоценоз» ввел в науку в 1877 г. немецкий натуралист К. Мебиус, исследовавший устричные банки Северного моря. В русской литературе этот термин впервые применил в 1913 г. С. А. Зернов в работе об изучении жизни Черного моря. Данное явление, открытое и первоначально изученное гидробиологами, было замечено также у наземных растений и животных, где оно долгое время трактовалось как «общинность», или «общественность», с определенным уклоном в сто-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

рону антропоморфизма, а ботаники стали прямо говорить о фитосоциологии и т. п. явлениях.

К. Мебиус при изучении устричных банок установил, что устрицы могут жить при определенных условиях и что с ними вместе живет целый комплекс видов рыб, моллюсков, ракообразных, асцидий, червей, мшанок, иглокожих, кишечнополостных, губок, простейших. На основании этого изучения К. Мебиус пришел к убеждению в существовании группировок, о которых говорит, что каждая устричная банка является сообществом живых существ, собранием видов и скоплением особей, которые находят здесь все необходимое для роста и существования.

Биоценозы — сложные природные явления, один из высших уровней жизненных явлений, намечающих переход от биологической формы движения материи к социальной форме. Вследствие этого в области биоценологии существует немало всяких социологических измышлений, как это будет показано ниже.

Биоценоз представляет собой совокупность особей разных видов (часто многих десятков или сотен). Но обычно, как указывает Е. Н. Павловский, бывает ведущий член биоценоза: устрица — на устричной банке, сосна — в сосновом бору, кедр — в кедраче и т. п. Понять природу биоценоза можно лишь в результате глубокого изучения биологии ведущего члена биоценоза и находящихся в связи с ним других видов.

Но что объединяет представителей разных видов в биоценозе? Это, с одной стороны, абиотические условия, придающие известное однообразие биотопу (например, скалистый или песчаный грунт и т. п.), а с другой стороны, разнообразные межвидовые связи и взаимоотношения, возникающие на почве совместного обитания особей разных видов и установления между ними определенных пищевых отношений.

Межвидовые отношения

Межвидовые взаимоотношения организмов направлены на обеспечение существования путем заселения территории и получения пищи особями одного вида за счет особей других видов. Это достигается путем прямых («борьба», «паразитизм») и косвенных («конкуренция») воздействий одних видов на другие, а в некоторых случаях и объединением партнеров в борьбе за жизнь («взаимопомощь»).

Экологическая основа межвидовых отношений заключается в том, что каждый вид в силу свойственного ему размножения стремится к увеличению численности, а под влиянием изменения условий жизни в природе возникают все новые

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

виды. В результате каждый вид может найти место и необходимые ему для существования условия лишь за счет других видов. Поэтому явления конкуренции, борьбы или взаимопомощи между видами являются нормальным состоянием жизнедеятельности большинства организмов. Даже в крайне неблагоприятных местообитаниях, где могут существовать лишь отдельные виды, межвидовые отношения будут иметь место (между растениями и животными или между ними и микроорганизмами). Нужно помнить, что настоящих одновидовых группировок и поселений («моноценозы» ботаников) в природе не существует, так как повсюду, во всяком случае, присутствуют микроорганизмы, роль которых в межвидовых отношениях экологами часто совершенно игнорируется.

Существенное отличие растений от животных, как уже указывалось, состоит в том, что автотрофы пользуются для своей жизни элементами неживой природы, т. е. существуют за счет абиотических факторов. Таким образом, пища зеленых растений и животных в корне отлична, но отношения, складывающиеся как у тех, так и у других, в процессе добывания пищи имеют много общего. Каждый вид растения и животного в силу размножения постепенно занимает область обитания, границы которой определяются абиотическими или биотическими условиями (наличие нужной пищи, истребление врагами и т. п.). Потребность в сходных средствах жизни порождает конкуренцию («соревнование») между видами животных и растений. Победитель успешнее захватывает пищу и в результате быстрее развивается и численно увеличивается; побежденный, наоборот, хиреет и сокращается количественно.

Однако конкуренция не является единственной общей для животных и растений формой межвидовых взаимоотношений. У них можно видеть и прямую борьбу, и явления паразитизма, и настоящую взаимопомощь. Пищевые взаимоототношения особей разных видов весьма разнообразны и могут быть показаны постепенные переходы от хищничества до взаимничества (взаимопомощь).

Рассматривая межвидовые связи и отношения организмов, мы должны различать постоянные и временные, периодические и спорадические, длительные и кратковременные взаимодействия особей. Взаимодействие между хищником и жертвой является более кратковременным, чем между паразитом и его хозяином или двумя симбионтами. Межвидовые отношения существенно отличаются от внутривидовых тем, что это не только отношения между отдельными особями, но и вполне выраженные длительные биоценотические связи между популяциями. «Так, если для головастика лягушки взаимодействие с плавунцом всецело сводится к унич-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

тожению и не становится длительной связью, то для популяции лягушек взаимодействие с популяцией плавунцов, входящих в состав того же биоценоза, является длительной связью, приводящей к определенным изменениям хода численности и возрастного состава лягушечьей популяции, причем сами эти изменения могут быть весьма различны, в зависимости от ряда привходящих обстоятельств» (Беклемишев, 1951).

Взаимоотношения особей отражаются на их индивидуальном состоянии и размножении, биоценотические связи между популяциями — на их численности и выработке определенных приспособлений.

Разные формы индивидуальных межвидовых взаимоотношений объединяются понятием сожительств. Последние возникают на основе совместного обитания и питания. По характеру питания организмов различают несколько типов сожительств:

1. Симбиоз, мутуализм — взаимничество, когда имеется обоюдная польза (рак-отшельник и актиния). Интересны сожительства муравьев с растениями (в тропиках известно 3 000 видов растений мирмекофилов). Сюда же принадлежат сожительства грибов и водорослей (лишайник), грибов и высших растений (микориза), наличие симбиотических водорослей в теле гидры и бадяги.

2. Синойкия — помещение сожителей рядом, без непосредственных пищевых взаимоотношений одного с другим (обычно на дне моря). Разновидности этого типа: а) эпойкия — сожительство сверху (мелких организмов на крупных), например, кишечнополостных или мшанок — на раковинах моллюсков и крабов; б) энтойкия — сожительство внутри (мелких организмов внутри крупных, например, рыбки-фиерасфер в водных легких голотурии).

3. Комменсализм — односторонне выгодное сотрапезничество, или нахлебничество, когда мелкие сожители устраиваются около или внутри крупных животных и пользуются уже не только местом, но и пищей (рыба-лоцман с акулой; мальки рыб с медузами).

4. Паразитизм — односторонне выгодное сожительство паразита за счет хозяина, которому может быть причинен ущерб разной степени, вплоть до полной гибели.

Между различными типами сожительств имеются многочисленные переходы.

Основа межвидовых отношений — питание организмов. Растения, используя животных для обеспечения перекрестного оплодотворения и распространения семян, привлекают их предоставлением пищи. Эти отношения, будучи взаимополезными, в результате естественного отбора привели к выработке глубоких адаптаций, или коадаптаций.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Пищевой обмен играет важнейшую роль в эволюции. Пища — главный фактор жизни. Изменение пищи, приспособление к новым типам пищи и питания — важные факторы эволюции.

У травоядных животных их рот, череп, органы пищеварения, скелет — весь организм в целом приспособлен к существованию за счет травянистой растительности. У хищных животных имеются соответствующие глубокие приспособления строения, функций, всего образа жизни к их способу питания. Жертвы имеют необходимые защитные коадаптации. Интересно отметить, что хищники часто размножаются раньше (щука, хищные птицы), чем их жертвы. Если у хищника его органы и поведение приспособлены для захвата добычи, то у жертвы строение, окраска и поведение приспособлены к защите от врагов.

В живой природе имеются самые различные приспособления к добыванию пищи. Например, в мире растений имеет место не только автотрофное питание (путем фотосинтеза зеленых растений и хемосинтеза некоторых микроорганизмов), но и гетеротрофное (в том числе — насекомоядных растений). Среди гетеротрофно питающихся животных можно различать грунтоядных, растительноядных, животноядных (хищников и трупоедов и др.). Представитель каждой из этих групп имеет свои приспособления к роду пищи.

По развитию потребляемой пищи можно различать всеядных эврифагов и избирательно питающихся стенофагов, среди которых могут быть выделены монофаги (имеются, например, среди насекомых, вредящих определенным видам культурных растений).

Питание характеризуется сложными явлениями в связи с сезонностью развития кормовых объектов, изменениями потребности в пище в связи с ростом и развитием потребителей и т. д.

У одного вида животного в течение года может наблюдаться сложная смена рационов питания. Обычно вид имеет главную, побочную и вынужденную пищу.

Некоторые кормовые объекты служат пищей многих организмов (разных видов), между которыми в таких случаях может происходить конкуренция. В целях рационального использования природных ресурсов человек должен уменьшать численность малоценных и сорных видов, чтобы они не уничтожили пищу хозяйственно более ценных видов.

В связи с наличием между организмами разных видов многосторонних отношений по линии питания для биоценозов весьма характерны п и щ е в ы е ц е п и, которые связывают разнородное население, часто представленное десятками видов, в одно биологическое целое. Пищевые цепи (связи), как известно, всегда имеют в качестве начальных звеньев

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

продуцентов (растения), средними и конечными звеньями являются консументы (растительноядные и хищные животные), кроме того, имеются редуценты.

Роль пищевых цепей в структуре биоценоза наглядно видна в случаях, когда происходит введение нового члена (при акклиматизации) или выпадение ранее существовавшего (в результате истребительных работ). В таких случаях нередко перестраивается весь биоценоз.

С цепями питания связано представление об экологических нишах. Под нишей подразумевается образ жизни и в особенности способ питания животного (Элтон, 1934). Близкие виды часто занимают различные экологические ниши, что уменьшает конкуренцию между ними. С другой стороны, одна и та же ниша может быть занята различными животными (травоядные на пастбище могут быть представлены коровами, кроликами, полевками, саранчовыми, жуками, ночными мотыльками, улитками и т. п.), между которыми возникает конкуренция. Сокращение численности одного из таких видов под влиянием каких-либо причин будет означать расширение соответствующей ниши для других видов, содействуя увеличению их численности. Наличие свободных экологических ниш чрезвычайно облегчает проведение акклиматизационных работ, так как уменьшает возможное сопротивление вселенцу со стороны его пищевых конкурентов.

По С. А. Северцову, вид в целом представляет особую жизненную форму и занимает определенную нишу. Он особо от других видов реагирует на воздействие внешних условий и специфично воздействует на среду. Жизненная форма определяется всем комплексом приспособлений, которые были приобретены в течение эволюции предками вида во взаимодействии со средой. Каждой жизненной форме соответствует определенное место в природе — ее ниша. Вместе с тем ниши — это комплекс условий среды, которые воздействуют на вид.

Каждый организм-потребитель расходует пищу на поддержание жизненных функций и продуцирование массы своего тела. Поэтому вес организма всегда меньше веса съеденной им пищи. В результате этого по цепи питания происходит уменьшение количества исходного органического вещества и его качественное преобразование. Чем больше промежуточных звеньев в пищевой цепи, тем меньше масса конечного звена. Это явление, связанное с цепями питания, в экологии носит название пирамиды чисел. Оно заключается в том, что по мере перехода в пищевой цепи от одного звена к последующему общая масса органического вещества уменьшается. Конечное звено многоярусной цепи во много раз меньше по массе, чем начальное звено.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Межвидовые отношения, складывающиеся в биоценозе, разнообразны и характеризуются всеми переходами от чисто антагонистических (борьба, хищничество, паразитизм) через явления конкуренции разной степени до подлинной взаимопомощи. Некоторые виды в биоценозе могут быть прямо не связаны (индифферентные отношения), но все равно между ними будет та или иная связь. Это наглядно показывают схемы пищевых цепей, существующие в разных биоценозах.

Особую группу межвидовых отношений представляют явления, связанные с выработкой определенных защитных приспособлений. Последние могут быть как активными, так и пассивными.

Активные приспособления к нападению хорошо развиты у различных животных, особенно хищных (когти, клыки и т. п.). Активную защиту животного организма от вредных микробов представляет явление фагоцитоза, открытое И. И. Мечниковым.

Особенно широко распространены пассивные приспособления этого рода, которыми животные и растения предохраняют себя от определенных видов своих врагов.

Сюда прежде всего должна быть отнесена обширная категория явлений, объединяемых термином «мимикрия». Мимикрия, особенно широко распространенная среди насекомых, заключается в наличии обманной или предупреждающей окраски и других покровительственных приспособлений, которые вырабатываются путем естественного отбора. Насекомое, обладающее покровительственной окраской и формой, спасается от врага благодаря тому, что оно остается незамеченным. Насекомое с предостерегающей окраской сохраняется благодаря тому, что оно как бы заявляет о своей несъедобности, а насекомые с лжепредостерегающей окраской существует за счет «дурной славы» своего образца, т. е. живет благодаря обману, так как само по себе оно безвредно.

Явление мимикрии наблюдается у животных и растений как средство пассивной защиты против активных врагов, т. е. животных и человека (например, описанное Н. В. Цингером в 1909 г. сходство семян льна и льняного сорняка Camelia linicola).

Специфическое защитное свойство растений, выработавшееся у них в борьбе против определенных видов микробов, растений и животных, представляет открытое Б. П. Токиным явление фитонцидов, или биологических антисептиков. Аналогичные им вещества (грамицидин, пенициллин и другие) нашли уже широкое применение в медицине в качестве мощных бактерицидов. Посредством летучих фитонцидов растение как бы само себя стерилизует. Фитонциды не только убивают представителей низших растений и простей-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ших животных, но и на расстоянии иногда оказывают губительное действие на млекопитающих. Растительные яды имеют то же биологическое значение, содействуя защите соответствующих растений от поедания их животными.

С другой стороны, выделяемые растениями летучие органические вещества, как показал Г. Г. Холодный, могут содержать витаминоподобные вещества и потому их усвоение определенными организмами является для последних полезным, входя в их режим питания.

Как видим из сделанных кратких замечаний, возникновение даже таких своеобразных явлений, как мимикрия и фитонциды, связанных с межвидовыми отношениями, в конечном счете зависит от процесса питания (и защиты от поедания).

Структура биоценоза

Биоценозы, сообщества организмов, отличаются определенной структурой. Неправильно по характеру входящих в биоценоз систематических группировок выделять микробоценозы, фитоценозы, зооценозы, ихтиоценозы, энтомоценозы и т. п. Элементом структуры биоценоза будет его ярусность, хорошо заметная в лесу, воде, почве. Ярусом

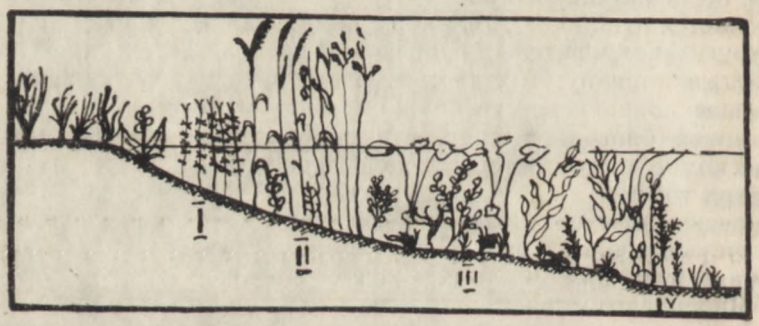

Рис. 11. Ярусы водной растительности озера: *I* — прибрежной (осоки, стрелолист, хвощ); *II* — надводной (камыш, тростник, рогоз); *III* — с плавающими листьями (кувшинки, кубышки, рдесты); *IV* — подводной (роголистник; хара, мхи)

сообщества, или синузией, называется группа видов, образующих сходные жизненные формы, например, кустарниковые и древесные растения, надводные и плавающие растения и т. п. (рис. 11). Сидячие животные на дне моря также образуют характерные ярусы. Но и в распределении подвижных животных можно отметить определенную ярусность (снизу вверх): население глубоких слоев почвы, поверхност-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ных ее слоев, подстилки, наземных обитателей, сообитателей определенных ярусов растительности — травянистой, кустарниковой, древесной и т. п. Структура биоценоза зависит от количества его членов, характера пищевых цепей и ряда других моментов. Подобно организмам и видам, биоценозы не остаются постоянными. Биоценозы развиваются: в них происходят сложные и многообразные качественные и количественные изменения. Изменения абиотической среды влияют на биоценоз, последний в свою очередь изменяет абиотические условия жизни организмов. Качественные изменения биоценоза состоят в изменении видового состава: в биоценозе происходят процессы видообразования, в биоценоз внедряются новые виды, из него выпадают старые виды. Количественные изменения биоценоза зависят от динамики численности входящих в него популяций — увеличения численности особей одних видов и уменьшение численности других. Количественные изменения численности популяций могут приводить к качественным изменениям биоценоза.

Закономерные изменения биоценозов, происходящие под влиянием жизнедеятельности организмов, называют сукцессиями: например, зарастание озера и превращение его в болото, луг и т. п. Подробнее о всех этих вопросах говорится во второй части книги.

Сложность и недостаточная изученность относящихся к биоценологии вопросов приводила и приводит к возникновению в этой области различных гипотез и прямо ошибочных взглядов.

Кризис буржуазной науки, распространение в биологии взглядов относительно независимости природы организма от условий жизни, возрождение виталистических представлений, механистическая идея «подвижного равновесия» в природе и т. п. привели к тому, что в экологии и особенно в биоценологии развиваются некоторые неправильные взгляды, связанные с социологизацией биологических явлений, представлением о биоценозе как организме высшего порядка и др.

Глава 6

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ

В заключительной главе первой части книги, посвященной экологии, мы рассмотрим некоторые специальные проблемы экологии, имеющие важное научное и народнохозяйственное значение.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Проблема «организм как индикатор качеств среды»

Благодаря требованию организмом для своего существования и развития определенных абиотических и биотических условий, возможно по нахождению или отсутствию особей того или иного вида составить себе представление об особенностях среды в данном месте. В целом ряде случаев среду можно быстрее и точнее характеризовать по ее биологическим показателям, чем путем проведения специальных химических и иных исследований.

На тесную связь организмов с условиями существования раньше всего было обращено внимание в санитарной гидробиологии, которая стала использовать отдельные виды гидробионтов в качестве биологических показателей загрязнения (сапробности) природных вод промышленными и коммунальными стоками.

Полисапробами, живущими в анаэробных условиях сильно загрязненной белковыми веществами среды, являются серобактерии Beggiatoa, протококковая водоросль Polytom uvella, инфузории Paramaecium putrinum и Vorticella putrina, червь Tubifex tubifex (при массовом развитии), из насекомых — только крыска Kristalis tenex.

Среди мезосапробов различают две группы. В полуанаэробных условиях обитают альфа-мезосапробы: гриб Mucor, жгутиковая водоросль Euglena viridis (при высокой продукции), инфузории Stentor coeruleus и Par. caudatum, коловратка Rotifer neptunius, водяной ослик Asellus aquaticus, личинки мотыля Chironomus plumosus, двустворчатый моллюск Sphaerium corneum и др.

К числу бета-мезосапробов, обитающих в аэробных условиях, относятся синезеленая водоросль Aphanizomenon flos-aquae, обусловливающая «цветение» вод, диатомея Melosira varians, зеленая нитчатка Cladophora, из цветковых — роголистник Ceratophyllum demersum, затем коловратки Brachionus и Anuraea, ракообразные Cyclops и Daphnia, моллюски Limnaea auricularia, Valvata и Vivipara, наконец, ряд рыб (вьюн, золотистый карась, линь, карп, взрослые угри, колюшки, верховка, уклейка, голец) и лягушки.

Олигосапробами, населяющими чистые, незагрязненные бассейны, являются: диатомея Melosira italica, коловратка Notholca longispina, моллюск Dreissena polymorpha, ракообразные Astacus fluviatilis, Gammarus pulex, Diaptomus graciloides, Bythotrephes longimanus, личинки стрекоз, поденок и ручейников, рыбы — стерлядь, форель, язь, щука, окунь, налим и др., из амфибий — тритоны.

Перечисленные организмы являются показательными для определенной степени загрязнения воды, если они встречаются не единичными экземплярами, а развиваются в нор-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

мальных для популяции количествах или в массе (соответствует оптимуму). В небольших количествах, в качестве примеси, они могут встречаться также и среди населения, свойственного иным стадиям сапробности.

Сезонное состояние планктона является индикатором ледового режима и, в частности, может быть использовано для ледовых прогнозов в обстановке арктических рейсов. Близ кромки полярных льдов в районе их таяния пышно развивается фитоплатон.

Биологические показатели рыбных скоплений могут быть разделены на отрицательные и положительные. Отрицательными показателями являются такие, присутствие которых означает отсутствие искомого вида рыбы. Например, в годы массового подхода в наши дальневосточные воды сардины иваси было замечено, что при наличии в определенном районе моря холодолюбивых медуз и ребровиков исключается возможность присутствия здесь тепловодной сардины. Очевидно, что при подобной ситуации бесполезно применение эхолота или других средств прямой разведки. Таким образом, объект разведки и его отрицательные биологические показатели являются антагонистами в экологическом отношении. В такой же отрицательной корреляции находятся сельдь и фитоплатон в случае его массового развития и т. д.

Иначе обстоит дело с положительными показателями, присутствие которых указывает на возможность наличия интересующего нас вида. Одни из них являются экологическими аналогами по отношению к внешним абиотическим факторам, так как обладают сходными требованиями к условиям жизни (например, дальневосточная сардина и анчоус). Другие служат потребителями исследуемой рыбы (хищные беспозвоночные, хищные рыбы, рыбоядные птицы и млекопитающие): их присутствие обычно связано со скоплением рыбы. Наконец, третью группу положительных биологических показателей составляют кормовые для рыб организмы — определенные формы планктона, бентоса и рыб (последние — для хищников).

Метод биологических показателей, особенно по кормовым организмам, ценен не только тем, что дает указание на возможность нахождения рыбы, но также и тем, что позволяет делать некоторые заключения о количестве рыбы. Избирательность многих рыб в отношении кормовых организмов дала повод составлять карты и таблицы, в которых указывалась прямая корреляция уловов с плотностью популяции кормовых организмов, однако чаще эта зависимость более сложная.

В охотничьем хозяйстве объект иногда также разыскивают по его кормовым средствам (особенно по «поеди»), причем

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

возможно определение выхода пушнины по запасам кормов (например, белки — по кедровому ореху и т. п.).

Растения являются хорошими индикаторами не только климатических особенностей местности (вспомним отличия в растительности засушливых и влажных местообитаний, холодных и жарких районов), но и эдафических условий, вызывающих различия в видовом составе и облике растений песчаных, известковых, солончаковых почв и т. п. Зависимость растений от условий почвы определяется, в частности, особенностями минерального питания, а последнее зависит от элементов, содержащихся в грунтовых и почвенных водах. Поэтому уже по общему облику растительности можно судить о неглубоком залегании рудных тел. Такой косвенный метод разведки, как и в рыбном деле, позволяет более эффективно использовать затем прямые методы геологической разведки полезных ископаемых. Поиски урана ботаническими методами так называемой геоиндикации возможны при залегании руды на глубине не более 23 м от поверхности.

Характер растительности может служить показателем, например, степени осушения болотных лесов. Снижение встречаемости сфагновых мхов, клюквы и пушицы и возрастание встречаемости лесных мхов и брусники служат признаками степени осушения, для которой устанавливается несколько градаций.

По наблюдениям П. И. Мариковского, муравьи-жнецы (род Messor) могут быть использованы в качестве индикатора грунтовых вод в зоне пустыни. Эти муравьи строят свои муравейники в межбарханных понижениях песчаных пустынь и других биотопах, обычно лишенных поверхностных источников. Жилище устраивается в земле, причем отверстие единственного хода бывает (особенно на солончаках) окружено правильным кратерообразным валиком выброшенной земли, который в случае дождя предохраняет муравейник от затопления жидкой грязью. Разветвления ходов вертикально спускаются на глубину 2—3 м или даже 25—30 м, в зависимости от глубины залегания водоносного слоя, в непосредственной близости над которым муравьи хранят зерна растений — свой корм. Таким образом, нахождение муравейника жнецов свидетельствует об обязательном наличии в данном месте грунтовых вод.

Рассмотренная проблема биологических показателей наглядно показывает, какое практическое применение могут находить сведения по экологии отдельных видов и что основой всех подобных работ является глубокое аутэкологическое исследование.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Проблема биологического метода очистки сред

В результате производственной деятельности человека сильно загрязняются воздух, вода, почва. Очень важен вопрос относительно возможности применения организмов для очистки сред их жизни. В основе биометода очистки лежит избирательное отношение организма к условиям жизни.

Проводимое в населенных пунктах озеленение — одно из действенных средств очистки загрязненного воздуха при участии растений. Широкое распространение получила биочистка сточных вод, являющаяся одним из эффективных способов обезвреживания загрязненных вод для подготовки их к спуску в открытые природные водоемы. Этот способ основывается на применении микробиальных процессов распада и минерализации органических веществ, подобных тем, которые происходят в природных условиях в почве и водоемах при их так называемой «самоочистке». Микроорганизмы используют для своей жизнедеятельности содержащиеся в воде органические вещества и тем самым очищают воду и ухудшают условия жизни в ней патогенных бактерий, количество которых резко сокращается.

Для биологической очистки сточных вод применяются четыре основных типа сооружений: очистные пруды, аэротенки, поля орошения и фильтрации, биологические окислители (фильтры).

В настоящее время особенно актуальным является вопрос о возможности использования организмов для очистки сред жизни от расщепляющихся элементов и других продуктов атомного распада. Установлена возможность дезактивировать биологическим методом воду, содержащую в растворе радиоактивные изотопы. При этом используется закономерная смена жизненных форм в развитии биоценоза. Определенные компоненты биоценоза извлекают изотопы из раствора, а затем переводят их в нерастворимое состояние, откладая в виде детрита на дне водоема. Другие организмы, поселяющиеся им на смену, погребают их радиоактивные останки под своими отложениями. В итоге этого процесса отравленный водоем очищается.

Проблема биологического метода борьбы с вредными организмами

Человеку, его здоровью и различным отраслям хозяйства приносят вред отдельные виды микроорганизмов, растений и животных. При этом следует иметь в виду, что «польза» и «вред» тех или иных организмов для человека относительны и могут изменяться в зависимости от конкретных условий.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

В различных отраслях хозяйства человеку приходится вести борьбу с вредными организмами. Наиболее эффективно эта борьба может быть организована при знании требований, предъявляемых вредителями к условиям жизни. В практике используются различные методы борьбы — механические, физические, химические и биологические. С точки зрения интересов экологии особого внимания заслуживает биологический метод борьбы, который используется в садоводстве, растениеводстве, лесоводстве, рыбоводстве и некоторых других отраслях хозяйства.

Биологический метод получил равноправное значение наряду с химическим и другими в деле защиты растений, особенно в борьбе с вредителями субтропических культур, где он часто рентабельнее и эффективнее других методов.

Подавление вредоносного вида при биометоде борьбы достигается тем, что паразит или хищник: 1) уничтожает вредителя, пожирая или убивая его продуктами обмена веществ; 2) вызывает заболевание своим развитием или передачей возбудителей других болезней; 3) ослабляет жизнеспособность и плодовитость при частичном поражении вредителя.

Идея бактериологического метода борьбы с вредными животными выдвинута и разработана И. И. Мечниковым. Основное значение для практики биометода имеют паразиты из типа членистоногих, главным образом, из класса насекомых. Частично используются для целей биометода также позвоночные животные.

Для борьбы с кроликами в Австралии был успешно применен биологический метод в виде заражения их миксоматозом, так как использование химических способов борьбы, отстрела и отлова не дало эффекта. Миксоматоз — вирусное заболевание, передающееся контактным путем, а также через москитов и некоторых мух. Эпизоотия вызывает огромную смертность среди диких кроликов, но не причиняет вреда домашним животным и другим представителям дикой фауны.

С конца 20-х годов XX в. широко разводится ввезенный из-за границы афелинус, применяемый для борьбы с кровяной тлей. Теперь афелинус (Aphelinus mali) широко распространен в садах Крыма, Кавказа, Средней Азии и Украины. Местами тля уничтожалась столь полно, что монофаг афелинус вымирал.

Применение биометода, основанного на использовании в интересах человека антагонистических межвидовых отношений, приводит к изменению природных или культурных биоценозов. Биометод позволяет вскрыть некоторые особенности биотических отношений, которые вне сферы его применения не привлекали к себе особого внимания. Нередко

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

имеет место множественный паразитизм, т. е. одновременно заражение хозяина двумя или более видами разных первичных паразитов. При этом одни паразиты могут поражать только яйцо, другие — личинку, третьи — куколку, четвертые — взрослое насекомое. При множественном паразитизме внутри тела хозяина могут возникнуть сложные явления конкуренции между паразитами с разным исходом.

Особое явление представляет сверхпаразитизм, когда наблюдается паразитирование не одного паразита за счет другого, а обоих вместе за счет хозяина. Сверхпаразитизм может быть многостепенным (известны паразиты четвертого порядка). «Избегать вторичных паразитов — один из самых первых и общих принципов биологического метода борьбы», — говорит И. А. Рубцов (1948, с. 102).

Проблема экологии человека

Если анатомия и эмбриология человека изучаются уже много столетий, то экология человека насчитывает только два-три десятилетия. Теперь это очень важный раздел экологии. Экология человека развивается на разных уровнях — организменном, популяционном, видовом, биоценотическом и экосистемном (Иоганзен, Логачев, 1976).

Очень важным является вопрос об отношении человека к биоценозу. В. Н. Сукачев не находит человеку места в системе биогеоценоза, что представляется неправильным.

Есть все основания считать человека полноправным членом биоценоза. Человек может играть разную роль в составе биоценоза — от случайного присутствия до его ведущего члена. Биоценозы с участием человека (антропоценозы) можно разделить на три группы: 1) натурценозы — при слабом воздействии человека на природу, например, охотниками, грибниками, ягодниками и т. д.; 2) агроценозы — сельскохозяйственные угодья; 3) урбаноценозы — промышленные зоны и города (Иоганзен, Логачев, 1976, 1977).

К проблеме экологии человека относятся вопросы адаптации человека к экстремальным условиям, стоящие в центре внимания современной медицинской науки, а также ряд других вопросов медицины, паразитологии, санитарии.

Экологическое учение Е. Н. Павловского о природной очаговости трансмиссивных заболеваний поставило на прочную научную основу дело борьбы с ними, дало возможность приступить к их ликвидации. Изучение биологического цикла циркуляции источника инфекций или инвазии в природном очаге позволяет найти уязвимое звено, удар по которому разрывает всю цепь. Так, в начале 50-х гг. в ряде мест СССР ликвидирована малярия, а в настоящее время

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

осуществляются мероприятия по ликвидации клещевого энцефалита, бруцеллеза, туляремии, описторхоза, дифиллоботриоза и других заболеваний.

Вопросы адаптации организмов к тем или иным факторам имеют глубокое практическое медицинское значение. Так, известно, что болезнетворные микроорганизмы довольно быстро адаптируются к лечебным средствам. Например, при проведении химиотерапии туберкулеза посредством стрептомицина или фтивазида возникают устойчивые формы туберкулезных бацилл — стрептомициноустойчивые, втивазидоустойчивые и т. п. Это ведет к ослаблению или полному прекращению лечебного действия того или иного препарата. Чтобы избежать соответствующей адаптации, рекомендуется применять комбинированное лечение посредством использования нескольких препаратов, прием которых чередуется.

Проблема антибиотиков интересует и медиков, и экологов, так как это продукты, имеющие значение в межвидовых связях микроорганизмов с животными и растениями.

С целью увеличения запасов воды для нужд коммунального хозяйства и промышленности, а также для улучшения ее качества на реках сооружаются водохранилища запрудного типа. При отстое воды снижается количество содержащихся в ней бактерий, а также уменьшается мутность и изменяются другие свойства. Вместе с тем в водохранилищах развивается такое неблагоприятное явление, как «цветение» воды, вызванное массовым развитием планктоновых водорослей, отмирание которых вызывает резкое ухудшение ее физико-химических свойств. Борьба с цветением воды — важная экологическая проблема.

Прогрессирующее загрязнение природных вод различными промышленными и коммунальными стоками и отбросами выдвигает большие задачи перед санитарией. Санитарная гидробиология и почвенная микробиология изучают организмы в качестве показателей загрязнения и исследуют их роль в процессе очистки загрязненных вод и почв. Практика применения биофильтров и дезинфекции целиком строится на данных экологии.

Особо актуальными становятся вопросы предохранения человека от вредных ионизирующих излучений и продуктов радиоактивного распада. Важность соответствующих исследований подчеркивается созданием новых научных направлений — радиационной генетики, радиоэкологии, радиологии, радиобиологии, которые изучают действие излучений на живой организм. Радиоактивные элементы, попадая в воду, воздух или почву в результате атомных взрывов или несоблюдения необходимой изоляции отходов ядерных реакторов и захоронения продуктов опытных работ, далее поглощаются организмами и через системы экологических связей

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

(пищевых цепей и пр.) заражают обширный круг живых существ, которые обладают избирательной способностью накопления соответствующих веществ до вредных для окружающего концентраций. Все это весьма опасно и может привести к массовому появлению слабых и нежизнеспособных растений, животных и людей, и нанести непоправимый ущерб будущим поколениям. Поэтому активная борьба против дальнейших испытаний ядерного оружия является основной задачей всего прогрессивного человечества в настоящее время.

Так, экология одним из своих приложений выходит за рамки непосредственно биологических наук и приобретает более общее значение в жизни современного общества. Другая область общественного приложения данных современной экологии — содействие борьбе против мальтузианства во всех его разновидностях. Вопрос имеет непосредственное отношение к здравоохранению, так как практические рекомендации мальтузианцев касаются средств ограничения деторождения. Экология, показав, что животным и растениям, составляющим основные средства существования человека, свойственны еще более быстрые прогрессии размножения, чем людям, как отметил К. Маркс, лишила лжеучение Мальтуса всякого основания. Таким образом, через проблемы экологии человека, здравоохранения и санитарии экология соприкасается с социологией.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Часть 2. БИОГЕОЦЕНОЛОГИЯ

Глава 7

БИОГЕОЦЕНОЛОГИЯ КАК НАУКА

Биогеоценология — это наука о строении и функционировании населенной организмами поверхностной оболочки Земли — биогеосферы (биогеоценотической оболочки) и ее индивидуальных единицах — биогеоценозах. Представление о таких единицах земной поверхности, в которых происходит свой особый круговорот веществ и энергии, обеспеченный как действием конкретного сочетания абиотических факторов, так и деятельностью свойственных этому сочетанию группы организмов, возникло более или менее независимо в разных науках: в экологии, геоботанике, гидробиологии, ландшафтоведении, геохимии. Премущественным звеном исследования в рамках этих наук является либо животное или растительное население участка земной поверхности, либо его геологическая основа, либо характер геохимических процессов, в результате чего понятия о размерах и содержании подлежащих изучению природных комплексов существенно разнятся, а единицей исследования выступает или экосистема, или биогеоценоз, или ландшафтная фация и т. д. Наиболее универсальными являются понятие «биогеоценоз» для природных единиц суши и аналогичное ему понятие «биогидроценоз», характеризующее природные единицы водоемов.

Биогеоценоз

Биогеоценоз (Сукачев, 1964) можно определить как участок земной поверхности, где на известном протяжении сообщество организмов и отвечающие ему части атмосферы, гидросферы, литосферы и педосферы остаются однородными, тесно связанными между собой также однородными взаимодействиями и поэтому в совокупности образующими внутренне взаимообусловленный комплекс. В биогеоценозе «сохраняется однородной система получения и превращения вещества и энергии и обмена ими с соседними биогеоценозами

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

и другими телами природы», границы же биогеоценозов «определяются, как правило, границами фитоценоза» — растительного сообщества.

Биогеоценоз — это участок земной поверхности, границы которого можно устанавливать в природе и нанести на карту. В пределах этого участка наблюдаются постоянство и однородность растительного покрова, животного населения и мира микроорганизмов. Можно выявить видовой состав всех этих организмов, и он в сходных биогеоценозах должен быть схож. Между различными организмами и их группами устанавливаются многообразные пищевые (энергетические) и информационные связи, через которые регулируется жизнь населения биогеоценоза и поддерживается его стабильность. Эти связи и энергетические потоки специфичны для разных типов биогеоценозов. Сложные поточные взаимодействия устанавливаются в биогеоценозе между всеми составляющими косной среды (почвой, водой, воздухом), которые также являются относительно однородными в пределах биогеоценотических границ. Наконец, третий тип потоков вещества и энергии регулирует отношения между организмами биогеоценоза и его неживой (косной) частью. В результате биогеоценоз выступает как информационное и энергетическое целое по отношению к другим единицам природы, обменивается с ними веществом и энергией (рис. 12).

В населении биогеоценозов различаются: 1) продуценты — главное энергетическое звено, образованное автотрофными зелеными растениями, создающими живое вещество; 2) консументы — потребляющие живое вещество гетеротрофы, преимущественно животные; 3) редуценты — также гетеротрофные организмы, разрушающие отмершее вещество, главным образом, бактерии и грибы. Основным источником энергии в биогеоценозах служит солнечная энергия; ее превращения начинаются с поглощения хлорофиллом квантов видимого света. Часть этой энергии, превращенная в энергию химических связей собственного тела, служит источником, за счет которого существуют все гетеротрофные организмы.

Растения находятся в постоянной зависимости от почвы, атмосферы, животных и микроорганизмов. Химический состав почвы, ее влажность и физические свойства влияют на рост, развитие, плодоношение и возобновление растительности, а та в свою очередь в сильной степени воздействует на почву, определяя главным образом качество и количество органического вещества в почве и влияя на ее физические и химические особенности. Происходит перекачивание минеральных веществ из различных горизонтов почвы в надземные части растений, а затем возвращение их в почву в виде растительного опада. Этот процесс обычно называют биологи-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ческим круговоротом веществ, важной стороной которого является то, что он непрерывно сопровождается процессом передачи и превращения энергии. Огромную роль играет растительность в водном режиме почвы. Растения поглощают влагу из разных ее горизонтов и отдают затем в атмосферу путем транспирации, влияют на испарение воды с поверхности почвы, воздействуют на поверхностный сток воды и на подземное ее перемещение.

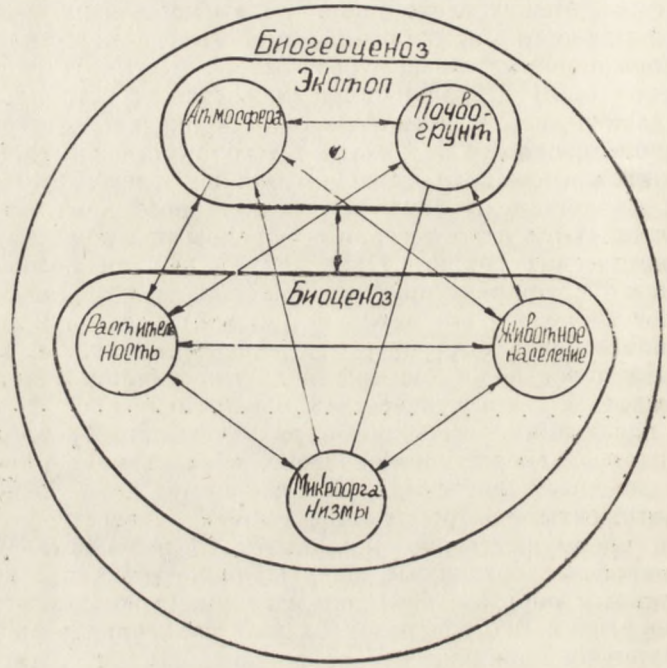

Рис. 12. Схема взаимодействий компонентов биогеоценоза

Не менее сложные связи наблюдаются между растительностью и атмосферой. Если рост и развитие растительности зависят от температуры, влажности, движения и состава воздуха, то в свою очередь растительность влияет на эти свойства атмосферы. Каждый биогеоценоз имеет свой микроклимат, называемый иногда фитоклиматом, под которым понимаются те свойства атмосферы, которые изменены самим организменным населением биогеоценоза. Животные в процессе своей жизнедеятельности многосторонне влияют на растительность, как непосредственно, питаясь ею, строя в ней свои убежища, содействуя опылению цветков и распространению семян, так и косвенно, изменяя почву, удобряя

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ее, разрыхляя, вообще меняя ее химические и физические свойства, оказывая влияние на атмосферу.

Климатические условия оказывают влияние на почвообразовательный процесс, а почвенные процессы, определяя так называемое дыхание почвы, изменяют атмосферу. Почва влияет не только на населяющий ее животный мир, но и косвенно на весь остальной; животный же мир воздействует на почву. Микроорганизмы своей деятельностью в почве разрушают одни соединения, органические и неорганические, создают новые вещества, в том числе и газообразные, и влияют на атмосферу, животный мир и растительность. Все эти взаимодействия проявляются либо непосредственным (прямым), либо косвенным путем. Косвенное взаимодействие всегда имеет место потому, что все компоненты биогеоценоза между собой взаимосвязаны и взаимообусловлены. Кроме того, каждый отдельно взятый компонент представляет собой сложное явление, все части которого также взаимодействуют между собой.

Биогеоценоз является очень динамичной системой природы, непрерывно изменяющейся и развивающейся на основе внутренних противоречивых тенденций его компонентов. Эти изменения могут быть колебательными и кратковременными, обеспечивающими легкообратимые реакции компонентов биогеоценозов, например, суточные, сезонные и разногодичные перемены, сопряженные с изменениями интенсивности или продолжительности освещения, тепла, влажности. Это циклические, или сезонные, изменения.

Наряду с ними изменения биогеоценозов могут быть направленными в одну определенную сторону, например, в сторону нарастания увлажнения почвы при заболачивании суши расползающимся торфяником, при изменении поемности в результате изменения базиса эрозии реки и пр. В этом случае происходят сукцессионные изменения, протекающие обычно медленно и отражающие постепенные преобразования состояний и свойств одних компонентов биогеоценоза под действием других. Эти изменения приводят к смене биогеоценозов. При внезапных и катастрофических переменах в состоянии того или другого компонента под действием природных стихий или влияния человека смены биогеоценозов могут происходить быстро и нередко сопровождаются глубокой перестройкой структуры и функций исходного биогеоценоза или даже полным разрушением всей системы. Но несомненна и высокая устойчивость, гомеостатичность природных биогеоценозов во времени. Благодаря ей биогеоценозы, выведенные из своего гомеостатичного состояния той или иной причиной, после устранения ее действия со временем восстанавливаются в форме, близкой к исходной.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Из истории биогеоценологии

Наука о единицах природы — биогеоценозах — возникла в СССР, и не случайно. Необходимость ее появления была предсказана еще В. В. Докучаевым (1898), который считал, что должна быть создана «особая наука, изучающая генетическую, вековечную и всегда закономерную связь, которая существует между мертвой и живой природой, между растительным, животным и минеральным царствами», что наука эта «займет самостоятельное место со своими собственными, строго определенными задачами и методами, не смешиваясь с существующими отделами естествознания». Но еще ранее, в 1852 г., профессор Московского университета К. Ф. Рулье писал: «Полагаем задачей, достойной первого из первых ученых обществ ... исследовать три вершка ближайшего ... болота относительно растений и животных в их постепенном взаимном развитии организации и образа жизни посреди определенных условий».

Несомненный приоритет в формулировании ряда основных представлений биогеоценотической науки принадлежит Р. И. Аболину (1914), который рассматривал поверхностные, или эпигенные, образования земной коры — рельеф, грунт, почвы, растительность — в их взаимосвязи, считая, что в совокупности они образуют сплошную оболочку суши от экватора до полюсов, так называемую эпигенему. В соответствии с зональным и провинциальным делением земной поверхности эпигенема распадается на эпизоны и эпиобласти. В пределах каждой эпиобласти (или эпизоны) развито несколько эпитипов: болотный, лесной и луговой эпитипы, которые состоят из природных единиц — эпиморф. В частности, болотный эпитип складывается из конкретных участков болот или болотных массивов, различающихся по топографии, условиям увлажнения и питания, химизму и физическим свойствам торфа, характеру почвы, составу и экологии растительности. Эти части, или эпиморфы, вполне индивидуальны, каждая из них живет своей самостоятельной жизнью и характеризуется рядом присущих ей особенностей рельефа поверхности, условий увлажнения и питания, растительности, свойства почвы, мощности и характера подстилающего торфа и т. д. Таким образом, современный биогеоценоз близок эпиморфе, компоненты биогеоценоза соответствуют эпигенам, а биогеоценотическая оболочка, по В. Н. Сукачеву, является синонимом эпигенемы, по Р. И. Аболину (Пьявченко, 1974). Следует отметить также, что успешное восприятие биогеоценотических идей отечественной наукой было подготовлено также фундаментальными работами В. И. Вернадского (1927) о роли организмов в геохимической эволюции Земли.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Становление биогеоценологии как науки и разработка ее понятийного аппарата связаны с выходом работ академика В. Н. Сукачева «Биогеоценология и фитоценология» (1945) и «Основы теории биогеоценологии» (1947), в которых были изложены основные положения этой науки и обоснована необходимость ее развития. До 1965 г. происходило формулирование основных понятий и терминов биогеоценологии и сведение воедино тех многочисленных данных конкретных наук, которые имеют отношение к биогеоценотическим процессам. Особое внимание было обращено на выяснение взаимодействий отдельных компонентов биогеоценоза. Обобщение этих материалов было проведено в ряде публикаций, центральное место среди которых занимает монографическая сводка «Основы лесной биогеоценологии» (1964) под редакцией В. Н. Сукачева и Н. В. Дылиса.

Выяснилось, что основные биогеоценотические процессы, к которым относятся (Титлянова, 1976) процессы транспорта, процессы преобразования и процессы, стимулирующие и регулирующие, требуют для своей расшифровки специальных исследований, основанных на целостном представлении о биогеоценозе. Эти наблюдения развернулись с 1965—1966 гг. на многих стационарах, унификации работ на которых в значительной степени способствовала публикация «Программы и методики биогеоценотических исследований» (1966). Основное внимание в стационарных работах уделяется сбору конкретного материала по характеристике метаболизма различных типов биогеоценозов и исследований их первичной и вторичной продуктивности.

Дальнейшее развитие биогеоценологии идет путем оформления нескольких направлений исследований: учения о биогеоценозе, исследующего состав, пространственную структуру и развитие биогеоценозов; учения о типах биогеоценозов и учения о системах биогеоценозов. Особое значение приобретает применение в биогеоценологии теории систем и использование идей и методов кибернетики, к частным задачам которых относятся изучение механизмов регуляции биогеоценотических процессов и способов обеспечения устойчивости биогеоценозов. Использование макетных и программных моделей биогеоценоза и его подсистем позволяет не только произвести формализацию описания строения и функционирования биогеоценозов, но и найти пути их реконструкции и создания новых биогеоценозов.

Экосистема

С начала XX в. за рубежом идет развитие представлений об экосистемах. Однако достаточно полно они были сформулированы лишь в 1935 г. английским экологом А. Тенсли

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

(Tansley, 1935), который следующим образом выразил свои представления о неразрывной связи организмов и среды: «Хотя организмы могут претендовать на то, чтобы мы уделили им основное внимание, однако, когда мы более глубоко вдумаемся, то не можем их отделить от конкретной окружающей обстановки, вместе с которой они составляют единую физическую систему. Такие системы с точки зрения эколога являются основными единицами природы на земной поверхности». Существенный вклад в развитие учения об экосистемах был сделан в связи с изучением пищевых цепей организмов и составлением пирамид чисел. Линдеманом (Lindeman, 1942) был сформулирован энергетический подход для изучения пищевых цепей по трофическим уровням. Этот раздел экосистемных исследований был затем развит большой группой преимущественно американских экологов, среди которых выделяются исследования и обобщения, произведенные Г. и Ю. Одумами (Odum H., Odum E., 1955; Одум Ю. 1973).

Основное расхождение представлений о биогеоценозах и экосистемах заключается в следующем: если биогеоценозы выделяются как участки биогеоценотической оболочки и включают в себя все компоненты в пределах своих границ, то экосистемы выделяются по признаку трофических цепей (Александрова, 1971) и не обязательно включают все элементы биосферы на данном участке. В значительной степени подобное расхождение связано с тем, что биогеоценология развилась на базе фитоценологии и типологии лесов, а в становлении учения об экосистемах большую роль сыграли гидробиологические исследования.

Экосистема — внеранговое понятие. «Экосистемы могут быть крупными (озеро, лесной массив) или небольшими (аквариум с тропическими рыбками, растениями и моллюсками). Экосистемой следует считать лишь такие системы, которые обладают стабильностью и в которых происходит круговорот веществ» — указывают К. Вилли и В. Детье (1975). На эту же особенность экосистем обращает внимание и Ф. Дрё (1976): «Озеро представляет собой экосистему средней величины. Но это же понятие может быть отнесено к гниющему дереву или куче коровьего навоза, в котором сосредоточена целая флора и фауна, иногда очень богатые; оно применимо к буковой роще, занимающей несколько квадратных километров; к таким более или менее однородным и раскинувшимся на огромных пространствах биоценозам, как арктическая тундра, пустыня или тропическая саванна».

Несмотря на свою безранговость и очень широкий объем, использование понятия «экосистема» становится в последние годы все более распространенным, что связано с двумя об-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

стоятельствами. Во-первых, понятие экосистемы более универсально, чем биогеоценоз, и может быть применено не только к сухопутным, но и к водным и антропическим системам. Во-вторых, энергетические и трофические связи легче поддаются моделированию и математизации, чем другие качества биогеоценоза, что существенно важно в связи с популяризацией в биологии физических и математических понятий и методов. В этом плане рассмотрения важно положение, определяющее, что «биогеоценоз — это экосистема в границах фитоценоза» (Лавренко и Дылис, 1968). Иначе говоря, экосистема биогеоценоза — это система его внутренних функциональных связей. В. Д. Александрова (1971) полагает, что изучение биогеоценоза будет неполным, пока не вскрыта работающая в его пределах экосистема.

С этих позиций в настоящее время (Титлянова, 1976) принято рассматривать биогеоценоз как систему, состоящую из определенных блоков, в каждом из которых существуют запасы веществ и энергии. Блоки связаны между собой потоками вещества и энергии. Кроме того, существуют подобные потоки, входящие в биогеоценоз извне и выходящие из него. Под блоками понимаются любые компоненты биогеоценоза, в которые вещества и энергия поступают, в которых они преобразуются и из которых выходят, например, растения, почва, атмосфера. Каждый блок характеризуется измеряемыми величинами запасов веществ и энергии, а каждый поток — интенсивностью. В зависимости от детальности описания блоки биогеоценозов могут члениться на субблоки различного масштаба. Например, блок «почва» включает «твердую», «жидкую» и «газообразную» фазы. Субблок для органических компонентов не может быть меньше одного организма или неразрывно связанной симбиотической единицы. Обычно же в качестве субблоков выступают совокупности организмов, связанные единой функцией, формирующей поток, например, все азотфиксирующие водоросли или все целлюлозоразрушающие микроорганизмы.

Потоки вещества и энергии связывают субблок внутри блока, блоки внутри биогеоценозов, биогеоценозы — друг с другом и неделимыми компонентами биосферы. Различные потоки формируются различными совокупностями процессов: поток кислорода в атмосферу обеспечивается одним процессом — фотосинтезом, а поток органических соединений из подстилки в почву обеспечивается как процессом растворения органических соединений растительных остатков, так и сложными процессами биохимического преобразования веществ. Одни протекают с большой интенсивностью, например, фотосинтез, другие — с малой, например, синтез вторичных минералов. Таким образом, процессы, формирующие потоки, различаются своей природой, сложностью и интен-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

сивностью. Весьма удобно указанные функциональные особенности биогеоценоза представить в виде графической модели (рис. 13), которая, будучи насыщена эмпирическими данными, становится функциональной моделью биогеоценоза.

Безранговость понятия «экосистема» представляет в ряде случаев известное неудобство. В связи с этим европейские экологи (Дювиньо, 1962) различают три категории экосистем: микроэкосистемы (типа пня дерева, муравейника, навозной кучи); мезоэкосистемы, обычно равные фитоценозу, и макроэкосистемы типа тундры или океана. Выделение «экосистем в границах фитоценозов», т. е. экосистем биогеоценозов, позволяет произвести их типологическую классификацию, а также выделить другие экосистемы одного с биогеоценозом ранга. Действительно, в биогеоценозе основным энергетическим звеном являются высшие растения, территориальные размеры определяются границами фитоценоза, обязательным компонентом является почва, а структура определяется существованием на границе двух сред — атмосферы и педосферы. В водной среде, в водоемах формируются экосистемы одного ранга с биогеоценозом — биогидроценозы, которые отличаются другим набором признаков. В них основным энергетическим звеном являются мелкие планктоновые водоросли, границы крайне неустойчивы и слабо выражены, почва отсутствует и т. д. Кроме того, существуют еще группы экосистем, которые по рангу соответствуют биогеоценозам, но по ряду признаков не могут быть к ним причислены. Например, участки земной поверхности, где природные сообщества растений и животных существенно изменены физико-географическими процессами или деятельностью человека. В последнем случае мы можем говорить об антропических системах.

Геосистема

Параллельно с развитием представлений о биогеоценозах происходило формирование учения о ландшафтных фациях. В геологии термин «фация» обозначает пласт осадочных отложений, накопившийся в однородных условиях среды. Так, обнаружив отложения древней поймы, геологи выделяют в их толще прирусловую песчаную фацию и более тяжелую по составу фацию притеррасной поймы. Ландшафтоведы применили этот термин не только к геологическим остаткам древних ландшафтов, но и к современным ландшафтам. Сейчас под фацией понимается минимальная типологическая единица ландшафта, представляющая однородный участок земной поверхности, сложившийся в определенных условиях осадконакопления (или иного способа формирова-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

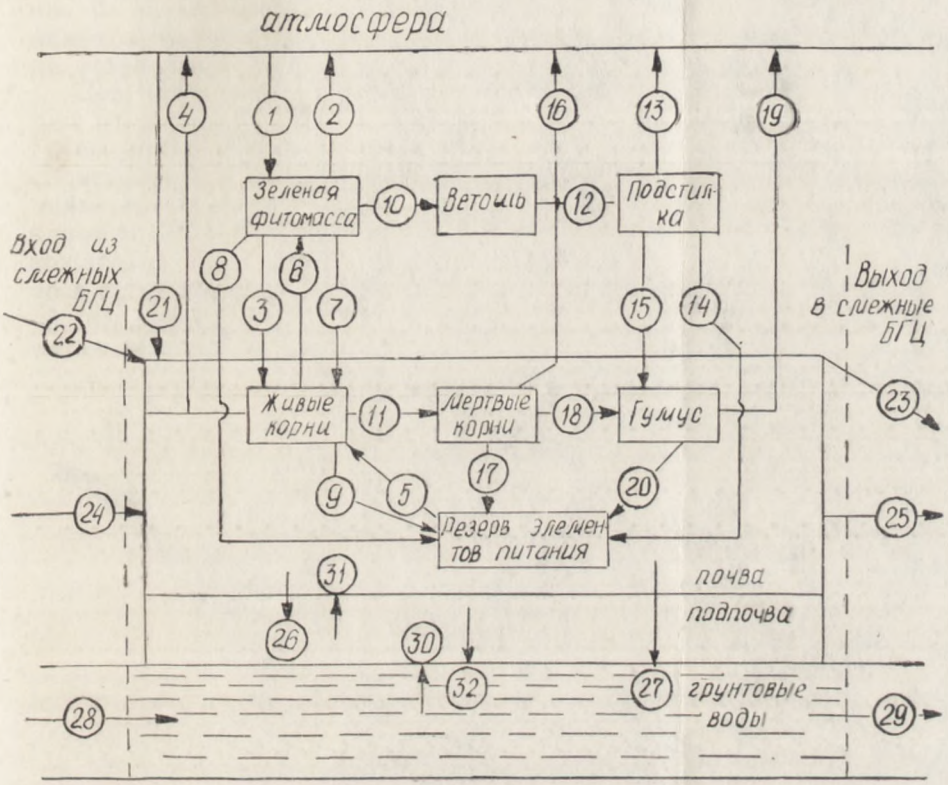

Рис. 13. Модель обменных процессов экосистемы биогеоценоза (Титлянова, 1976). Прямоугольники — блоки системы; стрелки с кругами — биогеопотоки. Интенсивности биогеопотоков и процессы. обеспечивающие поток: *1* — фотосинтез; *2* — дыхание надземных органов растений; *3* — транслокация синтезированных в надземных частях органических веществ в подземные органы; *4* — дыхание подземных органов растений; *5* — поглощение химических веществ подземными органами из почвы; *6* — транслокация химических веществ из подземных органов в надземные; *7* — транслокация химических веществ из надземных органов в подземные; *8* — вымывание химических веществ атмосферными осадками из надземных органов; *9* — корневые выделения в почву; *10* — отмирание надземных органов, переход их в ветошь; *11* — отмирание подземных органов и переход их в мертвые остатки; *12* — переход ветоши в подстилку, *13*, *14* — минерализация мертвых надземных растительных остатков; *15* — гумификация мертвых надземных растительных остатков; *16*, *17* — минерализация мертвых подземных растительных остатков; *18* — гумификация мертвых подземных растительных остатков; *19* — минерализация гумуса; *20* — освобождение элементов в результате минерализации гумуса; *21* — поступление химических веществ с атмосферными осадками; *22* — поступление химических веществ с водами поверхностного стока; *23* — вонос химических веществ из почвы с водами поверхностного стока; *24* — поступление химических веществ с водами внутрипочвенного бокового стока; *25* — вынос химических веществ с водами внутрипочвенного бокового стока; *26* — вынос химических веществ из почвы в подпочву с нисходящими гравитационными растворами; *27* — вынос химических веществ из почвы в грунтовые воды с нисходящими гравитационными растворами; *28* — поступление химических веществ с потоками почвенно-грунтовых вод; *29* — вынос химических веществ с потоками почвенно-грунтовых вод; *30* — поступление химических веществ из почвенно-грунтовых вод в подпочву с восходящими пленочно-капиллярными растворами; *31* — поступление химических веществ из подпочвы в почву с восходящими пленочно-капиллярными растворами; *32* — поступление химических веществ из подпочвы в почвенно-грунтовые воды

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ния земной поверхности) и включающая как сообщества организмов, так и косную среду, но с выделением на первый план рассмотрения геологической основы, толщи осадочной породы, отложенной за все время существования фации. Многие фации по своим показателям близки биогеоценозу и нередки попытки рассматривать эти понятия как синонимы. В. Н. Сукачев (1964) протестовал против отождествления этих понятий, отмечая, что объем понятия «фация» не установился и разные авторы понимают его по-раному.

Действительно, эти два понятия не синонимы; рассмотрим их различия на конкретных примерах. Прирусловые гривы поймы относятся к одной фации, характеризующейся слоистыми отложениями речного аллювия, особыми типами пойменного леса, особым характером увлажнения и микроклимата. Если на прирусловом валу участок леса уничтожен пожаром, другой вырублен и превращен в сенокосный луг, то в пределах фации мы наблюдаем три разных биогеоценоза: первичный пойменный лес, кустарниковые заросли на месте пожарища и луговой биогеоценоз на месте вырубки.

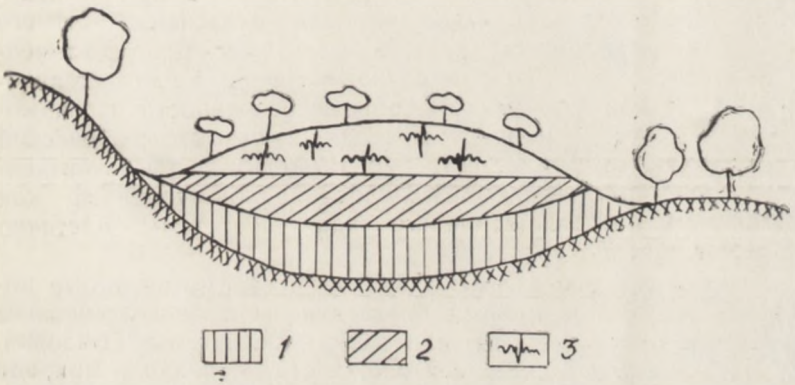

Рис. 14. Стратиграфия торфяного болота. Торфяные отложения: *1* — древесно-болотного; *2* — осокового; *3* — верхового сфагнового биогеоценозов

Очень наглядно это различие между биогеоценозом и фацией проявляется в болотных условиях. Здесь слабое развитие процессов разрушения отмерших растительных остатков приводит к накоплению особей горной породы — торфа. По мере накопления торфа (рис. 14) нижние его слои выходят из пределов биогеоценоза, но остаются в пределах фации. Они являются геологическим отражением биогеоценозов, лишенных организменной составляющей.

Таким образом, содержание ландшафтной фации неадекватно содержанию биогеоценоза; фация шире биогеоценоза

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

и в пространстве и во времени, хотя нередко в природе границы биогеоценоза и фации совпадают. В то же время, отказавшись от отождествления биогеоценоза и фации, мы не должны забывать, что биогеоценоз одновременно и биологическое (экологическое) и географическое понятие, что это участок биогеосферы, ее выдел на всю ее толщину; по своей границе он соприкасается с другими биогеоценозами, не перекрывая их, а внутри своих границ он характеризуется однородностью сочетания всех компонентов. Н. В. Тимофеев-Ресовский (1961) рассматривает биогеоценозы как элементарные хорологические (пространственные) единицы. Его мнение, которое можно сформулировать как «биогеоценоз — это элементарная биогеохора», было поддержано В. Н. Сукачевым и укрепилось в науке. В отличие от экосистемы, биогеоценоз может рассматриваться как географическое понятие и относиться к числу геосистем (Сочава, 1974).

Понятие «геосистема» — безранговое. Оно может употребляться для любого физико-географического или биогеоценотического объекта от всей геосферы до элементарной «топологической системы» — биогеоценоза. Если мы при исследовании биогеоценоза в какой-то мере отвлечемся от его экосистемной характеристики, то будем иметь дело с элементарной геосистемой. В этом случае на первый план исследований выступают не функциональные особенности и взаимодействия живых компонентов, а ландшафтно-географический аспект, включающий, естественно, и оценку результатов деятельности организмов. Исследование биогеоценоза как экосистемы и исследование его как геосистемы частично перекрывают друг друга.

Соприкасающиеся друг с другом и взаимосвязанные потоками веществ и энергии биогеоценозы и биогидроценозы образуют биогеосистемы или биогидросистемы (Бялович, 1973) большей или меньшей сложности. Нередко в природе такие системы выявляются как хорошо очерченные хорологические выделы, например, речная пойма. В пределах этой системы находятся и взаимодействуют различные биогидроценозы — речного русла, речных заливов, проток и пойменных озер. В эту же систему включены болотные и лесные биогеоценозы притеррасной пониженной части поймы, луговые, кустарниковые и лесные биогеоценозы центральной поймы, а также луговые, кустарниковые и лесные биогеоценозы. Биогеохора речной поймы представляет собой геосистему высокой сложности, все части которой находятся во взаимосвязанном и параллельном развитии, скреплены парагенетическими связями. К особенностям пойменной геосистемы относятся периодическое затопление ее полыми водами и значительное обсыхание возвышенных элементов поймы после спада воды. Большое значение в формировании поймы

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

имеют также механический состав и количество аллювиальных наносов, откладываемых половодьем, а также эрозийно-аккумулятивная деятельность речного русла. Особенности экосистемы поймы, т. е. особенности функционирования ее организменных компонентов, в значительной мере определяются особенностями ее геосистемы.

Биогеоценотический покров какой-либо территории состоит из сочетания определенных, взаимодействующих между собой биогеосистем, которые нередко различны по типу господствующих в них и между ними потоков веществ и энергии, по составу и структуре организменного населения и по своим размерам. В частности, системы биогеоценозов и биогидроценозов речной долины, склонов водораздельного плато и его вершины являются частями более крупной биогеосистемы — речного бассейна. Следует отметить, что отношения между биогеоценозами в биогеосистемах устанавливаются не только по линии непосредственного контакта их между собой, многие из них осуществляются по горизонтам, находящимся за пределами биогеосферы — в атмосфере и в глубине грунтов.

Таким образом, в биогеоценологии используется определенная сумма понятий и терминов, необходимых для описания как функциональных, так и пространственных характеристик населенной организмами земной оболочки и ее структурных единиц. Приводим некоторые из этих терминов в формулировке В. Д. Александровой (1971).

Основные понятия

Биосфера (Вернадский, 1926) — одна из земных оболочек, или геосфер, вещество которой коренным и необратимым образом преобразовано жизнью за время длительных геологических эпох. В биосферу входят субстратосфера, вся тропосфера, воды Мирового океана и суши, часть литосферы, испытавшая на себе влияние живых организмов, или биогенных по их современному составу атмосферы и вод. Толщина биосферы — до 40 км.

Биогеоценотическая оболочка (Сукачев, 1964) — область наибольшего средоточения живых существ. Включает не только совокупность живых организмов (растений и животных), но и ту среду (твердую, жидкую, газообразную), которая насыщена жизнью. Мощность биогеоценотической оболочки измеряется на суше метрами или десятками метров, а иногда и дециметрами (в крайних условиях существования доходя до сантиметров); в морях и океанах ее мощность выше, чем на суше. Синонимы: биогеосфера (Дылис, 1964), эпигенема (Аболин, 1914).

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Биогеоценоз (Сукачев, 1945) — элементарная хорологическая единица биогеоценотической оболочки, определяемая площадью одного фитоценоза.

Экосистема (Тенсли, 1935) — совокупность живых существ, связанных между собой трофическими связями, и неживых компонентов их среды, вовлекаемых ими в процессы взаимного обмена веществом и энергией. Экосистема — безранговое, широкое понятие, применимое к любым объектам биогеоценотической оболочки, где наблюдаются упомянутые связи (от одного организма с его средой до биогеоценотической оболочки в целом).

Геосистема (Сочава, 1968) — общее безранговое понятие для всех природных объектов, состоящих из живых и неживых или только из неживых компонентов, от ландшафтной сферы (географической оболочки) до биогеоценоза. Природные совокупности, состоящие только из живых компонентов (биоценозы, фитоценозы), в это понятие не входят.

Биогеоценозы и биогеосистемы одновременно являются и функциональными и хорологическими природными единицами. Некоторые их стороны исследуются путем применения биологических методов, в частности экосистемного анализа, другие стороны — путем использования методов и представлений географии, в том числе ландшафтоведения; кроме того, биогеоценология использует методы многих других наук, от геохимии и почвоведения — до кибернетики. Биогеоценология не относится ни к географическим, ни к биологическим наукам, это та особая наука, возникновение которой предвидел В. В. Докучаев. «Поэтому и биогеоценотический уровень изучения явлений природы,— указывает В. Н. Сукачев (1964),— не относится к серии биологических уровней; это уровень особого порядка».

Глава 8

УЧЕНИЕ О БИОГЕОЦЕНОЗЕ

Круговорот вещества в биогеоценозе состоит из двух основных этапов: 1) аккумуляции солнечной энергии и накопления органического вещества; 2) разрушения и минерализации накопленного органического вещества и высвобождения энергии. По этому принципу зеленые растения аккумулирующие солнечную энергию, составляют группу автотрофов, а незеленые растения, животные и микроорганизмы составляют группу гетеротрофов, разрушителей органического вещества. Последние распадаются на консументов (биофагов), потребителей живого вещества, и на редуцентов (сапрофагов), перерабатывающих отмершую органику.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Несомненно, что оба процесса — аккумуляции энергии и ее высвобождения — должны быть в биогеоценозе сбалансированы и для продолжения круговорота вещества и энергии аккумуляция их должна быть равной или превышать разрушение. Это правило соблюдается в природе в соотношении

Рис. 15. Пирамида биомасс (*А*) и пирамида численности организмов (*Б*) в биогеоценозе: *1* — автотрофные растения; *2* — организмы второго трофического уровня; *3* — организмы третьего трофического уровня; *4* — организмы четвертого трофического уровня

биомасс организмов, принадлежащих к разным трофическим уровням. В частности, биомасса автотрофных организмов значительно превосходит биомассу гетеротрофных (рис. 15).

Состав биогеоценоза

В противоположность соотношению биомасс количество видов, разрушающих органическое вещество, значительно больше количества видов накопителей. В буковых лесах Центральной Европы (Шенников, 1950) выявлены следующие количества видов автотрофов и гетеротрофов (табл. 1).

Таким образом, на один вид автотрофных растений приходится округленно 25 видов гетеротрофных организмов, из которых 8 видов — гетеротрофные растения, и 17 видов — животные. Если учесть, что мхи используются в качестве источника пищи очень немногими организмами (в основном не вошедшими в подсчет), то можно полагать, что около 200 видов высших растений обеспечивают существование почти 10 000 видов гетеротрофных организмов, из которых 6,4 тысячи составляют животные.

Еще более разительные результаты получаются, если учитывать не виды автотрофных и гетеротрофных организмов, а количество особей тех и других. Подсчитано, что на 100 см² листвы в среднем приходится у клена 92, дуба 47, осины 51, березы 23 экз. беспозвоночных животных. Не менее обильно животное население почв. На 1 м² отмершего мохового волокна на верховом болоте под Томском выявлено 22 600 экз., а в низинном болоте на этой же площади — 70 800 экз. беспозвоночных животных (Козловская, 1965) без простейших и микроорганизмов. В почве степной залежи обнаружено на такой же площади 200 000 экз. беспозвоночных животных (Шенников, 1950).

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Таблица

Количество видов продуцентов и консументов в буковых лесах Центральной Европы(Шенников, 1950)

Трофическая группа	Систематическая группа	Кол-во видов
Автотрофные растения	Высшие растения	215
	Лиственные мхи и печёночники	190
Всего автотрофных растений (без водорослей)		405
Гетеротрофные растения	Лишайники	280
	Базидиомицеты	1045
	Сумчатые грибы	800
	Фикомицеты	60
	Несовершенные грибы	1100
	Миксомицеты	50
Всего гетеротрофных растений (без бактерий)		3335
Животные	Млекопитающие	27
	Птицы	70
	Рептилии и амфибии	15
	Моллюски	70
	Пауки	560
	Многоножки	60
	Насекомые	5210
	Ракообразные	26
	Черви	380
Всего животных (без простейших)		6418

Под составом биогеоценоза следует понимать набор видов растений, животных и микроорганизмов, которые участвуют в круговороте веществ в биогеоценозе. Чем подробнее выявлен список видов биогеоценоза, тем полнее мы знаем его состав. Количество участвующих в биогеоценозе видов уже говорит о сложности устройства биогеоценоза и о характере биогеоценотических связей. Можно предполагать, что в большинстве случаев в богатых по составу биогеоценозах сложнее осуществляется обмен веществ, многочисленнее связи между компонентами и выше энергетический уровень всей

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

системы. По-видимому, с богатством состава биогеоценоза прямо связана сложность его функциональной структуры, т. е. сложность его экосистемы, и соответственно интенсивность круговорота веществ, а в конечном счете — устойчивость биогеоценоза.

Изучение состава биогеоценоза предполагает не только составление списка видов, слагающих его. Оценивается также обилие (численность) и экологическая характеристика этих видов. Каждый вид организмов обладает специфическими требованиями к условиям среды. Одни виды могут существовать в различных температурных условиях, жизнедеятельность других определяется узкими температурными границами; одни виды растений произрастают на различных по плодородию почвах, другим видам требуются почвы с узкими характеристиками физико-химических свойств.

Виды с широкой экологической амплитудой (эвритопы) могут встречаться в различных биогеоценозах, напротив, виды с узкой экологической амплитудой (стенотопы) встречаются в немногих близких биогеоценозах. Но даже эвритопный вид в одном или немногих биогеоценозах оказывается в условиях, близких к оптимальным, и здесь его численность (количество особей на единицу площади) становится максимальной и биогеоценотическая роль наибольшей. В других же биогеоценозах вид оказывается на периферии своего экологического ареала, его популяции становятся малочисленными, угнетается рост отдельных особей, замедляется их развитие, снижается участие в метаболизме биогеоценозов.

Большое значение в определении роли вида в биогеоценозе имеет его жизненная форма. Действительно, работа, произведенная в биогеоценозе одним деревом сосны, одним кустом брусники и одним экземпляром мха, различна, хотя все эти организмы выполняют сходные функции. И не только отдельные организмы, а популяции их выполняют в биогеоценозе разную роль. Различна в экосистемном плане деятельность популяции лося и популяции полевой мыши. Все эти организмы относятся к разным жизненным формам и участие их в круговороте веществ неодинаково. Особенно важна в биогеоценозе роль эдификаторной группы организмов, составляющих ядро биогеоценоза, его основу.

Пространственная структура биогеоценоза

Оценивая обилие разных видов в биогеоценозе и выявляя их жизненные формы, мы тем самым переходим к исследованию пространственной структуры биогеоценоза или его топологии, которая определяется, с одной стороны, набором жиз-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ненных форм организмов биоты, а с другой стороны, — известной неоднородностью и неравномерностью косных компонентов биогеоценоза в его пределах, и выражается в неравномерности размещения групп особей или видов в биогеоценозе.

Горизонтальная протяженность биогеоценоза обычно превышает вертикальную (высоту, глубину, толщину). Неоднородность биогеоценоза при рассмотрении его в горизонтальном плане особенно хорошо прослеживается по растительному покрову. Эта неоднородность имеет мелкие и крупные формы. Для относительно крупных единиц горизонтального расчленения биогеоценоза В. Н. Дылис (1969) предложил термин «парцелла». По его определению, «биогеоценотическими парцеллами называются структурные части горизонтального расчленения биогеоценоза, отличающиеся друг от друга составом, структурой и свойствами своих компонентов, спецификой их связей и материально-энергетического обмена. Обособлены парцеллы друг от друга в пространстве на всю вертикальную толщу биогеоценоза. На территории, занятой биогеоценозом, отдельные парцеллы могут быть представлены большим или меньшим количеством конкретных участков, довольно разнообразных по величине и конфигурации (от нескольких квадратных метров до десятков и сотен метров)».

Каждая парцелла характеризуется своими особенностями биогеоценотического метаболизма, которые во внешнем выражении наиболее отчетливо прослеживаются по структурным особенностям фитоэлемента: по числу, высоте или густоте ярусов, видовому составу растений, их формирующих, обилию, форме роста, возраста и жизненности растений, наличию внеярусных синузий. Иногда парцеллы хорошо разграничиваются по составу и строению подстилки, по границам снеговых пятен, в некоторых случаях по границам элементов микрорельефа. Границы между парцеллами могут быть резкими во всех биогеогоризонтах, и очень постепенными или проявляющимися только в некоторых биогеогоризонтах. Это зависит от контрастности доминирующих в смежных парцеллах жизненных форм растений или от возрастных отличий эдификаторов.

Различия между парцеллами одного биогеоценоза как по внешним признакам, так и по особенностям материального обмена нередко оказываются очень глубокими. Н. В. Дылис (1969) указывает, что в широколиственной парцелле (дуб, липа, осина) дубово-елового леса проходит к почве в 2—2,5 раза больше физиологически активной радиации, в 2—3 раза больше осадков; проходящая сквозь кроны вода имеет менее кислую реакцию (5,5—6,3 вместо 3,5—4 pH) по сравнению с еловой парцеллой. Под елью почвы

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

сильнее иссушиваются, концентрация зольных элементов в них меньше, подзолообразовательный процесс в них выражен ярче, чем в почвах широколиственных парцелл. В еловых парцеллах количество годового опада и запасы подстилки в полтора — два раза выше, чем в лиственных, а опад образован преимущественно скелетными частями растений.

В еловых парцеллах наиболее обильно представлены подстилочные формы беспозвоночных животных (клещи и др.), тогда как в лиственных парцеллах преобладают дождевые черви, способствующие быстрой минерализации растительного опада. В липово-еловом лесу наибольшим обилием беспозвоночных животных отличаются крупнопапоротниковая парцелла окон и елово-липовая парцелла. Но в них резко различен состав беспозвоночных. Так, в елово-липовой парцелле много сеноедов, которые в других парцеллах редки или отсутствуют; елово-осоковые парцеллы характеризуются обилием мух; а в крупнопапоротниковой парцелле обильны полужесткокрылые. Даже общие для всех участков биогеоценоза животные характеризуются разной численностью особей и разными ритмами развития, а растения, кроме того, реагируют изменением своих морфологических показателей в зависимости от разной напряженности экологических факторов в разных парцеллах.

Различают **основные парцеллы,** развитые большими пятнами и определяющие облик биогеоценоза, и **парцеллы дополняющие,** небольшие по размерам, но нередко разнообразные и многочисленные. По происхождению различаются **коренные парцеллы,** отражающие развитие структуры биогеоценоза, и **парцеллы производные,** возникающие в результате разрушения части биогеоценоза человеком или стихийными природными процессами.

Парцеллярное сложение проявляется в биогеоценозах всех типов: лесных, луговых, степных, пустынных и пр. В пустынных биогеоценозах под кронами деревьев и кустарников образуется особый состав растительности, более мягкий климат, отмечается в почвах повышенное содержание гумуса и азота, уплотнение и осолонцевание почвы. В тундровых биогеоценозах под воздействием экспозиции нанорельефа меняется микроклимат корнеобитаемого горизонта почвы, и в соответствии с ним — состав и строение растительности. Крайне разнообразные и пространственно организованные формы взаиморасположения парцелл наблюдаются в болотных биогеоценозах — от относительно простой системы кочек и межкочечных пространств в осоковых болотах до сложных многочленных комплексов гряд и мочажин в верховых сфагновых болотах.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Верховые олиготрофные биогеоценозы — рямы — обладают специфическим микрорельефом: сочетанием широких полушаровидных сфагновых кочек и межкочечных понижений (рис. 16). Условия среды и состав растительности в этих парцеллах различны: на более сухих кочках, образованных дерниной сфагна бурого, произрастают багульник, болотный мирт, морошка и низкорослые деревца сосны, а в межкочечных пространствах обычен сфагн узколистный, или еще более влаголюбивые виды; кустарники почти отсутствуют,

Рис. 16. Парцелла верхового болота — ряма

нет даже проростков деревьев и отмечается увеличенное количество опада деревьев и кустарников, снесенного с соседних кочек.

Фундамент моховой кочки образует корневая система деревьев: погребаемые нарастающей дерниной мха ветви кустарничков образуют как бы арматуру кочки, они расходятся в разные стороны под острыми углами и создают прочную пружинящую опорную структуру; дернина сфагновых мхов заполняет пространство между ветвями кустарников, а распростертые по ее поверхности ползучие побеги клюквы скрепляют и моховую дернину, и кустарнички, делают ее более прочной, противостоящей механической деформации под тяжестью снега, животных или ударов капель дождя или града. Устойчивость парцелл рямовых биогеоценозов настолько велика, что в практически неизменном строении

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

они прослеживаются в разных климатических зонах — от северной тайги до центральной лесостепи.

Вертикальное строение биогеоценозов выражается в расчленении его толщи на несколько биогеогоризонтов (биогеоценотических горизонтов) — вертикально обособленных и по вертикали далее нерасчленимых структурных частей (Бяллович, 1960). Каждый биогеогоризонт отличается

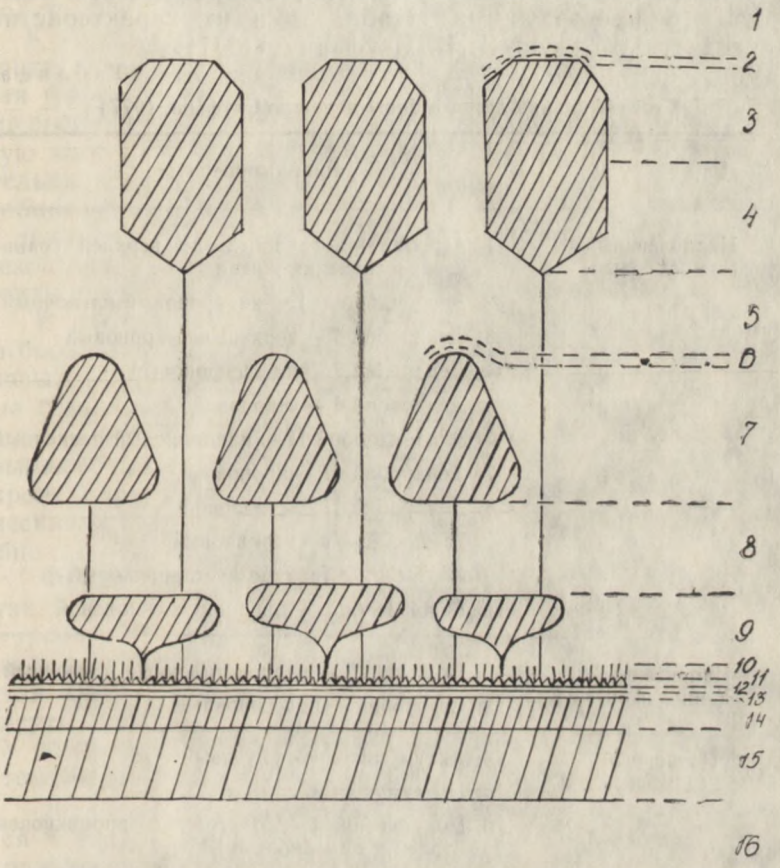

Рис. 17. Членение биогеоценоза на биогеогоризонты (усл. обозначения см. в табл. 2)

особенностями энергетики, интенсивностью и направлением потоков вещества и энергии, составом населения, особенностями биогеоценотических связей. Биогеогоризонт в пределах парцеллы является элементарной биогеомассой. Связи внутри парцелл и между парцеллами осуществляются по биогеогоризонтам.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Каждый биогеогоризонт (рис. 17) характеризуется следующими условиями существования своих обитателей: 1) физической фазностью — наличием и количеством твердой, жидкой и газообразной фаз в среде обитания; 2) характеристикой распределения твердой фазы в пространстве — плотная или рыхлая, дисперсная и пр.; 3) степенью и направлением поточности; 4) периодическими и непериодическими изменениями во времени; 5) трофической базой. Состав биогеогоризонтов (табл. 2) и их характеристика приводятся согласно К. В. Скуфьину (1977).

Таблица 2

Стратификация лесного биогеоценоза (Скуфьин, 1977)

Биогеоярусы	Биогеогоризонты
Надпочвенный (атмосферный)	1. Аэробий — воздушный, до верхней границы распространения жизни
	2. Эпидендробий I — надкроновый пленочный
	3. Дендробий I — верхушечно-кроновый
	4. Дендробий I — нижнекроновый
	5. Дендробий I — стволовой
	6. Эпидендробий II — надкроновый пленочный
	7. Дендробий II — кроновый
	8. Дендробий II — стволовой
	9. Тамнобий — кустарниковый
	10. Хортобий — травяно-кустарничковый
	11. Гипофитобий — лишайниково-моховой
Напочвенный (эпиэдафон)	12. Герпетобий — надподстилочный пленочный
	13. Стратобий — подстилочный
Почвенный (эдафон)	14. Аккумулятивно-гумусовый
	15. Подгумусовый
	16. Подпочвенный — до границ проникновения корней и педобионтов
Грунтовый (спелеон)	Спелеобий — ниши жизни в глубине грунта: грунтовые воды, пещеры, карстовые трещины

Эпидендробий (эпифитобий) — надрастительный биогеогоризонт пленочного характера (слой воздуха 1—2 м толщиной), прилегающий к верхушкам деревьев или высоких трав и кустарников; граница контрастных фаз — твердой и жидкой. Топология твердой фазы сложна (сплошной и разорванный покров крон, высокие вершины и глубокие

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

впадины) и определяет топологию воздушной фазы. Мелкодисперсная твердая и жидкая фазы находятся в обычном для воздуха состоянии. Поточность умеренная. Твердая фаза неподвижна и подвержена только ветровым колебательным движениям. Сезонные изменения соответствуют климату местности. Преобладает зоомасса. Фауна состоит из умеренно и слаболетающих форм, чередующих полет с посадками на вершинах деревьев. Характерны также круговые полеты и парение над вершинами.

Кроновый дендробий подразделяется на два горизонта по характеру фотосинтетической деятельности. Твердая фаза в сомкнутых древостоях достигает контактной непрерывности, образуя вместе с газообразной единую ажурную конструкцию. Жидкая фаза фрагментарна и малозначительна (водоемчики в пазухах листьев, дуплах и пр.) и возобновляется после каждого дождя. Поточность, связанная с движением воздуха, ослаблена. Твердая фаза подвержена сезонным радиальным перемещениям в нижележащие горизонты (листопад, осыпание цветов, плодов).

В трофической базе преобладает фитомасса, собранная в более или менее компактные меросинузии (листовые, цветковые, плодовые), широко рассредоточенные по всей толщине горизонта. Зоомасса обильна, много фитофагов с пищевыми цепями своих потребителей; сапромасса слабо выражена. Сезонные изменения усложнены скоротечными процессами цветения, созревания плодов и пр. Метеорологические факторы смягчены, в результате чего многие дендробионты экстремальные условия переносят на месте.

Фауна кронового дендробия богата видами, отличается узкой специализацией фитофагии (листояды, плодояды, нектарососы и пр.), малой подвижностью, высокой степенью верности биогеогоризонту. Дендробий мало благоприятен для быстрого полета и для бега; типичные здесь способы передвижения — лазание, ползание или короткие перелеты. У обитателей дендробия высокая синхронность с быстропротекающими фенофазами.

В стволовом дендробии твердая фаза находится в виде плотных дискретных тел и не обеспечивает латерального перемещения дендробионтов, в то время как воздушная фаза обеспечивает свободный полет. На поверхности стволов создается особый пленочный субгоризонт, по которому происходит радиальное перемещение дендробионтов. Поточность горизонта умеренная, хотя ветровые латерали выражены сильнее, чем в кроновых биогеогоризонтах. Трофическая база: биомасса стволов обильна, но труднодоступна для фитофагов, требует специфической адаптации для утилизации; зоомасса преобладает в поверхностно-стволь-ном субгоризонте; сапромасса в малом количестве (чешуйки

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

коры, скопления и на дне дупел). Экстремальные метеоявления переносятся фауной легко, так как в биогеогоризонте имеется много укрытий.

Поверхностно-стволовая фауна образована растительноядными и сапроядными мелкими обитателями (сеноеды, клещи, щитовки) и хищниками со своеобразной локомоцией (ползание боком), животные обладают криптической окраской под цвет коры и специфическим поведением (уход от врагов на противоположную сторону ствола). Эндобионты стволов характеризуются малой подвижностью, приспособлениями для размельчения и переваривания целлюлозы и удлинением циклов жизни. Пространство между стволами используется летающими насекомыми и птицами для свободных латеральных перемещений.

Прочие биогеогоризонты надпочвенного яруса дифференцируются, главным образом, по составу и топологии растительной массы, нарастающей затененности и влажности, ослаблению латеральных ветровых потоков. Эти биогеогоризонты включают элементы других горизонтов, например, кроновый дендробий II включает соответствующие его толщине части стволов господствующего яруса; в состав хортобия входит не только верхняя часть трав и кустарников, но и нижняя половина стволиков кустарников, основания стволов деревьев.

Герпетобий включает только свежий растительный и животный опад, сохраняющий дискретность; его радиаль ограничена несколькими сантиметрами. Характеризуется примерным равенством двух фаз — твердой и газообразной; жидкая фаза появляется только периодически (дождевые лужи). Трофическая база: свежий растительный опад и сапробная масса животного и растительного происхождения обильны, но требуют быстрой утилизации, иначе они уходят в состав подстилки; зоомасса довольно обильна, так как животные широко используют герпетобий для латеральных перемещений. Сезонные изменения значительны (листопад, снеговой покров, вешние воды). Метеорологические факторы то подчеркнуто действенные (ночные заморозки, перегрев почвы), то смягчены. Экстремальные метеоявления нередко катастрофичны (ливневые потоки), что вынуждает герпетобионтов укрываться в других горизонтах (в подстилке).

Фауна отличается большой подвижностью и разнообразными способами локомоции (ползание, бег, прыжки, короткие перелеты), способностью быстро разыскивать дискретные и эфемерные по срокам использования пищевые объекты, легко уходить в подстилку для укрытия и размножения, отличается хищническим или сапробным питанием. Герпетобионты окрашены под цвет почвы (криптическая окраска), густо черные (термофилия) или блестяще металлического

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

цвета (термостойкость). Размерные пределы их значительны — от мелкого клещика до крупного млекопитающего.

Стратобий характеризуется равными по объему твердой и газообразной фазами, которые образуют единую рыхлую конструкцию, исключающую возможность быстрого бега и прыжков. Жидкая фаза более или менее непостоянна (капельно-жидкая, пленочная влага). Поточность стратобия слабая. Растительная трофическая база бедна, ограничена гифами и плодовыми телами грибов; зоомасса обычно значительна по количеству и легкодоступна для хищников, проникающих в подстилку; сапромасса резко доминирует и по объему и по своему энергетическому значению в биогеогоризонте. Сезонные изменения замедленны и при достаточной толщине стратобия смягчены.

Стратобий широко используется как место укрытия обитателей других биогеогоризонтов. Состав собственных представителей определяется малыми размерами, ограниченной подвижностью, преимущественно сапробным питанием, в меньшей мере хищничеством, но без больших поисковых перемещений, развитием органов обоняния и осязания, фотофобностью, гигрофильностью. Верность обитателей своему горизонту в общем невысока, так как ими широко используется почвенный ярус для укрытия и продолжения циклов развития, а герпетобий — для перемещения и использования трофической базы.

В эдафоне, как и во всей пачке его биогеогоризонтов, твердая фаза резко доминирует над газообразной и жидкой. Локомоция животных сильно стеснена и ограничена; крупные животные используют копательные способы передвижения. Поточность замедлена (движение гравитационной и капиллярной влаги, медленное перемещение животных, транспортировка веществ корнями растений). Трофическая база разнообразна и включает корни растений, проростки, значительную зоомассу, отмирающие корни, гумус. Сезонные изменения смягчены и замедленны, суточные почти отсутствуют. Из экстремальных явлений сохраняют значение только длительные, охватывающие несколько недель (сильные засухи, промерзание, длительные наводнения). Резко выражены химические факторы среды.

Фауна эдафона отличается в основном мелкими размерами, различной адаптацией к копанию, гигрофильностью, фотофобностью, стойкостью к химическим воздействиям, смешанным питанием (ризофагия + сапрофагия; сапрофагия + + зоофагия), медлительностью развития, бледной или землистой окраской. В эдафоне много пришлых элементов, проводящих здесь зимовку или часть жизненного цикла, или укрывающихся от засухи.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Физиологическая деятельность растений, особенно высоких ярусов, и кинетическая деятельность животных привносят в систему связей между биогеогоризонтами свои специфические особенности. Обитатели слоев с пониженными возможностями локомоции (кроновые биогеогоризонты, хортобий, стратобий, эдафон) для латеральных перемещений используют удобные для этого слои (герпетобий, эпидендробий, аэробий), где и создаются мощные зоопотоки и происходит концентрация зоомассы.

Кинетика биогеоценоза

В кинетическом отношении, согласно Ю. П. Бялловичу (1969), различаются стационали — все покоящееся относительно границ биогеогоризонтов, парцелл и биогеоценоза; латерали — все движущееся в биогеогоризонте из одной парцеллы в другую или входящие и выходящие из биогеоценоза в латеральном направлении; радиали — все движущееся из одного биогеогоризонта в другой и входящее и выходящее из биогеоценоза в радиальных направлениях. Радиали можно подразделить на катарадиали, направленные от верхних горизонтов к нижним и на анарадиали, направленные от нижних горизонтов к верхним. Перемещение вещества в биогеоценозе, таким образом, может быть записано в виде кинетических схем. Например, оседание атмосферной пыли в биогеоценозе может быть описано схемой $+R \rightarrow R^0 \rightarrow S$, а перенос ветром опавших листьев из одной парцеллы в другую в виде $S \rightarrow L \rightarrow S$, где $+R$ — входящая в биогеоценоз радиаль; R^0 — катарадиаль; S — стациональ, L — латераль.

Совокупности одинаково направленных, синхронных и взаимодействующих латералей образуют биогеопотоки, а биогеогоризонты по соотношению S и L подразделяются на три категории: поточные — лишенные стационали, непоточные — лишенные латералей и полупоточные, в которых имеются латерали и стационали. В поточных биогеогоризонтах движутся свободные биогеопотоки, в полупоточных — несвободные биогеопотоки или отдельные латерали. Стационали, таким образом, определяют дискретность биогеоценозов и парцелл, а латерали и биогеопотоки создают континуум (непрерывность), приуроченный к поточным и полупоточным биогеогоризонтам.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Гомеостаз биогеоценоза

Биогеоценоз представляет собой систему, состоящую из множества не просто разнородных, а противоречивых по тенденции своего развития компонентов. Устойчивое состояние таких «очень больших систем» обеспечивается наличием в них особых механизмов регуляции взаимодействия между отдельными подсистемами и их элементарными частями. Для иллюстрации рассмотрим одну из форм взаимодействий между организмами — симбиоз микоризного гриба и высшего растения (Терехин, 1965).

Предполагается, что эти организмы находятся в состоянии взаимопомощи, которая основана на обмене избыточной продукцией: гриб наделяет высшее растение азотом (белком), а сам обеспечивается его углеводами. Однако при рассмотрении различных уровней микотрофных отношений в основании эволюционного ряда обнаруживается одностороннее паразитирование гриба на высшем растении. В более высоких эволюционных состояниях эти взаимоотношения становятся более сбалансированными, взаимопаразитическими и, наконец, взаимный паразитизм становится необходимым настолько, что без участия гриба приостанавливается развитие высшего растения. Тем не менее гриб всегда остается более независимым; он атакует высшее растение, а не наоборот: при ослаблении защитных функций микотрофного растения, например орхидеи, мицелий гриба пронизывает все тело орхидеи и она погибает. Отношения между симбионтами строятся на основании строгой регуляции разнонаправленных взаимодействий, которые благоприятствуют организмам, входящим в систему, пока не выходят за рамки сбалансированного состояния.

Можно полагать, что в биогеоценозе действует множество механизмов регуляции, которые осуществляются на разных уровнях: молекулярном, организменном, популяционном и биогеоценотическом. В опытах В. З. Гусилашвили (1974) в сосуде площадью 12 см² при разной густоте посева отмирало различное количество всходов сосны:

Кол-во семян	Семян на 1 см²	Процент погибших
4	1/3	0
6	1/2	0
12	1	Макс. 60, средн. 53
24	2	Макс. 89, средн. 82
48	4	Макс. 97, средн. 89

Из приведенных данных видно, что отмирание всходов при загущенном посеве происходит таким образом, что остается определенное количество выживших проростков —

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

1 на 2 см² площади. В лесу по мере увеличения размеров растений происходит дальнейшее изреживание популяции. Древостой при этом разбивается на несколько ярусов (классов роста): деревья нижних ярусов снижают рост и плодоношение и постепенно выпадают. Наиболее интенсивно отмирание происходит у молодого древостоя и к 100-летнему возрасту постепенно снижается. Сосна начинает плодоносить с 20 лет и почти каждые 3 года дает на 1 га 1 млн всходов. Следовательно, к 100-летнему возрасту, когда остается 500 зрелых стволов сосны на гектар, на этой площади отмирает 27—28 млн. всходов.

Подобная же картина наблюдается и в сообществах трав. Так, по данным того же автора (Гусилашвили, 1974) на 1 м² в зарослях кавказского тысячелистника выпадает около 900 семян, образуется 580 всходов, но ко времени цветения количество растений снижается до 200. Они так же, как и деревья в лесу, распределяются по высоте, по классам роста и 43 экз. из 200 выживших относятся к низким классам роста, не цветут, не дают плодов. В разновозрастных сообществах конкуренция приобретает и иные формы. Как показали наблюдения Т. А. Работнова (1974), большинство особей многих видов трав на лугу находится в ювенильном состоянии в течение многих лет и лишь в благоприятные годы дружно входят в фазу цветения.

Сложившийся в природе биогеоценоз противостоит внедрению в него новых видов организмов. Многие виды растений по насыпям меридиально идущих железных дорог продвигаются на север на сотни километров за пределы своего естественного ареала. Но в местных фитоценозах за пределами железнодорожного полотна эти растения не обнаруживаются.

Таким образом, в биогеоценозе регуляторному воздействию подвергаются по крайней мере следующие показатели: участие тех или иных видов организмов, количество особей вошедшего в биогеоценоз вида, их популяционно-возрастной состав и связанная с ним продуктивность. Каждый организм, произведя то или иное количество зачатков, участвует в процессе, который В. И. Вернадский назвал давлением жизни. Каждая особь или группа особей осуществляет стремление к беспредельному распространению себе подобных. Уже на уровне биогеоценоза это стремление регулируется путем резкого ограничения реальных возможностей воспроизводства.

Регуляторные механизмы биогеоценоза направлены на создание и поддерживание его устойчивого состояния — гомеостаза. Они позволяют биогеоценозу удерживаться в состоянии деятельности, максимальной при имеющихся усло-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

виях, восстанавливаться после сильных нарушений и оставаться стабильным при флуктуациях внешней обстановки. По замечанию В. Д. Александровой (1969), регуляция находит свое выражение прежде всего в том, что в сходных условиях среды наблюдаются однотипные биогеоценозы, характеризующиеся сходством видового состава, структуры и продуктивности их биологических компонентов, морфологии почвенного профиля, химизма и плодородия почвы, типа обмена веществ со средой и т. д.

Биогеоценоз активно противостоит различным нарушающим воздействиям путем ослабления или усиления ряда внутренних функций и путем использования запаса обычно нереализующихся возможностей. Поэтому гомеостаз его сопровождается, на первый взгляд, нелогичной растратой вещества и энергии: значительным превышением биомассы продуцентов над биомассой консументов, производством огромного количества зачатков растений и животных, из которых реализуется лишь незначительная часть, созданием сложных пищевых (энергетических) цепей и пр.

Сукцессии биогеоценозов

При значительных изменениях условий среды происходит перестройка состава и структуры биогеоценоза, один тип биогеоценоза сменяется другим. Подобная смена носит название сукцессии биогеоценозов. Более других изучены восстановительные сукцессии, вызванные нарушением или уничтожением коренного биогеоценоза катастрофическими для него воздействиями: вырубкой, пахотой, пожаром, снежной лавиной и пр. После прекращения нарушающего воздействия происходит серия изменений, приводящих в конце концов к восстановлению исходного биогеоценоза, наиболее отвечающего природной обстановке.

На юго-востоке Западной Сибири кедровые леса нередко полностью уничтожаются сибирским шелкопрядом, гусеницы которого съедают хвою кедра. Стволы погибших деревьев по мере подгнивания их оснований вываливаются ветром и, как правило, сгорают от частых на шелкопрядниках пожаров, при этом уничтожается и обильно разрастающийся кустарниковый ярус вместе с подлеском. Очищенное пожаром пространство зарастает лесным крупнотравьем и разнотравьем, представители которых обычны в лесу по полянам и просветам между деревьями и более светолюбивы, чем другие таежные растения.

Нередко выгоревшую территорию расчищают от остатков стволов и используют как сенокос. При этом выпадают

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

многие лесные виды, но увеличивается обилие способных к регенерации растений — злаков и бобовых, формируется вторичный луговой биогеоценоз с иным, чем в лесу, типом круговорота веществ. Проростки деревьев отторгаются густым травяным покровом или срезаются при кошении трав.

В том случае, когда выгоревший участок не подвергается сенокошению, на нем возникает подрост деревьев, но не кедра, а березы или осины. По мере смыкания их крон меняется травостой; луговые виды выпадают, поселяются лесные травы, меняется состав животного и микробного населения. В этот период создаются условия для появления всходов темнохвойных пород — пихты с примесью ели и кедра. С течением времени хвойные деревья выходят в первый ярус, мелколиственные породы постепенно выпадают, травянистые растения уступают место лесным видам мхов. Впоследствии пихта стареет и изреживается, а более долговечный кедр становится господствующей породой. От атаки шелкопряда до восстановления кедрового леса проходит долгий промежуток времени — 100—200 лет.

Кедровый лес в данном случае является коренным биогеоценозом, а последовательно сменяющие друг друга крупнотравно-луговой, злаково-луговой, травяно-березовый, травяно-пихтовый и мохово-пихтовый биогеоценозы — производными. Они представляют собой стадии восстановления коренного биогеоценоза.

Совсем иной характер имеет сукцессия, когда происходит смена одного коренного биогеоценоза другим. Причиной таких семян могут быть изменения климатической обстановки. Но быстротечны и доступны для исследования сукцессии, вызванные изменением эдафических или гидрологических условий. Нередко они возникают в результате необратимой переработки исходным биогеоценозом косной среды. Например, далеко зашедший процесс оподзоливания почвы может привести к смене зеленомошного покрова сосновых лесов лишайниковым, а накопление слоя торфа в болоте создает изоляцию растительности от источников минерального питания и соответственно вызывает смену болотных биогеоценозов.

Торфяной пласт болот позволяет проследить многие особенности подобных смен, поскольку по составу остатков растений в торфе можно реконструировать облик былых биогеоценозов. На рис. 18 показано послойное соотношение остатков разных видов растений в торфе. Видно (рис. 18, *а*), что древесный торф, соответствующий болотному биогеоценозу с рослым смешанным древостоем, сменяется сфагновым торфом, совершенно лишенным остатков древесины. Эта смена сопровождалась формированием густого покрова пушицы,

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://dspace.lib.tsu.ru

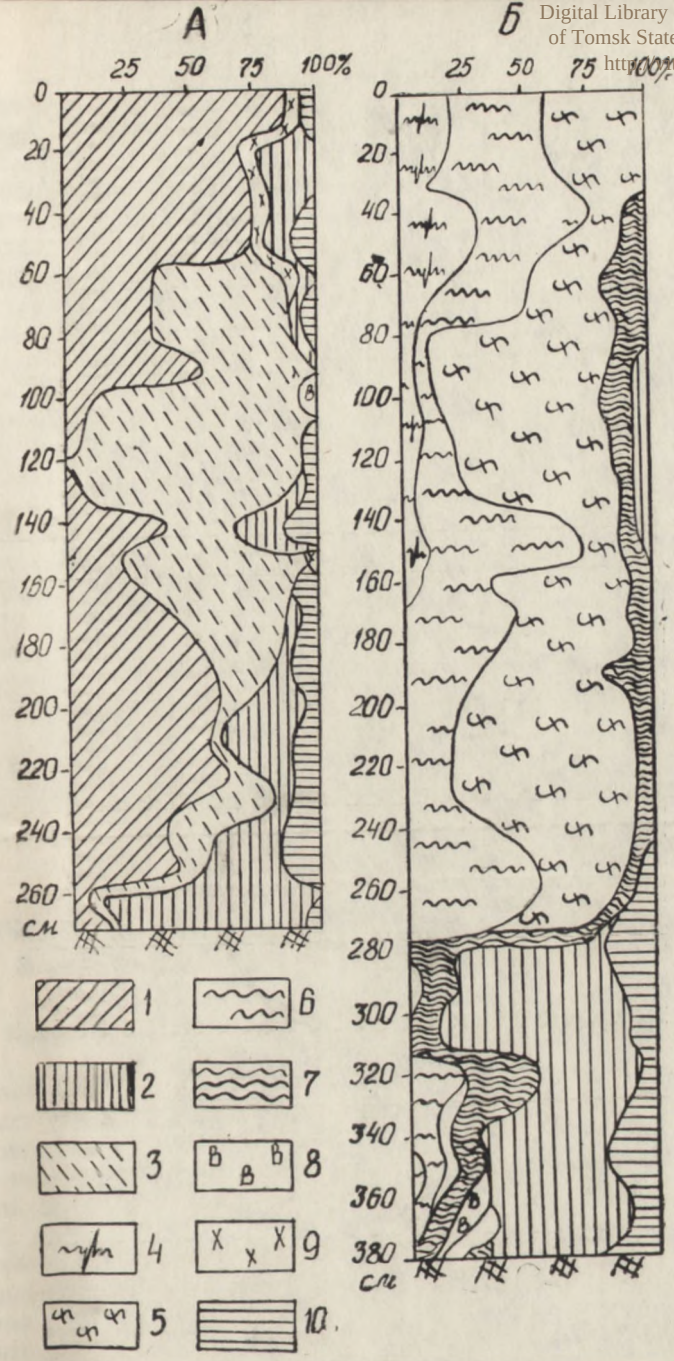

Рис. 18. Стратиграфические колонки торфяной залежи: *1* — осоки; *2* — древесина; *3* — гипновые мхи; *4* — сфагн бурый; *5* — сфагн узколистный; *6* — сфагн магелланский; *7* — пушица; *8* — вахта; *9* — хвощ; *10* — прочие травянистые остатки. Цифри слева от колонки — глубина слоя; цифры над колонкой — доля остатков каждого вида

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

что отразилось на образовании прослойки пушицевого торфа. Эти изменения состава торфа прослеживаются в пласте толщиной всего 10 см, что во временном интервале соответствует приблизительно ста годам.

На рис. 18, *б* отражен иной путь сукцессий болотной растительности и, следовательно, болотных биогеоценозов. Состав растительных остатков меняется постепенно по мере увеличения увлажненности болота и, начиная с глубины 100 см, нового его обсыхания. Смена одного биогеоценоза другим растянулась на длительный срок; не наблюдается образования промежуточных сообществ, отличающихся по составу от исходного и последующего. Мелкие флуктуации обилия то одого, то другого вида, выявляющиеся в пластах более или менее однородного торфа, отражают динамику парцелл болотных биогеоценозов.

Сукцессии биогеоценозов являются составной частью эволюции биогеоценотической оболочки Земли. Еще в 1861 г. С. И. Коржинский писал, что современное состояние растительности какой-либо страны есть лишь одна из стадий непрерывных изменений ее растительного покрова, результат минувших усилий, зачаток будущих. Эти слова в полной мере относятся ко всей биогеосфере. В частности, сфагновые болотные биогеоценозы Западной Сибири возникли относительно недавно — 5—8 тыс. лет назад и за это время распространились более чем на трети территории равнины.

Глава 9

УЧЕНИЕ ОБ ЭКОСИСТЕМЕ БИОГЕОЦЕНОЗА И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ

Круговорот вещества и энергии в биогеоценозе

Участие в биогеоценозе различных групп организмов определяет формирование в них цепей питания или трофических цепочек. Превращение вещества и энергии при прохождении по биологическим цепям питания и отличает в первую очередь характер обменных процессов биогеоценоза (экосистемы) от круговорота веществ в косной среде. На рис. 19 представлена схема энергетического потока биогеоценоза, составленная Г. и Ю. Одумами с уточнениями советских авторов (Рафес, Динесман, Перель, 1964).

Автотрофы, образующие первый трофический уровень (I), потребляют солнечную энергию ($Э_1$) и образуют общую продукцию (II). При ее создании часть энергии ($Д_1$) растрачивается в виде тепла, а остаток (II_I) представляет собой чи-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

стую первичную продукцию, к которой добавляется органическое вещество, поступающее из соседних биогеоценозов. Второй трофический уровень (II) составляют фитофаги, третий (III) — хищники и паразиты, живущие за счет потребителей автотрофных организмов, и четвертый уровень (IV) образуют хищники и паразиты, живущие за счет организмов

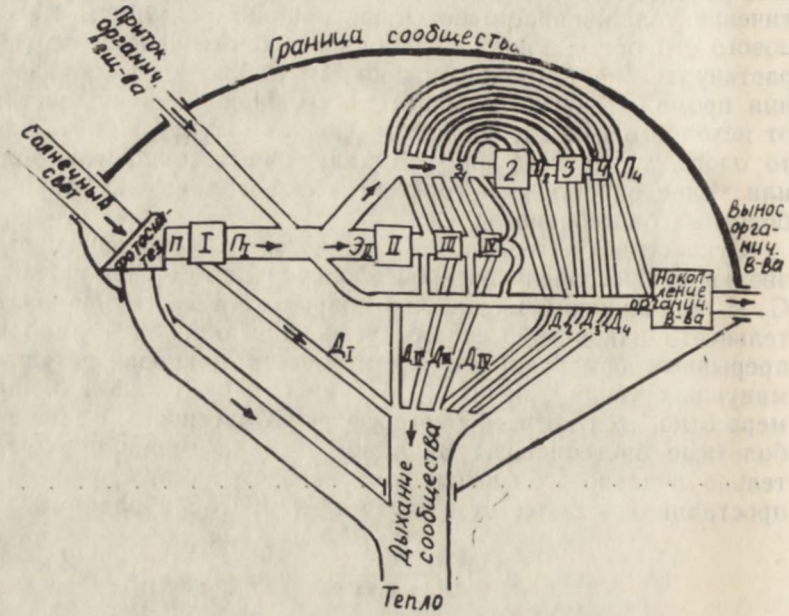

Рис. 19. Схема энергетического потока биогеоценоза (объяснение в тексте)

третьего трофического уровня. При переходе с одного трофического уровня на другой энергия ($Э_{II}$) потребляется организмами, часть ее ($Д_{II}$) деградирует в тепло, а остаток ($П_{II}$) представляет собой чистую продукцию данного уровня. Если мы примем первый трофический уровень за основание, то рассмотренный поток энергии будет представлять собой пирамиду энергии, соответствующую пирамиде биомасс, в которой величины каждого последующего уровня меньше предыдущего.

Помимо основного потока энергии на схеме изображены еще два. Часть продукции уходит в нижний канал, показывающий накопление органического вещества, еще не переработанного другими группами организмов; здесь представлен весь запас живого и мертвого органического вещества, накопившегося в биогеоценозе. Другая часть поступает в верх-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ний канал, включающий все виды опада и выделения животных, разлагающиеся сапрофитами. В процессе разрушения органического вещества последовательно включаются различные группы организмов. Продукция автотрофов и в этом случае служит основанием трофической пирамиды, сапрофаги образуют второй трофический уровень этого канала, третий уровень образован хищниками и паразитами, живущими за счет сапрофитов, и четвертый уровень — организмами, живущими за счет существ третьего трофического уровня. Значительная часть энергии верхнего канала высвобождается в форме тепла, часть поступает в тот же поток, а некоторая часть (в болотных биогеоценозах очень большая) консервируется в третьем канале.

Из поглощенной хлорофиллом энергии только 1/4 может превратиться в энергию химических связей, а остальные 3/4 рассеиваются в виде тепла. Причина этого кроется в самом механизме многоступенчатой реакции фотосинтеза. Однако используется растением гораздо меньшее количество света. В среднем на суше фиксируется растительностью 1,3 т/га углерода в год, примерно в 100 раз меньше, чем это получается из расчета, основанного на мощности светового потока солнечных лучей. В разных типах биогеоценозов количество усваиваемого углерода различно: в лесах оно составляет 2,5 т/га, в степях 0,35 т/га, в пустынях 0,04 т/га.

Возможность усвоения света растениями ограничена рядом факторов, в числе которых недостаток углекислого газа в воздухе, температурные условия, далекие от оптимальных в большинстве зон земного шара, дефицит влаги, недостаточное минеральное питание. Большое значение имеют также возрастное состояние растения в целом и его отдельных листьев, сезонность развития и роста растений, распределение листьев в пространстве относительно светового потока, различная интенсивность фотосинтеза у разных растений и ряд других причин, связанных с физиологическими и морфологическими особенностями растений. Велико значение также и структуры растительного покрова биогеоценоза, его плотности или, наоборот, разреженности, многоярусности расположения листьев и т. д. В результате совокупного действия этих причин количество аккумулированной при фотосинтезе энергии составляет в среднем 0,5—2% от поступающей на земную поверхность.

Нормальная жизнедеятельность организма и положительный баланс органического вещества в нем возможны только при высокой обводненности клеток. Для поддерживания этого уровня при иссушающем действии атмосферы растениям необходим постоянный ток воды через корни в листья. Вследствие этого растительные сообщества служат

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

как бы посредниками между почвой и атмосферой, перекачивая даже из глубоких слоев почвы большие массы воды и обращая ее в пар. В значительной степени с помощью транспирационной деятельности растений образуется так называемый круговорот воды в биогеоценозе (рис. 20).

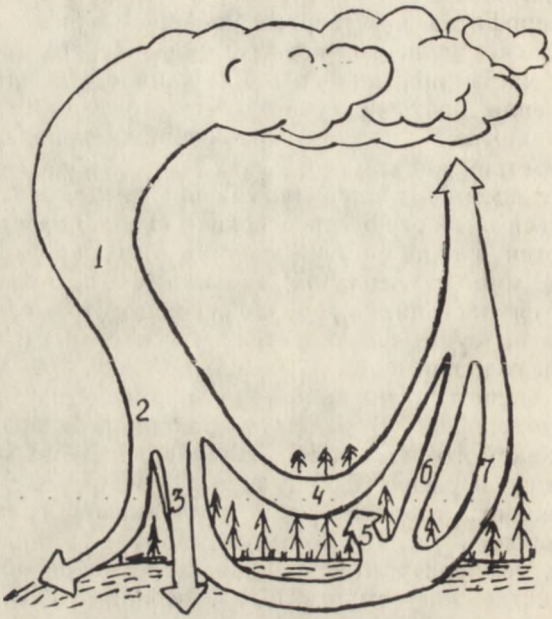

Рис. 20. Круговорот воды в биогеоценозе (Молчанов, 1964): *1*—осадки, *2* — поверхностный сток; *3* — инфильтрация в грунт; *4* — испарение с крон; *5* — вода в растениях; *6* — транспирация; *7* — испарение с поверхности почвы

Для существования растительного покрова биогеоценоза требуются относительно большие количества минеральных веществ. Например, 30-летний осиновый осоково-снытевый лес потребляет в год на 1 га 120 кг азота, 183 кг кальция, 90 кг калия, 12 кг фосфора, 15 кг серы, 33 кг кремния, 7 кг железа и алюминия вместе, 11 кг магния. При продолжительном потреблении запасы даже очень богатых почв должны быть исчерпаны. Этого не происходит потому, что значительная часть минеральных элементов возвращается с растительным опадом в почву. Схема круговорота питательных веществ в растительном сообществе приведена на рис. 21.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Средообразующая роль растений в биогеоценозе

Под пологом растительности все свойства атмосферы оказываются глубоко преобразованными: изменяются тепловой режим воздуха, его газовый состав, влажность, насыщенность органическими веществами. Воздух имеет более или менее постоянный состав: 78,08% азота, 20,95% кислорода, 0,94% аргона и 0,03% углекислого газа.

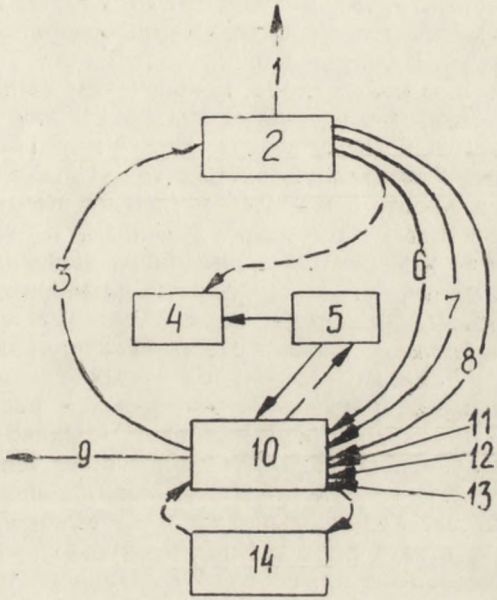

Рис. 21. Схема круговорота питательных веществ в биогеоценозе (Эвальд, 1957): *1* — урожай; *2* — питательные вещества в составе высших растений; *3* — поглощение веществ корнями; *4* — отложения гумуса; *5* — питательные вещества микроорганизмов; *6* — возврат за счет разрушения; *7* — корневые выделения; *8* — вымывание из листьев; *9* — потеря газообразного азота; *10* — доступные растениям вещества почвы; *11* — приток с дождями; *12* — уробрения; *13* — добавка за счет выветривания минералов; *14* — питательные вещества в труднодоступной форме

Свободный азот большинством организмов не усваивается и потребляется растениями в виде водорастворимых соединений. Часть доступного растениям азота связывается при некоторых атмосферных процессах, в результате чего в почву поступает ежегодно около 3—4,5 кг/га связанного азота, основное же количество доступного азота поставляется растениям грибами и некоторыми микроорганизмами. Недостаток доступного азота в значительной мере определяет образование сложных пищевых связей между организмами. Азотное голодание растений наблюдается почти на всех почвах; даже на черноземах растения благотворно отзываются на азотную подкормку.

Кислород в атмосферу поставляется зелеными растениями, за счет их деятельности его всегда достаточно в атмосфере для жизнедеятельности организмов, но в почве и воде его может не хватать, поскольку он активно поглощается

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

всеми компонентами биогеоценоза. Снижение обеспечения среды кислородом, например, лимитирует произрастание многих растений на болотных почвах и вызывает заморные явления на реках и озерах. В связи с деятельностью организмов в биогеоценозе отмечается изменение количества кислорода в разных биогеогоризонтах — на уровне крон, под пологом трав, на уровне почвы. Эти изменения имеют сезонный и суточный характер.

Углекислый газ активно потребляется зелеными растениями, в связи с чем также наблюдаются суточные и годичные циклы его содержания, особенно в приземном слое воздуха. В летние месяцы содержание углекислого газа меньше, чем зимой, а днем меньше, чем ночью. В дубовом лесу его количество в 7 часов утра оказалось почти в 2 раза больше, чем в 6 часов вечера. В той же дубраве различно содержание углекислоты на различной высоте: на почве — 0,68 мг/л, на высоте 5 м — 0,46 мг/л и на высоте крон — 0,44 мг/л. Несомненно, что доля углекислого газа различна в одно и то же время в разных биогеоценозах: под пологом леса она больше, чем на лугу, в темнохвойном лесу выше, чем в сосновом. Максимум содержания углекислого газа в воздухе наблюдается в дождевых экваториальных лесах.

Главным источником углекислоты в воздухе являются дыхание растений и животных и разложение органических веществ микроорганизмами (дыхание почвы). Выделение углекислого газа тем энергичнее, чем теплее почва, чем оптимальнее ее влажность, чем больше в ней органических веществ. Углекислый газ из-за высокой удельной теплоемкости играет роль экрана, пропускающего к поверхности Земли световые лучи, но задерживающего тепло, идущее от Земли. Повышение содержания углекислоты над поверхностью почвы препятствует ее охлаждению.

Интенсивность света под пологом растительности сильно ослаблена. В елово-лиственном лесу с сомкнутостью крон 0,5 она составляет около 50% полного солнечного освещения, а в густом лесу не превышает 10%. Количество света в биогеоценозах меняется по сезонам года; наибольшего значения в лесу на поверхности почвы оно достигает весной, затем по мере развития листьев оно непрерывно уменьшается. Уменьшается количество света и при приближении к почве: так, на поверхности крон суммарная освещенность (прямой и рассеянный свет) равна 100%, на высоте 1 м — 25%, а в травяном покрове у поверхности почвы — всего 5%. Под травянистым пологом лугов освещенность выше, но нередко также составляет всего 15% от полного солнечного света.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Большое значение для деятельности растений имеет не только количество света, но и качество его. В прямых солнечных лучах только часть их, примерно 35%, приходится на долю активных для фотосинтеза лучей, их доля может сильно снижаться, например, при низком стоянии солнца над горизонтом. Под пологом растительности состав света также меняется, главным образом за счет рассеивания и поглощения растительностью. В рассеянном свете относительное количество физиологически активных лучей оказывается больше, чем в прямом свете, поэтому, несмотря на уменьшение общего количества света, он остается пригодным для фотосинтеза.

Температурные условия и тепловой режим биогеоценоза с сомкнутым растительным покровом иные, чем соседнего, лишенного растительности участка земной поверхности; растительность образует между солнечным лучом и почвой зеленый барьер, поглощающий энергию. Покрытая растениями почва нагревается медленнее и слабее открытой, но охлаждается также медленнее и не так сильно. Благодаря этому тепловой режим почв под растительными сообществами оказывается более равномерным, менее контрастным, чем на участках, лишенных растительности.

Особенно сильно изменяются температурные показатели в лесных биогеоценозах. Эти изменения проявляются не только под кронами деревьев в результате затенения, но и над кронами за счет излучения тепла с их поверхности и затраты тепловой энергии на транспирацию воды. В периоды резкого повышения температуры воздуха в лесу оказывается прохладнее, чем на открытом месте, и напротив, при резком охлаждении в лесу воздух оказывается теплее, чем на вырубках и в открытом месте. В лесу, таким образом, создаются более выровненные и благоприятные условия для многих организмов, особенно пойкилотермных.

С тепловым режимом воздуха связан и тепловой режим почв, что имеет также большое биогеоценотическое значение. Температура и тепловой режим почв сильнейшим образом влияют на разложение отмершей органики, на протекание всех химических и физических процессов в почвенной толще и в значительной мере определяют интенсивность круговорота веществ.

Влажность атмосферы и влажность почвы также сильно изменяются зарослями растений и внутри фитоценозов режим влажности существенно отличается от режима открытых мест. Относительная влажность воздуха всегда выше под покровом растительности, она увеличена за счет транспирации, за счет экранирования почвы растительным покровом, а также в жаркое время за счет более низких

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

температур воздуха по сравнению с открытым местом. При снижении температуры воздуха относительная влажность увеличивается и избыток влаги выпадает в виде росы. Почвенная роса, по-видимому, играет большую роль в жизни растений и позволяет им переносить длительные бездождевые периоды и даже кратковременные суховеи. По измерениям в одних и тех же условиях на площадках с густым травяным покровом относительная влажность воздуха была 75%, на открытых площадках — 40%.

Очень велика роль растительного покрова в перераспределении выпадающей атмосферной влаги. Крона деревьев в лесу задерживает много влаги, травы и мхи замедляют стекание дождевой и снеговой воды по поверхности почвы, влага задерживается лесной подстилкой и постепенно проникает в почву. На открытом же месте значительная часть выпавшей атмосферной влаги стекает по поверхности почвы.

Растительность существенно снижает скорость ветра. При этом уменьшается испарение. Например, летом в лесу снижение скорости ветра на 30% уменьшает испарение на 20%, в зимнее же время приводит к накоплению в лесу толщи снега, препятствующего промерзанию почвы и благоприятствующего существованию скрытых под снегом растений и животных. Снег метровой толщины настолько изолирует почву от воздействия низких температур воздуха, что она в лесной зоне Сибири часто промерзает меньше, чем в степи и лесостепи. Запас снеговой влаги в лесу значительно больше, чем на открытом месте, снег здесь меньше испаряется, медленнее тает, а снеговая влага полнее проникает в почву.

Итак, растительность преломляет и преобразует климатические факторы среды, создавая особый микроклимат биогеоценоза (фитоклимат), который может существенно отличаться от местного климата, обычно в сторону большей выровненности и меньшей контрастности всех градиентов. Кроме того, в пределах биогеоценоза в зависимости от его строения могут создаваться особые наноклиматы отдельных экологических ниш, в которых климатические показатели еще более отличаются от показателей местного климата. Микроклиматические условия биогеоценоза позволяют внедряться в него многим видам растений и животных, для которых условия местного климата оказываются неподходящими. За счет формирования этих местных форм климата иногда очень значительно увеличивается состав биогеоценоза, особенно лесного, и усложняется его структура.

Растительность и почва находятся в сложных взаимодействиях. Экологические потребности тех или других видов растений позволяют им предпочитать определенные виды почв, но, поселившись, растения активно преобразуют

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

почву, изменяя как химические, так и физические ее свойства. Растительность преобразует водный и воздушный режимы почвы, корневые выделения растений разрушают минеральные вещества почвы, переводя их в доступное состояние, под действием растений и их отмерших остатков в почве накапливаются органические вещества, которые изменяют коллоидную составляющую почвы и участвуют в образовании специфических почвенных органоминеральных соединений. Интенсивность и характер воздействий на почву в большей степени зависит от жизненной формы растений.

Растительный покров леса образован растениями разных жизненных форм — деревьями, травами, мхами. В большинстве лесных биогеоценозов корни деревьев находятся глубоко в почве и забирают оттуда воду с растворенными в ней минеральными веществами. Этот процесс усиливает промывной режим верхних горизонтов почвы, из которых атмосферная влага выносит растворимые соединения. Этому же процессу способствует и слабокислая реакция дождевой влаги, скатывающейся по листьям и проходящей сквозь лесной опад. В моховых лесах попадающая в почву вода становится еще более кислой за счет веществ, выделяемых мхами. В этих условиях вынос растворимых веществ из верхних горизонтов почвы может быть настолько сильным, что они светлеют, в них остается только кремнеземный скелет, происходит оподзоливание почвы. В светлом горизонте подзолистых почв мало гумуса и, следовательно, соединений азота, очень мало доступных растениям солей калия, кальция, натрия и т. д.

Напротив, растения, у которых корневая система расположена в верхних горизонтах почвы, в частности травянистые растения, способствуют подтягиванию растворенных в почвенной воде веществ к поверхности почвы и накоплению в верхних ее горизонтах растительных остатков и продуктов их распада — органических соединений. От этого увеличивается поглотительная способность почвы, накапливающийся кальций нейтрализует почвенную среду, закрепляется гумус и, в конечном счете, нарастает плодородие почвы.

В разных типах биогеоценозов почвообразовательный процесс специфичен. В почвах степных и особенно пустынных биогеоценозов преобладает минерализация органических остатков, что исключает накопление их на поверхности в виде подстилки, а перемещение водорастворимых соединений растениями и капиллярной влагой способствует их концентрации в верхних горизонтах почв. В болотных биогеоценозах, наоборот, преобладает накопление в виде почвы органической массы вследствие ослабления процессов ее разрушения. Наконец, в почвах лесных биогеоценозов характерно

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

такое сочетание процессов превращения органического опада, в которых при известном накоплении лесной подстилки, первенствующую роль приобретает разложение, регулируемое не только растительным покровом, но и почвенными животными и микроорганизмами.

Роль животных и микроорганизмов в биогеоценозе

Удельный вес биомассы животного населения биогеоценоза невелик. По данным Р. И. Злотина и К. С. Ходашевой (1973), он не превышает 1% биомассы растений для всех зональных биогеоценозов Русской равнины (от тундровых до полупустынных). При этом прямой пищевой контакт с растениями имеет небольшая группа животных-фитофагов, большинство же животных составляют трофические уровни второго, третьего и более порядков, или перерабатывают отмершее органическое вещество. Однако средообразующая роль животных не пропорциональна их биомассе.

Животные и микроорганизмы ускоряют круговорот веществ, выполняют в биогеоценозе регулирующую и стимулирующую роль. Без их деятельности процесс разрушения растительных остатков растягивался бы на долгий срок, вещество и энергия консервировались бы в отмершем волокне и надолго выходили из круговорота. Без «грызущей» деятельности животных многие биогеоценозы быстро исчерпали бы минеральный ресурс почв и законсервировали бы его в отмершей растительной массе. Все это должно приводить к быстрой смене исходного биогеоценоза другим, характеризующимся меньшим энергетическим балансом, более простой структурой и обедненным составом. Именно это наблюдается в болотных биогеоценозах, в которых по мере накопления слоя торфа (неразложенного растительного волокна) происходит смена одних биогеоценозов другими в направлении все большей олиготрофности.

Животные-фитофаги ускоряют отмирание и разрушение растений или их частей, обогащая почву источниками минерального питания растений. Почвенные и подстилочные сапрофаги, питающиеся опадом, определяют скорость и ход его разрушения в подстилке, влияя и на характер накопления гумуса. В дубравах разрушение опада с помощью почвенных животных происходит в 2—5 раз быстрее, чем без их участия, при разложении опада только комплексом почвенных микроорганизмов. Перенос остатков организмов с поверхности почвы вглубь, осуществляемый почвенными беспозвоночными, меняет характер микробиологических процессов, ведет к усилению анаэробных процессов и гумификации органических остатков.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Животные-фитофаги, потребляя в короткий срок значительные количества живой массы растений, видоизменяют структуру растительного покрова и тем самым влияют на автотрофный процесс. Повреждение листовой поверхности фитофагами усиливает приток солнечной радиации к нижним ярусам растительного покрова. При очаговом повреждении крон дуба дубовой листоверткой съедается всего до 10% общей массы листвы, но освещенность нижних ярусов леса увеличивается в несколько раз. Соответственно меняются температура воздуха и поверхности почвы, влажность воздуха, даже водный режим почвы.

Утилизация животными некоторой части прироста фитомассы обычно компенсируется созданием благоприятных условий для ее нарастания. В некоторых наших степных заповедниках огороженные участки степи были лишены доступа крупных травоядных животных. В течение нескольких лет на этих участках произошли существенные изменения, затронувшие все компоненты биогеоценоза. Неразрушающийся ковыльный опад стал обильным и плотным, пласт опада стал перехватывать тепло и кислород, физические свойства почвы ухудшились, выпали многие растения, а сам ковыль сильно изредился. В конечном счете упала общая продуктивность биогеоценозов и резко снизился его энергетический уровень.

Велика роль животных и микроорганизмов в минеральном питании растений, в особенности роль сапрофитов, которые производят минерализацию растительного опада. Однако и роль фитофагов в этих процессах не менее существенна. В экскрементах и трупах животных концентрация доступных растениям веществ в 4—10 раз больше, чем в растительном опаде. В очагах дубовой листовертки в почву с зоогенным опадом вносится около 35% азота и фосфора и 25% калия от содержания этих веществ в листовом опаде дуба.

Животные-землерои изменяют воздушный режим почвы и ее газовый состав, перемещают по почвенному профилю различные органические и минеральные соединения. Они обогащают корнеобитаемый слой почвы азотом и минеральными веществами, которые выносят из нижних горизонтов почвы. Например, на перерытых слепышами почвах содержание кальция в верхнем слое увеличивается почти на 50%.

Так же, как и животные, в деструктивных процессах участвуют грибы и микроорганизмы. Многие вещества растительного происхождения могут разрушаться только с помощью микроорганизмов, например, лигнин. Но обе эти группы организмов выполняют в биогеоценозе также свои особые функции. Они производят глубокое преобразование материала почвообразующей породы, включая его тем са-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

мым в биологический круговорот. В ходе этих преобразований происходит разрушение и новообразование минералов и постоянное вовлечение в круговорот новых порций инертной материи.

Разложение минералов может происходить под влиянием прямого и косвенного воздействия микроорганизмов на почвообразующую породу. Средствами такого воздействия являются микробные ферменты, бактериальные слизи и различные продукты обмена веществ микроорганизмов, в том числе минеральные и органические кислоты, биогенные щелочи и соединения, способные образовывать химические комплексы с минеральными элементами. Можно сказать, что в почве нет химических процессов, а есть процессы биогеохимические.

При отсутствии породоразрушающей деятельности микроорганизмов и грибов доступные питательные вещества почвы могут быстро израсходоваться растениями или быть вынесенными потоками почвенной влаги. Например, река Обь выносит в год $30{,}2 \times 10^6$ тонн минеральных и органических соединений, кроме того, большое количество их оседает в пойме, аккумулируется в торфе и древесине. Чтобы восполнить эти запасы теряющегося плодородия почв бассейна Оби, потребовалось бы вносить огромное количество минеральных удобрений. Но эти естественные потери плодородия с успехом компенсируются продуктами жизнедеятельности грибов и микроорганизмов.

Конструктивная роль этих существ в жизни биогеоценозов особенно важна в круговороте азота, основная часть которого растениям поставляется грибами и микроорганизмами. Потребность зеленых растений в азоте, а бесхлорофильных грибов и бактерий в углеводном питании, привела к созданию разнообразных взаимопаразитических (симбиотических) связей, которые значительно усложняют состав и структуру биогеоценозов.

Первичная продуктивность биогеоценозов

От деятельности растений зависит продуктивность всего биогеоценоза, как бы мы ее не рассматривали — или в виде общей биомассы отдельных компонентов, или в виде урожая зерна и запаса древесины, или в форме кислорода и регенерированного воздуха, или в выходе продукции животного происхождения. Продуктивность растительной составляющей биогеоценоза определяется несколькими условиями: 1) способностью растений производить то или иное количество продуктов фотосинтеза; 2) наилучшим образом использовать их для создания собственной биомассы; 3) полноцен-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ным использованием ее на других трофических уровнях. Исходным в этой цепи условий, «начальным этапом жизнедеятельности любого биогеоценоза», по выражению А. А. Ничипоровича (1973), является фотосинтетическая деятельность растений. Если мы предположим водный и минеральный ресурсы достаточными для растений (в сельскохозяйственных целях мы его можем обеспечить), то остается выяснить, насколько обеспечены растения углекислым газом и светом, и как полно они могут их использовать. Вот к каким соображениям по этому поводу приходит А. А. Ничипорович (1973).

Содержание CO_2 в воздухе не лимитирует фотосинтеза. Правда, многие растения фотосинтезируют лучше при более высоком (на 20—30%) содержании углекислого газа в воздухе. В толще самого биогеоценоза углекислого газа немного, всего 5—20 кг/га, кроме того, еще 30—70 кг/га дает почвенное дыхание. Но турбулентное перемешивание воздуха позволяет полноценным биогеоценозам усваивать до 1000—1500 кг/га в день углекислого газа. А. А. Ничипорович делает вывод, что современный углекислотный режим не ограничивает потенциальной активности растительности Земли, ее масштабы лимитированы другими факторами.

Энергия солнечного света и ее важнейшая для жизни растения часть — физиологически активная радиация (ФАР) — поступает в виде светового потока, который практически не поддается регулированию, в частности, увеличению. Остается наилучшим образом использовать этот естественный поток путем создания наиболее производительных фотосинтетических систем. Естественные фитоценозы построены так, чтобы иметь возможность поглощать наибольшее количество приходящей на них энергии света. При оптимальном устройстве фотосинтезирующей части биогеоценоза, при оптимальной плотности ее, площади листьев и их взаимоположении фитоценозы могут поглощать до 93—95% входящей в них энергии света. Следовательно, в усвоении потока солнечной энергии большое значение имеет пространственная структура биогеоценоза, и ее изменения во времени по сезонам года. Общая интенсивность процесса фотосинтеза у листьев верхних частей крон значительно выше, но КПД процесса здесь мал. Эти особенности поглощения света разными частями кроны или разными биогеоценозами оцениваются специалистами как полезное приспособление. Нижние листья обеспечивают синтез азотсодержащих веществ, необходимых для роста, они обеспечивают материалом растущие клетки и ткани. При низких интенсивностях света, в которых работают нижние листья, образуется мало углеводов, что исключает формирование запасающих и репродуктивных орга-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

нов. Например, при низкой интенсивности света у редиса формируется большая листовая поверхность, но не развивается корнеплод.

Особенности фотосинтетической деятельности разных типов листьев позволяют искать пути формирования искусственных фитоценозов. Если в качестве урожая нужна растительная масса, то следует делать загущенные посадки растений, но если нужен урожай запасных веществ, то следует посадки делать разреженными.

Предполагается, что в лучших случаях КПД поглощенной ФАР за весь период вегетации может достигать 10%. В посевах культурных растений эти показатели будут ниже; так, у злаков типа пшеницы КПД поглощенной ФАР, видимо, не превысит 4%. У многих других растений он значительно ниже.

Фотосинтетическая активность растений зависит и от ряда других причин, например, от продолжительности срока вегетации. Продолжительность вегетации в приполярных странах всего 2—2,5 месяца, а в тропиках растения могут вегетировать весь год. В приполярных странах за вегетацию приходит световой энергии 1—1,5 млрд. ккал на 1 га, а в тропиках до 10 млрд. ккал на 1 га. Из-за продолжительности светового дня в высоких широтах суточные количества энергии и в приполярных районах, и в тропиках близки. Поэтому растение с коротким сроком вегетации может дать в приполярных странах такой же урожай, что и в тропиках. Но в тропиках удлиняется весь период вегетации. В умеренных широтах с длительным периодом покоя растений оптимальная площадь листьев образуется у растений относительно поздно и значительная часть света в весенний период не используется большинством растений. Разные виды достигают максимума облиственности в разные сроки и сохраняют его с разной степенью устойчивости. В связи с этим разные фитоценозы поглощают разные количества энергии физиологически активной радиации (ФАР), приходящей на них за весь период вегетации. В оптимальных условиях коэффициенты поглощения могут составлять 50—60%.

Не вся поглощенная энергия расходуется на фотосинтез и в дальнейшем на запасение в конечных урожаях. Максимально возможный коэффициент использования поглощенного листом света для целей фотосинтеза составляет 25—28%. Но такая эффективность достигается листом только в особых условиях при низких интенсивностях света. С возрастанием интенсивности света КПД использования поглощенного света снижается до 1—3%. Усвоенная ФАР только частично используется в качестве строительного материала тела растения, 5—8% ее расходуются в процессе метаболиз-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ма растения, т. е. растрачиваются на дыхание. Таким образом, показатель использования энергии ФАР в 20% является тем уровнем, который теоретически может быть достигнут растением. Реально он всегда значительно ниже.

Большое значение имеет жизненная форма растений. Однолетние растения не могут использовать большое количество падающей энергии солнца, пока находятся в периоде всходов и в ювенильном состоянии. Многолетние растения усваивают много энергии ФАР за счет большой длительности пребывания их в состоянии высокой оптической плотности и активности. Наиболее выгодными в южных районах являются, таким образом, сообщества многолетних растений — сады, посадки сахарного тростника, лесные фитоценозы.

Реальные количества использованной поглощенной ФАР относительно низки. По показателям КПД поглощенной ФАР средняя продуктивность составляет 1—2% в лесах, 0,2% в степях и 1% на лугах. По другим оценкам использование энергии света еще ниже и в среднем использование солнечного света отдельными фитоценозами составляет всего 0,01—1%. Если бы фитоценозы на всей площади материков использовали КПД ФАР в 4%, то годовая продуктивность их общей биомассы характеризовалась бы урожаями от 10 т/га на севере до 100 т/га в южных районах, т. е. превышала бы реальные урожаи в 3—10% раз.

Вторичная продукция биогеоценозов

В энергетике различных биологических систем устанавливается следующая закономерность (Шварц, 1973): чем выше организована система, чем выше степень ее интегрированности, тем выше энергетический КПД ее деятельности. Иначе говоря, КПД использования энергии различен на разных уровнях интеграции энергии — на физиологическом уровне, на организменном уровне, на уровне популяций и на уровне биогеоценозов. Так, КПД отдельных узлов физиологических систем очень высок, например, реакция окислительного фосфорилирования обладает КПД до 75%, КПД поддерживания основного обмена более 50%, КПД одиночного сокращения мышцы достигает 40%, а отдельно мышечного волокна — еще больше.

Процессы роста животного обладают уже более низкими КПД — в среднем 20—35%. Однако если физиологическая функция требует действия нескольких физиологических систем, то КПД оказывается значительно ниже. Например, КПД дыхания позвоночных животных равен 5—10%. Для

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

того, чтобы поддержать более высокоорганизованный организм или систему в оптимальном физиологическом режиме на фоне нормальной жизнедеятельности, резко увеличиваются непроизводительные затраты энергии и КПД снижается. Так, грызуны расходуют 97,7% ассимилированной энергии на дыхание и только 2,3% на продукцию новых тканей.

При интеграции организмов в популяции КПД использования энергии снижается еще больше, например, разделение организмов по половому и возрастному принципу, необходимость образования большого количества зачатков и т. д. При сложении популяций в биогеоценозы «непроизводительные» траты энергии еще возрастают. Получается, что чем ниже интеграция биологической системы, тем больший источник энергии она реализует, но тем ниже КПД использования этой энергии. Выяснено, что максимальная трансформация энергии от одного звена трофической цепи к другому не превышает 15%, причем коэффициент использования солнечной энергии в самом начале трофической цепочки в деятельности фитоценозов составляет всего 0,01—1%, а в деятельности отдельных растений-фотосинтетиков — 0,1—2%. В то же время КПД использования световой энергии повышается у культурных растений до 3—4%, а при особом уходе у риса может быть достигнут уровень 7—8%.

Получение вторичной продукции биогеоценозов в виде продукции второго и последующего трофических уровней определяется, таким образом, определенной долей той энергии, которую могут использовать растения фотосинтетики для своего роста и развития. С переходом на новый трофический уровень доля потребляемой энергии составляет приблизительно 15% от предыдущего уровня, хотя коэффициент ее использования повышается в обратной пропорции. Попробуем сравнить эффективность использования энергии на разных уровнях интеграции жизни:

Использование солнечного света фитоценозами 0,01—1%
Использование энергии отдельными фотосинтетиками 0,1—2%
Использование энергии популяции животных 0,5—7%
Использование энергии животными организмами на рост, размножение и развитие 1,5—15%
Комплексные физиологические функции и работа организма 15—50%
Элементарные физиологические функции до 70—80%

Эти показатели позволяют нам понять некоторые закономерности трансформации энергии в биогеоценозах. В частности, рассчитывать то количество энергии, которое расходуется на производство сельскохозяйственной продукции животного происхождения. Например, для продукции новых

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

тканей животных второго трофического уровня (фитофагов) расходуется 0,0002—0,05% солнечной энергии, поступившей в биогеоценоз. КПД процессов, приводящих к образованию продуктов животного происхождения, очень мал, например, молоко коровы — 0,042%, мясо свиньи — 0,015%, яйца кур — 0,002%. Несомненно, что на производство тканей животных третьего и четвертого трофических уровней расходуется еще меньшее количество солнечной энергии.

Глава 10

УЧЕНИЕ О ТИПАХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ И БИОГИДРОЦЕНОЗОВ

Принципы классификации биогеоценозов и биогидроценозов

Классификация биогеоценозов и биогидроценозов еще не разработана, ясны только основные принципы ее построения. Несомненно, что основу ее должна составлять классификация экосистем, т. е. систем материально-энергетического обмена. Однако глубокое исследование различных встречающихся в природе экосистем в настоящее время — задача нереальная. Удобнее воспользоваться для этой цели морфологическими признаками биогеоценозов. Иными словами, в основу классификации следует положить не трудно выясняемые особенности радиального и латерального перемещения вещества и энергии и их трансформации, а особенности стациональной части биогеоценоза, которая также отражает специфику всего биогеоценоза.

В этом случае руководящими классификационными признаками будут служить состав биогеоценоза, его пространственная структура и набор жизненных форм организмов, сезонная и разногодичная ритмика интенсивности биогеоценотического процесса, зависящие от положения биогеоценоза в закономерно построенной географической оболочке Земли. В частности, важными признаками структурного плана биогеоценоза являются мощность биогеоценотической оболочки и характер дифференциации вещества биогеоценоза в вертикальном направлении. На рис. 22 приведены схемы строения некоторых ландшафтов, в которых мощность пласта биогеосферы и связь его с абиотическими горизонтами рассматриваются как основные классификационные признаки.

Эти положения позволяют строить классификационную систему одновременно двумя путями: 1) расчленять биогеосферу на крупные типологические части, характеризующиеся большим или меньшим единством структурного плана и,

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

следовательно, характером материально-энергетического обмена; 2) объединять конкретные биогеоценозы в более крупные типологические единицы на основании сходства суммы биогеоценотических признаков. Первый путь позволя-

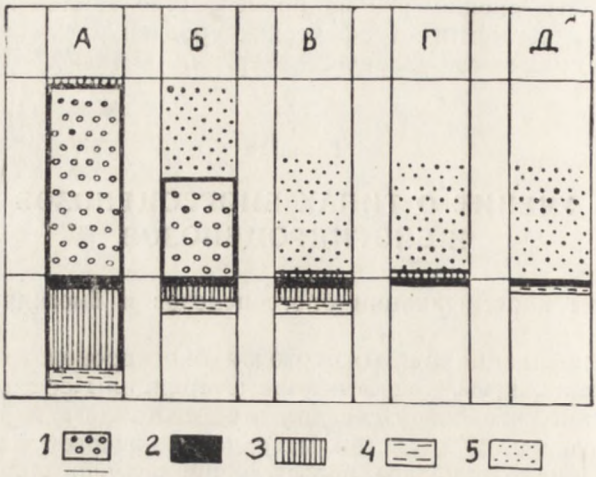

Рис. 22. Типы биогеоценозов с различной мощностью своей толщи: *А* — влажнотропический лес; *Б* — тайга; *В* — степь; *Г* — тундра; *Д* — шоровый солончак.
1 — надземный растительный покров и животный мир; *2* — почва; *3* — кора выветривания; *4* — горизонт грунтовых вод; *5* — надземная атмосфера (Перельман, 1966)

ет нам выделить крупные таксоны биогеоценотической оболочки, а второй путь — построить взаимосвязанную с крупными единицами систему мелких ее подразделений.

Мегатипы и типы биогеосферы

С типологических позиций наиболее крупными единицами биогеосферы являются биогеоценотические типы и мегатипы (макроэкосистемы): мегатип соленоводных (морских и океанических) биогидроценозов, мегатип пресноводных (речных и озерных) биогидроценозов и мегатип биогеоценозов. Кроме того, в особый мегатип вычленяются антропические системы, существование которых обеспечивается деятельностью человека.

Мегатип соленоводных биогидроценозов. Характерной особенностью океанов является существование

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

устойчивых крупномасштабных (тысячи километров в диаметре) круговращений водных масс, которые являются биотопами открытого океана (Беклемишев, 1973). Население крупномасштабных круговоротов океанской воды было названо океаническим, а население разделяющих их нейтральных областей — дальненеритическим; вблизи берегов, в неритической области, складываются очень разнообразные неритические сообщества организмов. Океанические и дальненеритические биогидроценозы, характерные для открытого океана, отличаются большими размерами, малым разнообразием состава, особыми формами миграции населения и отсутствием сукцессий. Столб воды, образованный круговоротом (гидрологическая структура), в связи с изменением градиентов температуры, солености и плотности расчленяется на отдельные пласты — водные массы. В каждой структуре вод живет особое пелагическое сообщество, а в каждой его водной массе — особый ярус этого сообщества.

Океанический биогидроценоз простирается на всю глубину воды, до дна. Автотрофная часть его образована мельчайшими планктонными водорослями, сосредоточенными в поверхностном слое воды. Они способны создавать очень большую общую биомассу при крайне коротком жизненном цикле отдельных организмов и обеспечивают питанием население всей толщи океанической воды. Границы круговоротов воды и границы связанных с ними сообществ организмов выражены очень нерезко; они связаны, так же, как и границы водных масс, с изменением отдельных показателей среды, главным образом солености воды и температуры, и перемещаются с известной закономерностью. Точно так же изменчивы границы, разделяющие отдельные массы воды; для многих планктонных организмов характерны периодические вертикальные миграции, сглаживающие резкую стратификацию населения океанских вод.

В зоне распространения неритических биогидроценозов пестрота пространственного распределения биотопов очень велика и сами биогидроценозы отличаются большим разнообразием. Они меньше по размерам, чем океанические, а на определенных глубинах, где возможен фотосинтез, в них нередко возникает ярус бентосных автотрофных растений.

Мегатип пресноводных биогидроценозов характеризуется иным населением, чем соленоводный мегатип; многие систематические группы, свойственные морям и океанам, здесь отсутствуют (иглокожие, бурые и красные водоросли) или представлены немногими видами; флора обогащена высшими растениями, температурный, газовый и солевой составы воды, а также ее прозрачность нередко очень различаются в разных водоемах, непостоянны и часто

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

подлежат сезонным изменениям. Эти обстоятельства обеспечивают формирование крайне разнообразных по составу населения и по его динамике типов пресноводных биогидроценозов. Одним из критериев выделения их типов служит характер движения воды, в связи с чем различаются биогидроценозы стоячих вод и биогидроценозы потоков.

Следует заметить, что пресноводные водоемы лишь в сравнительно редких случаях заняты одним биогидроценозом, обыкновенно они, как и морские, содержат систему нескольких биогидроценозов с нерезкими и непостоянными во времени границами. В озерах условия существования организмов и их состав различны в зоне мелководья с густыми зарослями макрофитов и в более глубоких частях водоема, где высшие растения отсутствуют, а автотрофный компонент представлен планктонными водорослями. Сложность подобной системы, по-видимому, меняется в течение жизни озера.

Системой биогидроценозов занято и русло речного потока. Как указывает Ф. Дрё (1976), в верховьях реки воды холодны, богаты кислородом и бедны растительностью. Быстрота движения воды препятствует развитию планктона. Бентос состоит из прикрепленных (мхи, водоросли) и подвижных форм, часто снабженных приспособлениями для прикрепления (планарии, моллюски, личинки насекомых). Рыбы представлены прекрасными пловцами наподобие форели. Ниже по течению реки скорость потока замедляется, растительность становится богаче, фауна — более эвритермной и без органов прикрепления. В низовьях реки появляется обильная растительность, в ее составе много цветковых растений; появляется также планктон, напоминающий озерный; на илистом дне живут двустворчатые моллюски, олигохеты и личинки насекомых. Среди рыб уже нет отличных пловцов, число их по мере приближения к устью увеличивается и они становятся менее требовательными к содержанию кислорода.

Мегатип биогеоценозов образован несколькими типами, различающимися характером обменных процессов, которые определяются в первую очередь макроклиматическими условиями, нередко преломленными, измененными устройством земной поверхности. Морфологически это выражается в доминировании определенных жизненных форм растений и связанных с ними групп животных, отвечающих совокупности климатических и эдафических показателей. По этому принципу выделяются тундровые, лесные, луговые, болотные, пустынные и т. д. типы биогеоценозов, каждый из которых состоит из более дробных единиц.

Например, тип болотных биогеоценозов включает полигональные арктические, бугристые, выпуклые сфагновые, травяные, древесные бореальные, древесные тропические, тра-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

вяные тропические, мангровые болота и еще множество других классов болот. Несмотря на большое внешнее разнообразие, их объединяют общие черты: застойность (бескислородность) почвенной влаги и избыток этой влаги, преобладание анаэробных процессов в грунтах и накопление торфа, образующего специфическую почву болота; доминирование особой экологической группы растений, способных существовать на избыточно увлажненной бескислородной и физиологически трудно доступной водой почве при постоянном погребении корневой шейки торфяными отложениями. Как экосистема, болото характеризуется ослабленной ролью гетеротрофного звена, в результате чего круговорот веществ оказывается неполным и значительная часть первичной продукции накапливается в виде торфа.

Специфическими чертами характеризуются также биогеоценозы и их экосистемы других типов — лесного, пустынного, лугового и пр.

Основное энергетическое звено биогеоценозов составляют высшие растения, приспособленные к существованию в двух средах — педосфере и атмосфере. Большинство этих растений является многолетними, и значительную часть их тела образуют ткани, исполняющие защитную, проводящую и опорную функции. Вещество этих тканей надолго, часто на весь период жизни растений, выводится из биологического круговорота, обмен веществ в автотрофной части биогеоценозов оказывается замедленным по сравнению с автотрофной частью биогидроценозов.

Характерным и обязательным компонентом биогеоценоза является почва; из нее растения поглощают минеральные вещества и основную часть потребной для жизнедеятельности воды. В связи с этим организмы существенно изменяют гидрологическую характеристику биогеоценоза. Первичная продуктивность биогеоценозов в среднем выше, чем продуктивность биогидроценозов. Леса, степи и пашни, занимающие 16% поверхности земного шара, дают столько же первичной продукции, сколько дает океан, образующий 71% поверхности Земли, однако некоторые неритические биогидроценозы отличаются очень высокой продуктивностью.

Вопросы типологической классификации биогеоценозов

В первом приближении для создания типологической классификации биогеоценозов можно воспользоваться классификацией растительного покрова. На принципиальную возможность такого подхода давно уже указывали геохимики: «...единицы растительного покрова (влажный тропический

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

лес, леса лаврового типа, листопадный лес умеренного пояса, верховое болото и др.) характеризуются не только особым видовым составом растений, ярусностью, сомкнутостью и другими геоботаническими показателями, но и определенными геохимическими свойствами: количеством живого вещества, скоростью его роста и скоростью разложения остатков организмов, определенным элементарным составом, т. е. особым биологическим круговоротом атомов». И далее: «Тип растительного покрова — это особый тип биологического круговорота.., особый тип химических реакций в ландшафте, поэтому геоботаническая классификация растительного покрова и геохимическая классификация ландшафтов должны совпадать во многих звеньях» (Перельман, 1966).

Мнение геохимиков вполне справедливо и по отношению к классификации биогеоценозов. Это означает, что многие закономерности биогеосферы уже выявлены в рамках других наук и требуется перевод их в систему понятий и терминов биогеоценотической науки, однако при этом простого переноса классификации из одной науки в другую не происходит.

Согласно Л. В. Шумиловой (1963), все многообразие растительных сообществ земного шара можно объединить в четыре типа: лишайниково-моховой, кустарниково-древесный, травяной и пустынный. Основаниями такого объединения являются: 1) общая характеристика жизненных форм эдификаторов; 2) характер влияния эдификаторов на среду в сообществе; 3) особенности структуры сообществ, присущие данному типу; 4) биогеохимическая роль сообществ и их влияние на климат. За типом растительности следуют подтип растительности и класс сообществ. **Тип травяной:** подтипы А — водная растительность, Б — болота травяные, В — луга, Г — степи, Д — эфемеровая растительность; **тип кустарниково-древесный:** подтипы Е — дебри (дождевые леса), Ж — леса, З — кустарники, И — болота лесные; **тип лишайниково-моховой:** подтипы К — болота моховые, Л — тундры; **тип пустынный:** подтипы М — холодные пустыни, Н — сухие пустыни, О — соленые пустыни.

С биогеоценотических позиций эта классификация должна быть перестроена: подтип А — водная растительность — должен быть включен в мегатип пресноводных биогидроценозов, подтипы Б, И и К должны быть объединены в особый болотный тип биогеоценозов, наконец, тип пустынной растительности, основным отличием которого является разреженность (незамкнутость) растительного покрова, должен быть расчленен по характеру круговорота веществ на несколько самостоятельных типов. Наибольшего совпадения существующих классификаций растительного покрова земного шара

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

и типологических единиц биогеоценозов следует ожидать на уровне классов сообществ.

Определенные расхождения наблюдаются и в сопоставлении низших звеньев классификаций. Примером тому являются черничные еловые леса Родопских гор в Болгарии и черничные ельники северной тайги Восточной Европы (Дылис, 1978). Сходство этих ельников по составу растительного покрова и по строю сообществ настолько велико, что их можно отнести к одной ассоциации растительности; в то же время остальные компоненты этих биогеоценозов существенно различаются. Болгарские черничные ельники развиваются в более мягком климате, осадков получают в 1,5—2 раза больше, почвы под ними не промерзают и миграция влаги происходит в течение всего года. Структура почв болгарских ельников комковато-зернистая, почвы развиты на мощной коре выветривания, процесс разложения органических веществ и их взаимодействие с минеральной частью почвы отличаются от аналогичных процессов северотаежных ельников. Н. В. Дылис (1978) справедливо полагает, что болгарские и северотаежные черничные ельники относятся к различным классам биогеоценозов.

Особенности биологического круговорота в зональных типах биогеоценозов

В своем размещении по земной поверхности типы и классы биогеоценозов подчиняются закономерностям строения географической оболочки Земли. Благодаря этому, на равнинах средних и высоких широт мы наблюдаем зональность биогеоценотической оболочки, которая проявляется в виде последовательного ряда климатически обусловленных типов биогеоценозов — арктических пустынь, тундры, лесотундры и северного редколесья, таежной зоны и зоны мелколиственных и широколиственных лесов, лесостепи, степи, полупустыни и пустыни. В низких широтах их сменяет ряд субтропических зон — от тропических пустынь до дождевых экваториальных лесов. Типы тропических биогеоценозов отличаются в первую очередь от биогеоценозов умеренных зон тем, что не имеют сезонного перерыва или замедления своей деятельности, вызванных низкими температурами.

Климатическими причинами определяется и провинциальная неоднородность биогеоценотической оболочки, связанная с изменением соотношения тепла и влаги при продвижении от побережья океанов в глубь материков, т. е. при перемещении из областей влажного и теплого океанического климата в области климатов континентальных. Эти законо-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

мерности в наиболее обобщенной форме находят свое отражение на схемах идеального континента (рис. 23).

Об особенностях климатических условий того или иного района наиболее наглядное представление дают климадиа-

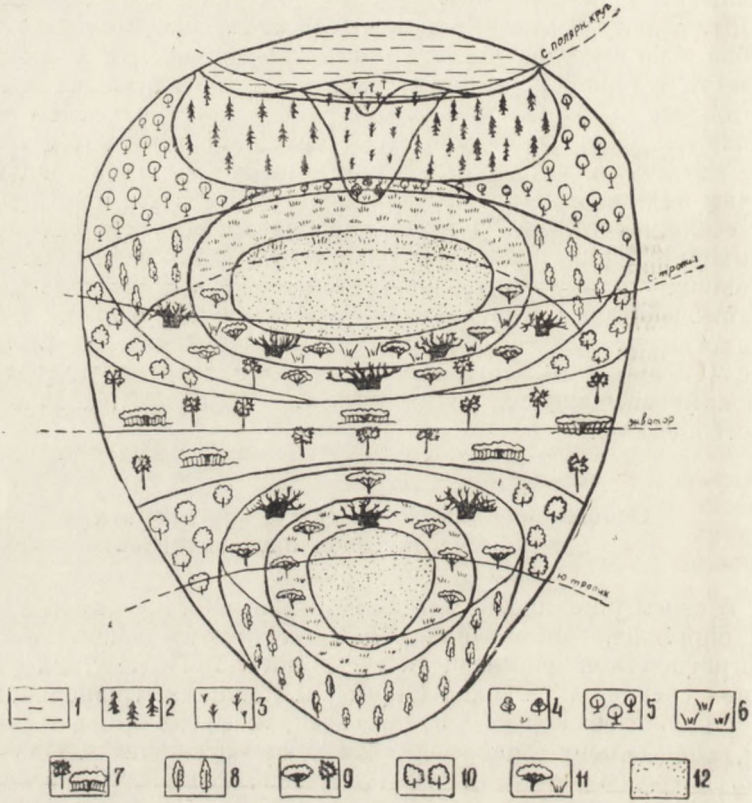

Рис. 23. Схема идеального континента восточного полушария: *1* — тундра *2* — темнохвойные леса; *3* — лиственичные леса и редколесья; *4* — сосновые леса; *5* — летнезеленые леса; *6* — степи; *7* — дебри (гилеи); *8* — лавролистные леса; *9* — дождезеленые муссонные леса; *10* — твердолистные леса; *11* — саванны; *12* — пустыни (Шумилова, 1979)

граммы. На рис. 24 приведены некоторые климадиаграммы для ряда пунктов северного полушария (Вальтер, 1968), характеризующие климаты: тундровый — Карские Ворота, таежный — Москва, степной — Одесса и среднеазиатский пустынный — Туркестан.

Различия в характере функционирования зональных типов биогеоценозов отчетливо проявляются при оценке био-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

массы растительной составляющей. По материалам Л. Е. Родина и Н. И. Базилевич (1965), не только запас надземной и подземной биомасс различен в разных природных зонах, но существенные различия наблюдаются и в годовом приросте биомассы (табл. 3). Сравнительный анализ зональных

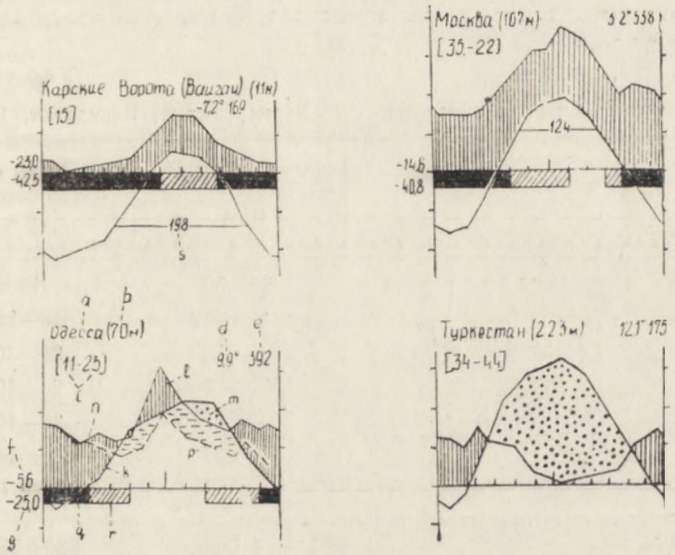

Рис. 24. Климадиаграммы: *a* — станция; *b* — высота над уровнем моря; *c* — число лет наблюдения за температурой (первая цифра) и осадками (вторая); *d* — средняя годовая температура; *e* — средняя годовая сумма осадков; *f* — средний суточный минимум самого холодного месяца; *g* — абсолютный минимум; *k* — кривая средних месячных температур (1 деление — 10°); *l* — кривая средних месячных осадков (соотношение 10°С—20 мм); *m* — засушливый период; *n* — влажное время года; *p* — кривая осадков (соотношение 10° С—30 мм), площадь с горизонтальной штриховкой под ней — полузасушливый период; *q* — месяцы со средним суточным минимумом температуры ниже 0°; *r* — месяцы с абсолютным минимумом температуры ниже 0°; *s* — число дней со средней суточной температурой выше 0° или средняя продолжительность безморозного периода в днях (Вальтер, 1968)

типов биогеоценозов на территории СССР (Герасимов, Исаков, Панфилов, 1971) позволяет выявить многие своеобразные черты их функционирования.

Видовое разнообразие растений и животных достигает максимума в биогеоценозах широколиственных лесов и луговых степей. В дерновиннозлаковых степях, полупустынях и пустынях обнаруживается заметное обеднение состава

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

растительности, тогда как животный мир остается достаточно богатым. Максимум фитомассы (1600—3700 ц/га сухого веса) приходится на темнохвойную тайгу и широколиственные леса, в остальных типах биогеоценозов фитомасса составляет обычно 100—300 ц/га. Однако в некоторых интразональных биогеоценозах (прибрежная растительность озер, речные дельты) она может быть значительно большей, а в пустынях уменьшается до 30 ц/га.

Таблица 3

Биомасса различных типов растительности (Родин, Базилевич, 1965)

Зона	Надземная и подземная биомасса, ц/га	Годовой прирост биомассы ц/га
Арктические пустыни	25—30	10
Тундра	40—280	10—25
Лесотундра и северные редколесья	250—500	25—40
Тайга	500—3500	25—100
Смешанные и широколиственные леса	3000—5000	80—100
Степь	100—370	40—140
Пустыни	менее 25	менее 10
Субтропические вечнозеленые и смешанные леса	4100	230—250
Саванны	500—1500	80—300
Дождевые леса	более 5000, в Бразилии 17000	300—500 и более

Фитомасса зеленых частей растений, осуществляющих фотосинтез, наиболее велика на лугах и в луговых степях — до 100 ц/га, а также в широколиственных лесах — 40—70 ц/га. В полупустынных и пустынных биогеоценозах она значительно меньше — 13—18 ц/га. Годовой прирост зеленой массы нередко значительно меньше ее общего запаса, например, в темнохвойной тайге зеленая фитомасса велика, но годовой ее прирост обычно не превышает 30 ц/га. В тундрах зеленая фитомасса составляет 10—32 ц/га, а ее годовой прирост — только 3—10 ц/га.

В соответствии с малым приростом зеленой фитомассы и малым опадом растительной органики в тундрах, северных редколесьях и темнохвойной тайге невелика биомасса тех животных, которые потребляют первичную продукцию. Общая зоомасса в этих типах биогеоценозов составляет 90—200 кг/га живого веса. Максимум зоомассы выявляется в широколиственных лесах — 1000—1700 кг/га, а также в лу-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

гах и луговых степях — 340—980 кг/га. В сухих степях, полупустынях и пустынях зоомасса уменьшается не так сильно, как зеленая масса растений, и составляет 250—300 кг/га. В полупустынных и пустынных биогеоценозах велика интенсивность потребления животными первичной биологической продукции.

Различна и функциональная роль животных в различных зональных типах биогеоценозов. В тундрах, северных редколесьях и темнохвойной тайге главная функция животных — разрушение и перераспределение отмерших частей растений. Большую часть зеленой массы этих биогеоценозов — мхи и хвоя — животные употребляют недостаточно. В широколиственных лесах животные также разрушают преимущественно растительный опад, но велико их участие и в переработке зеленых частей растений, особенно листьев деревьев и кустарников. В луговых степях соотношение потребляемой животными зеленой массы и отмершего опада приблизительно одинаково, в дерновиннозлаковых степях явно преобладает потребление зеленой массы растений.

Интенсивность биологического круговорота наиболее велика в биогеоценозах пустынь и полупустынь, в которых активная часть фитомассы представлена быстро отрастающими зелеными и подземными органами; здесь, благодаря высоким температурам и разнообразию животного населения очень велика интенсивность круговорота веществ. Довольно интенсивен биологический круговорот веществ и в широколиственных лесах, но он резко снижен в биогеоценозах тайги и более северных зон из-за недостаточной деятельности животных и микроорганизмов.

Зональность биогеоценозов проявляется не только в специфике климата и биологического круговорота; зональны и почвенные процессы. В тундрах и северных редколесьях органические остатки разрушаются медленно, здесь характерно оглеение и заторфовывание почв. В темнохвойной тайге органика разрушается быстрее, образование кислых органических веществ и превышение увлажнения над испарением ведет к подзолообразованию и слабой задержке минеральных питательных веществ. В широколиственных лесах этот процесс выражен слабо и образуется биогенный резерв питательных веществ. Наиболее сильно аккумуляция питательных веществ выражена в почвах степных и лесостепных биогеоценозов. Продуцированное растительностью органическое вещество здесь интенсивно перерабатывается животными в гумусовые соединения, которые накапливаются в почвах с биогенными питательными веществами. В аридных условиях минерализация органики происходит особенно полно, но на состав почв влияет резкий недостаток влаги, способствующий избыточному накоплению минеральных солей в почвах.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Интразональные биогеоценозы

Кроме зональных типов биогеоценозов, развивающихся на плакорах — территориях, наиболее полно отвечающих климатической обстановке, — в каждой зоне распространены многочисленные интразональные типы биогеоценозов, определяемые местными, преимущественно геологическими или орографическими условиями. Интразональными являются некоторые луговые биогеоценозы, в частности, долгопоемные травянистые сообщества, все типы болотных биогеоценозов, биогеоценозы с засоленными почвами и пр. Кроме того, нередко широко распространены так называемые экстразональные биогеоценозы, в благоприятных местных условиях сформировавшиеся за пределами своей зоны, например, лесные биогеоценозы в степной зоне, степные, напротив, на склонах южной экспозиции в лесной зоне.

По замечанию В. Б. Сочавы (1978), оба типа незональных биогеоценозов (мнимокоренных геосистем, по его терминологии), возникают в результате гипертрофии или гипотрофии одного из компонентов природной системы, например, избытка влаги и недостатка кислорода на торфяных болотах, скопления солей на солончаках и пр.

В известной мере различия в обменных процессах зональных и интразональных биогеоценозов нашли отражение в геохимическом делении ландшафтов на автономные и супераквальные, и в расчленении почв на автоморфные и гидроморфные классы. Автономные элементарные геохимические ландшафты (биогеоценозы) занимают плакорные местообитания и «характеризуются залеганием на водоразделах, независимостью процесса почвообразования от грунтовых вод, отсутствием притока материала путем жидкого или твердого бокового стока, наличием расхода материала путем стока или просачивания, составом растительности, приспособленной к борьбе с просачиванием и выносом минеральных элементов, формированием в профиле почв иллювиальных горизонтов» (Перельман, 1966).

Надводные (супераквальные) поверхности отличаются близким залеганием грунтовых вод, которые оказывают существенное влияние на ландшафт, так как с ними поступают различные вещества, вымытые из коры выветривания или почв водоразделов. В супераквальных ландшафтах (рис. 25) возможно значительное накопление отмершей органики и химических элементов, главным образом, обладающих наибольшей миграционной способностью. Таковы, например, различные классы болот или солончаки с аккумуляцией сульфатов, соды, хлоридов и других солей.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Интразональные биогеоценозы в отдельных случаях могут быть очень широко распространенными и даже преобладать над зональными по занимаемой площади. В таежной

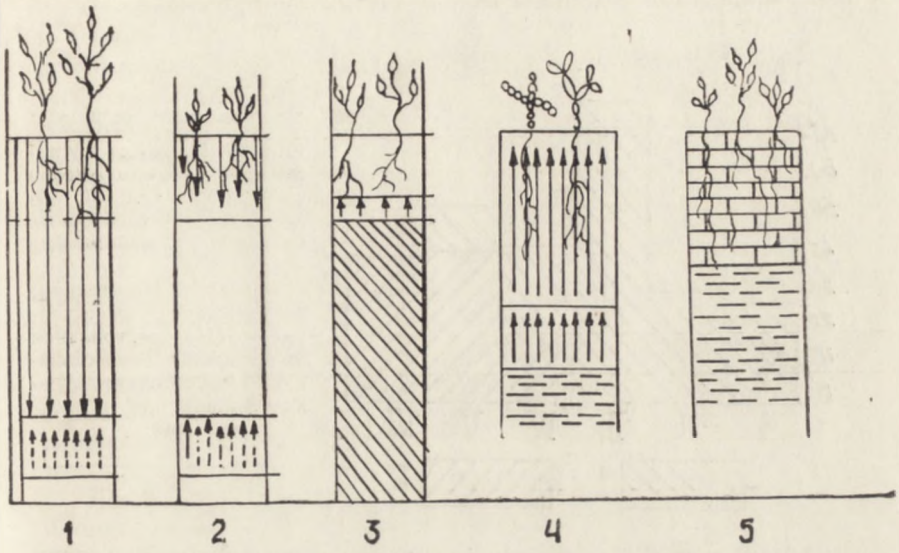

Рис. 25. Строение автономных (элювиальных и супераквальных ландшафтов: *1* — пермацидный (преимущественно лесной); *2* — поверхностно-импермацидный (степной); *3* — мерзлотный импермацидный (тундровый); *4* — солончаковый; *5* — торфяноглеевой. Стрелками обозначены направление и глубина проникновения почвенно-грунтовой влаги (Перельман, 1966)

зоне Западной Сибири интразональные болотные биогеоценозы более распространены, чем дренированные леса, а в лесостепи также интразональным биогеоценозам с засоленными почвами принадлежит большая площадь, чем степным или лесным (рис. 26).

Коренные и производные биогеоценозы

Биогеоценоз — динамическая система. Он реагирует перестройкой структуры, соотношений и свойств своих компонентов на любые нарушающие воздействия и на иные изменения среды. Компоненты биогеоценоза различаются между собой динамичностью своих свойств и состояний; очень динамичен, в частности, состав организмов биогеоценоза,

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

а петрографический состав почв, напротив, малоизменчив. Поэтому важным отличием биогеоценотической классификации от классификаций отдельных компонентов биогеоценоза является обязательное использование в ней представлений о инвариантной и динамической частях биогеоценоза.

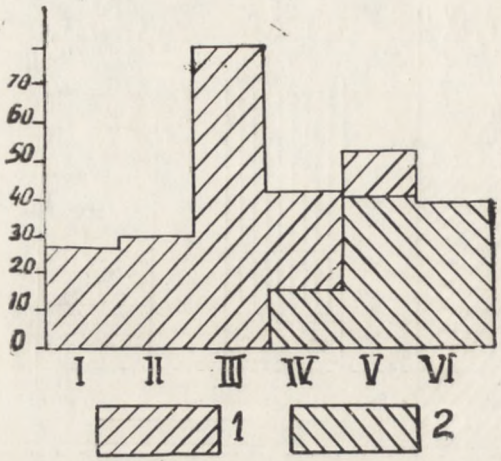

Рис. 26. Площади интразональных биогеоценозов в лесостепи Омской области: *1* — засоленные почвы; *2* — болотные почвы.
Зоны: *I* — степная; *II* — южная лесостепная; *III* — центральная лесостепная; *IV* — северная лесостепная; *V* — подтаежная; *VI* — таежная

Инвариантное начало сохраняется неизменным при всех динамических преобразованиях (Сочава, 1978), а преобразуемая часть, в первую очередь входящие в биогеоценоз организмы, находится в динамическом состоянии. К характерным формам изменчивости биогеоценозов относятся сезонная динамика его населения и разногодичная флуктуация состава и строения. Обе формы изменчивости не относятся к эволюционному ряду развития и являются не более как реакцией системы на изменяющиеся условия ее существования.

В ряде случаев разногодичная флуктуация состава растительности может достигать такого размаха, что позволяет относить растительный покров одного и того же биогеоценоза в разные годы к разным таксонам. Так, в пойме Чулыма (притока Оби) в зависимости от высоты и продолжительности половодья на гривах центральной поймы доминируют то осока ранняя, то лисохвост луговой, то осока острая. Происходящие при этом изменения в круговороте веществ проявляются в первую очередь в разной продуктивности этих трех вариантов лугового сообщества и соответственно в разной урожайности трав. С биогеоценотических позиций эти изменения должны рассматриваться как динамические состояния одного и того же биогеоценоза. Зачатки влаголюбивых растений, в том числе и осоки острой, или их отдельные эк-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

земпляры сохраняются в травостое в самые сухие годы, и наоборот, сухолюбивая осока ранняя в крайне угнетенном состоянии и малой численности выживает в периоды длительного половодья и становится доминантом в сухие годы.

Способность биогеоценозов к разногодичной флуктуации видового состава различна. Если в составе потенциальных доминантов растительного покрова имеются растения нескольких экологических групп, то столько же модификаций растительного сообщества может проявиться в разные по природным режимам годы. С этих позиций можно говорить об экологической валентности биогеоценозов. Биогеоценозы с разногодичной флуктуацией являются экологически поливалентными. Напротив, биогеоценозы, развивающиеся в условиях даже экстремальных, но более постоянных режимов, как правило, моновалентны. К ним относятся, например, торфянистые луга поймы Оби. После осушительных мелиораций былой растительный покров этих травянистых сообществ уничтожается или выпадает, и осушенные площади зарастают сорными, бурьянистыми растениями, потому что в составе торфянистых лугов нет зачатков настоящей луговой растительности.

Иной тип динамики наблюдается при восстановительных процессах после нарушения коренного биогеоценоза. Здесь динамические процессы идут в плане восстановительной сукцессии и один тип биогеоценоза сменяется другим. При этом происходит нередко полная или почти полная смена состава биогеоценозов, в том числе и доминантной группы организмов. Началом такой сукцессионной серии биогеоценозов и ее финальным этапом являются коренные биогеоценозы.

В связи с этим В. Б. Сочава (1978) предлагает различать эквифинальное и переменное состояния геосистем (биогеоценозов). Он различает следующие эквифинальные системы: коренные — системы с прочно установившимися внутрисистемными и внешними связями, условнокоренные, отличающиеся от коренных тем, что за недостатком времени еще не пришли в коренное состояние, и мнимокоренные, видоизмененные по сравнению с коренными напряженностью состояния одного из компонентов. Эквифинальные системы рассматриваются В. Б. Сочавой как материнские ядра многочисленных переменных систем, образующих разнообразные сукцессионные серии.

Все перечисленные выше во многом перекликающиеся классификационные принципы показывают, что будущая классификация биогеоценозов должна быть разветвленной и по крайней мере двуплановой. В ней в качестве основных направлений должны быть систематизированы типологиче-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ские объединения коренных биогеоценозов, а в качестве второго плана или боковых ветвей должны найти отражение переменные (производные) биогеоценозы.

Типологическая классификация пресноводных биогидроценозов сталкивается со значительно большими трудностями, поскольку имеющиеся классификационные построения ориентированы на классификацию водоемов, т. е. систем биогидроценозов, или же строятся на основе учета тех групп организмов (рыб), которые осваивают не отдельные биогидроценозы, а всю биогидросистему.

Глава 11

УЧЕНИЕ О СИСТЕМАХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ

Взаимодействия разнотипных биогеоценозов

Потоки вещества и энергии не замыкаются внутри биогеоценозов, в природе существует постоянное взаимодействие и обмен между различными биогеоценозами. Этот обмен продуктами метаболизма определяет характерную особенность круговорота веществ биогеоценоза, его незамкнутость. По мнению Н. В. Дылиса (1978), без изучения и оценки межбиогеоценозных связей не может быть правильно исследован и понят внутрибиогеоценозный метаболизм, поскольку природа любого биогеоценоза определяется не только особенностями структуры и работы составляющих его компонентов, но не в меньшей степени и воздействием окружающих, соседних биогеоценозов.

Взаимодействие между различными биогеоценозами обеспечивает глобальную цельность биогеоценотической оболочки, а также связность ее отдельных частей. Обмен веществом и энергией между биогеоценозами идет благодаря подвижности воздуха и воды, диффузии газов, передачи тепла, расселению животных, растений, микроорганизмов. Вещество переносится в форме растворов, твердых и газовых частиц разного происхождения, состояния и свойств; энергия — в тепловой и кинетической форме и в форме энергии химических связей органических материалов.

Особенно велика миграция веществ, связанная с движением воздушных масс и воды. При этом газы, как кислород, так и углекислота, благодаря диффузии и движению воздуха в основном потребляются не в породивших их системах, а рассеиваются и используются другими биогеоценозами. То же самое происходит с поглощенной биогеоценозами водой. Испаренная растениями или почвой влага, как правило,

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

далеко уносится от места ее выделения в атмосферу и утилизируется в других системах.

Разнос воздухом или водой материалов растительного происхождения — плодов, спор, листьев, совершается нередко на десятки и сотни километров; между соседними же биогеоценозами (степь и лесной колок, болото и лес) он носит совершенно закономерный и постоянный характер и нередко достигает большого масштаба. С водой и по воздуху переносятся также массы микроорганизмов и материалы животного происхождения (пух, шерсть).

В виде миграций животных или переносимой ими пищи осуществляется перемещение значительных масс органических материалов из одних биогеоценозов в другие. Такие перемещения могут быть кратковременными, но очень большими, например, при перелете туч саранчи, стай птиц, миграций млекопитающих, но могут быть и весьма продолжительными, например, принос пищи рыбоядными птицами в пределы сухопутных биогеоценозов.

Очень большое значение имеют миграции растворов с метаболитами одного биогеоценоза в другой. Это перемещение минеральных и органических веществ происходит постоянно и в значительных количествах путем поверхностного стока, с верховодкой в почвенной толще или с грунтовыми водами за нижним пределом биогеоценоза. Такие процессы хорошо прослеживаются по направлению стока; передача вещества идет от более высоко расположенных по склону биогеоценозов в более низко расположенные. Следует отметить, что склоновые биогеопотоки являются одним из важнейших механизмов связи типологически различных биогеоценозов в системы более высокого ранга.

Кинетика межбиогеоценозных отношений

В плане нашего рассмотрения весьма важными являются теоретические представления Ю. П. Бялловича (1973) о системах биогеоценозов. Он исходит из положения, что биогеоценоз сам является сложной природной системой и входит как единица в природную систему более высокого ранга. Отсюда может быть два уровня изучения биогеоценотических систем: биогеоценозный уровень, при изучении процессов, происходящих внутри биогеоценоза, и биогеосистемный, или межбиогеоценозный уровень.

Непосредственные связи между биогеоценозами осуществляются только латералями и специфическими их множествами — биогеопотоками; никаких иных непосредственных связей между биогеоценозами нет. При этом латерали возникают по схемам: $S \longrightarrow L$, $R \rightarrow L$, $L_1 \rightarrow L_2$ и их комбинациям; изме-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

няются и исчезают по схемам $L \rightarrow S$, $L \rightarrow R$, $L_1 \rightarrow L_2$ и их комбинациям только внутри биогеоценозов. Картина остается такой же и в том случае, если латераль или биогеопоток пронизывают ряд биогеоценозов.

Наряду с непосредственными отношениями между биогеоценозами имеются отношения, осуществляемые по внешним каналам связи — по геогоризонтам вне биогеосферы. Связи между биогеоценозами могут осуществляться в пределах всей тропосферы и в литосфере вплоть до уровней глубоких грунтовых вод. Кинетическая схема этих отношений принципиально отлична от схемы непосредственных отношений: биогеоценозы связываются с геопотоками радиалями. Схемы этих связей имеют следующий вид: $R' \rightarrow L \longrightarrow + R^o$ для атмосферных геогоризонтов и $R^o \rightarrow L \rightarrow + R'$ для подземных. В этих схемах знаками R^o показаны катарадиали, направленные от верхних горизонтов к нижним, R' — анарадиали, направленные от нижних горизонтов к верхним, $+R$ — положительные радиали, входящие в биогеоценоз и $-R$ — отрицательные, выходящие из него.

Каждый биогеоценоз взаимодействует с большим числом других биогеоценозов как непосредственно, так и через другие биогеоценозы, а также через геогоризонты вне биогеосферы. Все его компоненты участвуют в этих связях. Разнообразие латералей, простых и сложных, вещественных и энергетических, живых и косных, исключительно велико. Вся биогеосфера может быть представлена как непрерывное многомерное поле латералей и биогеопотоков. Для системного анализа приходится выбирать некоторое ограниченное множество биогеоценозов и латералей. Эта выборка может быть произведена с использованием следующих частных принципов.

1. Принцип контрастности биогеоценозов в системе. Чем больше различия между соседними биогеоценозами, тем больше градиенты и интенсивности связывающих их латералей и биогеопотоков, тем сильнее эти биогеоценозы влияют друг на друга и зависят друг от друга. Выделение биогеосистемы начинается с поиска наиболее контрастных соседей.

2. Принцип минимума связей через границу биогеосистемы. Примером наиболее выраженной такой границы является водораздельная линия, пересекающая болотный массив; здесь происходит дивергенция большинства латералей и биогеопотоков. Подобные же границы проходят по местным водоразделам в котловинно-увалистой местности и т. д.

3. Принцип системы взаимоуравниваемых биогеоценозов. Биогеоценозы, входящие в один и тот же тип, могут иметь большое значение друг для друга в случае нарушения одного из них. Например, они являются резервами видов, уничтоженных в одном из биогеоценозов. В этом случае биогео-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ценоз восстанавливается переносом видов из других биогеоценозов. Это не противоречит принципу контрастности, так как перенос происходит в результате появления различий между биогеоценозами.

4. Принцип кинетической законченности биогеосистем утверждает, что в правильно выбранной системе обязательно имеются ясно выраженные концевые биогеоценозы, начальные и финальные. В наиболее простом случае все выбранные латерали возникают в одном начальном биогеоценозе по схемам $R \rightarrow L$ и $S \rightarrow L$, изменяются только количественно в срединных биогеоценозах и полностью гасятся в одном финальном биогеоценозе по схемам $L \rightarrow S$ и $L \rightarrow R$. Применение этого критерия усложняется, когда в числе концевых и срединных биогеоценозов оказываются трансформирующие биогеоценозы, которые качественно изменяют латерали по схемам $L_1 \rightarrow L_2$ и $L_1 \rightarrow R \rightarrow L_2$.

5. Принцип инвариантности основы структурного плана биогеосистемы. Применим в тех типах биогеосистем, в которых структурный план предопределен процессами и образованиями, относящимися к системам более высокого ранга. Например, на горном склоне система лесных биогеоценозов может быть замещена системой луговых или пустошных биогеоценозов, но основа структурного плана биогеосистемы, размещение важнейших границ биогеоценозов, виды главных латералей и их направление, положение и функциональные особенности концевых и срединных биогеоценозов остаются неизменными.

Биогеомассивы

Биогеосистемы имеют свою иерархию, определяемую различной сложностью их структурного плана. Возрастание структурной сложности обычно сопровождается увеличением площади биогеосистемы. Различаются биогеосистемы неразветвленные, разветвленные и контурные. В неразветвленной биогеосистеме каждый срединный биогеоценоз соединен выбранными латералями с двумя соседними биогеоценозами, а каждый концевой — только с одним из срединных и, кроме того, с биогеоценозом другой биогеосистемы.

В разветвленной биогеосистеме имеется несколько «ветвей» и по крайней мере один биогеоценоз, в котором сходятся латерали из некоторых других биогеоценозов этой же биогеосистемы или из которого расходятся латерали в другие биогеоценозы. Контурные биогеосистемы отличаются перекрещиванием связей между биогеоценозами по типу сети;

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

вследствие этого в контурной биогеосистеме можно выделить кольцевые связи между биогеоценозами.

Типологически сходные биогеосистемы одинакового ранга часто непосредственно соприкасаются друг с другом в значительном количестве, образуя сплошной относительно однородный массив биогеосистем — биогеомассив. Например, обширное междуречье может быть занято одним биогеомассивом, состоящим из латерально примыкающих друг к другу биогеосистем водосборов ручьев или балок. В этом случае соседние биогеосистемы контактируют друг с другом одинаковыми своими частями: сходные биогеоценозы верховьев ручьев друг с другом, биогеоценозы нижних частей водосборов ручьев также друг с другом. Единый биогеомассив разбивается, таким образом, на однородные секторы, которые вытянуты вдоль главных кинетических осей биогеомассива.

На рис. 27 представлена схема строения водораздельного болотного биогеомассива с единым центром развития, с оформившимися местными водоразделами, разделяющими площади водосборов нескольких отводящих воду ручьев. В пределах каждой водосборной площади (биогеосистемы) выявляется полный набор болотных биогеоценозов или их комплексов, свойственных данному биогеомассиву. В верховьях каждого водосборного сектора развит грядово-озерковый комплекс, окаймленный полосой грядово-мочажинных комплексов. Участки комплексов по днищам водосборных секторов проникают к периферии болотного массива, где переходят в транзитные топи и биогеоценозы древесно-осоковых болот, заполняющих долинки ручьев, отводящих болотные воды. Местные водоразделы между секторами геосистем заняты менее увлажненными сосново-кустарничково-сфагновыми биогеоценозами (рямами), которые вдоль водораздельных линий нередко проникают в центральные части болотного биогеомассива. Нижние части каждого сектора более разнообразны по составу конкретных биогеоценозов, но и здесь проявляется определенная закономерность в их наборе и размещении относительно друг друга.

Исследование закономерностей сложения биогеомассивов имеет не только познавательное теоретическое, но и практическое значение. Исследование одной водосборной площади позволяет получить представление о всех наиболее распространенных биогеоценозах массива и их взаимодействиях. Исследование структурного плана биогеомассивов, выявление главнейших, организующих всю систему биогеопотоков, изучение типов взаимодействий между отдельными частями биогеоценотического ансамбля должны служить основой рациональных антропических воздействий на геосистему, основой планирования хозяйственных мероприятий.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

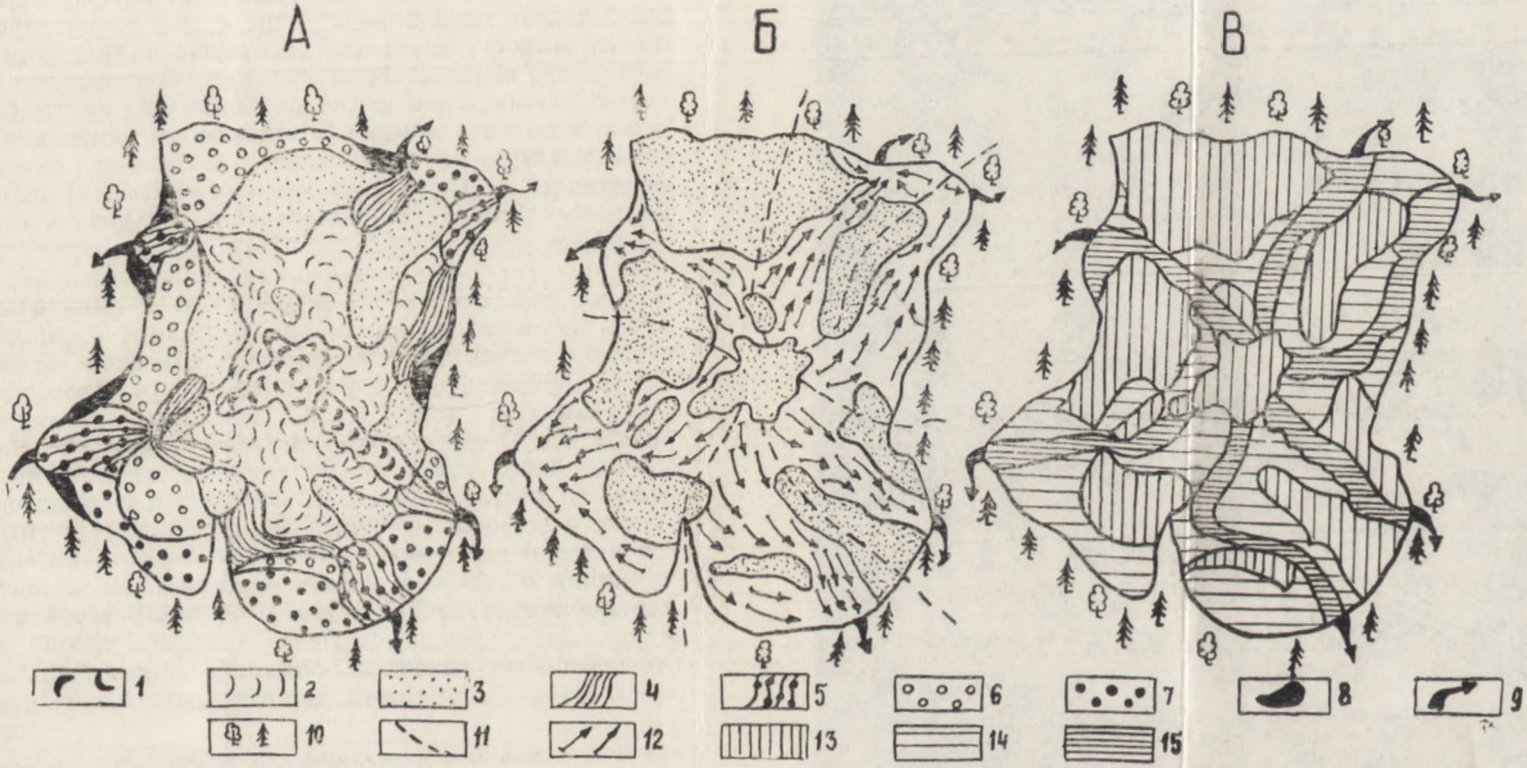

Рис. 27. Структура водораздельного болотного биогеомассива: *А* — изопотенциальная структура; *Б* — векторная структура, *В* — ячеистая структура.

1 — грядово-озерковый комплекс; *2* — грядово-мочажинный комплекс; *3* — сосново-кустарничково-сфагновый биогеоценоз — рям; *4* — биогеоценозы транзитных топей; *5* — осоково-древесный биогеоценоз; *6* — сосново-сфагновый биогеоценоз — рослый рям; *7* — осоковый заболоченный лес; *8* — топи подтопления; *9* — ручей; *10* — суходольный лес; *11* — линии местных водоразделов, *12* — направления стока воды; *13* — выпуклые геосистемы; *14* — пологонаклонные геосистемы; *15* — вогнутые ячеистые геосистемы

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Три типа ординации биогеосистем

Географ В. Н. Солнцев (1974) рассматривает геосистемные структуры как «отражение дискретно-непрерывного характера дифференциации земного вещества во взаимодействующих физических полях географической оболочки» и предлагает различать три типа экспозиции геосистемы по отношению к потокам вещества и энергии: циркуляционную, связанную с вещественно-энергетическими компонентами, передвигающимися внутри географической оболочки, инсоляционную и гравитационную, в значительной мере независимые от земной циркуляции вещества. Различные формы упорядоченности объединений геосистем В. Н. Солнцев рассматривает как форму их системной общности в результате сохранения или изменения экспозиции. В связи с этим он выделяет объединения геосистем, связанные с их потенциальной устойчивостью (изопотенциальная структура), с характером дискретности и сходства экспозиционных условий (ячеистая структура) и отражением момента непрерывности пространственного изменения (векторная структура).

Эти конструкции В. А. Солнцева необходимы для понимания тройственного характера ординации биогеосистем в более крупные по масштабу системы. Рассматривая в качестве крупной биогеосистемы Западно-Сибирскую равнину, мы видим, что здесь наблюдается определенная векторная организация, определяемая стоком вод бассейна Оби и Иртыша. С другой стороны, равнина представляет собой закономерное сочетание низменностей и возвышенностей, положительных и отрицательных морфоструктур, которые в значительной мере определяют конкретные сочетания биогеоценозов, в частности соотношение тайги и болот, и динамику природных условий (Орлов, 1975). Наконец, инсоляционная экспозиция вносит момент географической зональности и расчленяет территорию Западно-Сибирской равнины на отчетливо выраженные зоны тундры, лесотундры, тайги, лесостепи и степи.

То же самое мы можем наблюдать при анализе биогеосистемы меньшего масштаба, например, на пойме Оби. Главным организующим началом поймы является водный поток русла, определяющий миграцию вещества и энергии в пределах этой системы. Изопотенциальная структура поймы проявляется в ее различных продольных уклонах, в результате чего развиваются участки то островной, то сегментной поймы, различающиеся также особенностями половодья. Кроме того, в интразональной пойменной биогеосистеме проявляется также зональный эффект, отчего биогеоценотический покров поймы в каждой климатической зоне имеет специфические особенности (Львов, 1963).

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Этому же тройственному принципу ординации биогеосистем подлежит и биогеомассив. В нем (рис. 27, *б*) наблюдается объединение биогеоценозов по типу векторной структуры, которая определяется местной латеральной миграцией вещества и ее интенсивностью. Тот же массив может быть рассмотрен с позиции изопотенциальной структуры (рис. 27, *а*), и выделению подлежат участки болота разного высотного уровня. Вместе с тем выявляется ячеистая структура (рис. 27, *в*), отражающая то большее проявление изопотенциальных свойств, то векторных.

Как видно из приведенных схем, границы изопотенциального, векторного и сетевого объединений биогеоценозов не совпадают между собой. Это означает, что при изучении биогеосистем допустим выбор той структуры, которая наилучшим образом отвечает задачам исследования. Применение этого принципа позволяет глубже понять взаимодействие разных частей биогеосистемы. Например, в поймах крупных таежных притоков Оби местная «таежная» вода, темноокрашенная и, как правило, слабокислая, подпруживается в половодье качественно иной русловой водой и заполняет притеррасную часть поймы. В межень притеррасная пойма также питается в основном местной водой, выклинивающейся из-под террас или стекающей по их склонам, в результате чего в этой части поймы формируются болотные и таежные биогеоценозы, не свойственные другим элементам поймы. По типу геохимических связей притеррасная пойма оказывается ближе к биогеоценозам террас, чем к биогеоценозам центральной и прирусловой поймы. Иначе говоря, по генезису и по типу гидрологических взаимодействий притеррасная пойма входит в состав пойменной биогеосистемы, а по типу геохимических процессов является финальным элементом террасного ряда геосистем.

Экотон

Биогеоценотическая оболочка имеет прерывисто-непрерывную структуру (квантово-полевую, континуально-дискретную), определяемую свойствами материи (Круть, 1978; Солнцев, 1974). Выявление природных объединений биогеоценозов в системы различного ранга не более как установление закономерностей континуально-дискретного строения биогеосферы на уровне биогеосистем различного масштаба: биогеоценозного, регионального, планетарного. В месте контакта двух одномасштабных систем, на их границе, происходит трансформация биогеопотоков и свободных латералей дной системы в биогеопотоки и латерали другой системы по схемам $L_1 \rightarrow L_2$ и $L_2 \rightarrow L_1$. Этот переход проявляется в виде

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

образования на границе биогеосистем промежуточной, или буферной полосы, получившей в биогеографии наименование «экотон». Экотоном на границе тундровой и лесной зон является лесотундра, на границе лесной и степной зон — лесостепь (Дрё, 1976).

В системах мелкого ранга экотон обычно рассматривается как «опушечный эффект» или «краевой эффект» и нередко выпадает из рассмотрения как промежуточная полоса, не входящая в масштаб исследования. Особенностью экотона является то, что «соседство с двумя экосистемами (например, лесом и лугом) обусловливает наличие в полосе экотона новых, только ему свойственных структурных особенностей» (Сочава, 1978). Эта особенность экотона наглядно проявляется в экосистемах крупного ранга. В лесостепи происходит не диффузное перемешивание лесных и степных элементов или лесных и степных биогеоценозов; здесь и степные и лесные биогеоценозы имеют свои структурные и материально-энергетические особенности, но, кроме того, в этой полосе широко распространены биогеоценозы, не характерные ни для таежной зоны, ни для степи (рис. 26).

Структурный план и географическая размерность экотона зависят от ранга биогеосистем. Экотон биогеосистем планетарного масштаба является округом или зоной (лесотундра, лесостепь, полупустыня) и может подразделяться на районы или отчетливо выраженные подзоны (северная, центральная и южная лесостепь). Экотоны биогеосистем регионального масштаба представлены природными районами, геосистемами низкого ранга и отдельными биогеоценозами. Экотон двух биогеоценозов по масштабу равен парцелле или нескольким парцеллам и обычно представлен узкой полосой, которая поглощается прочерченной на карте границей, даже при крупномасштабном картировании.

В зависимости от разнотипности (контрастности) биогеоценозов специфические черты экотона могут проявляться в разной степени. В одних случаях контакт между системами осуществляется путем постепенного убывания элементов одного биогеоценоза и увеличения элементов другого; в иных случаях на фоне смешения элементов двух биогеоценозов проявляются специфические синузии видов, свойственных только экотону; наконец, экотон может содержать полосы, в которых абсолютно преобладают виды, не свойственные соседствующим биогеоценозам. В экотоне нередко наглядно проявляются пространственные закономерности и свойства, скрытые от наблюдения в самом биогеоценозе. На границе лесного и болотного биогеоценозов в форме чередующихся мозаичных пятен лесных и болотных мхов вырисовывается дробная дискретность мохового покрова, не очевидная ни в лесу, ни в моховом покрове болота.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Следует, видимо, различать экотоны эквифинальных систем, которые определяются в основном процессами и состояниями инвариантной части биогеоценозов и биогеосистем, и экотоны на границе производных систем, в которых прямому нарушению подвергаются обычно только структура и состав организменного компонента. «Экотоны получают широкое распространение там,— указывает В. Б. Сочава (1978) по поводу последней группы границ,— где коренные геосистемы под влиянием деятельности человека уступают место своим многочисленным переменным состояниям. Площади экотонов в настоящее время в целом в ландшафтной сфере увеличиваются, что должно привлекать к ним особое внимание».

Глава 12

ПРОБЛЕМЫ БИОГЕОЦЕНОЛОГИИ

Оценивая современное состояние и перспективы развития биогеоценологии Н. В. Дылис (1978) основной задачей указывает исследование экосистем биогеоценозов, причем не только развитых на плакорных местообитаниях, но и там, где материально-энергетический круговорот изменен выносом или приносом вещества и энергии (пойменные биогеоценозы, биогеоценозы западин, склонов разной экспозиции и крутизны и пр.). Эти исследования должны проводиться с учетом годичных и многолетних природных режимов с оценкой возрастных состояний доминантов и с выявлением сукцессионных процессов, связанных с изменением отдельных факторов среды.

Программа этих исследований должна заключаться в получении «точных данных о составе, структуре и динамике растительного и животного компонентов, физико-химических и биологических характеристик почвы, солярного режима, увлажнения, тепла, выявления трофических уровней, первичной и вторичной продуктивности, ее фракционного состава, калорийности, количества отмирающей биомассы, скорости ее разложения и ряда других».

Внутренние взаимоотношения и внутренняя структура живых компонентов биогеоценозов и их влияние на общую организацию биогеоценотических систем представляет исключительный интерес. Особенно это касается гетеротрофной части биогеоценозов, представленной огромным разнообразием жизненных форм, различных по трофической базе и по способам добычи энергии. Ввиду специфичности деятельности организмов анализ биогеоценотической работы следует доводить до видового уровня, не ограничиваясь расчленением всей массы организмов на крупные блоки типа консументов

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

и деструкторов. Особое внимание должно быть привлечено к изучению цепей питания как каналов передачи вещества и потерь энергии от первичных продуцентов ко всей сети различных консументов и деструкторов, а также исследование консорций, объединяющих группы организмов, связанных с кормовыми растениями топическими и трофическими связями.

Важное место в биогеоценотических исследованиях должны занимать вопросы классификации биогеоценозов, «поскольку без разработки классификации на биогеоценотической основе, т. е. на типологии обмена веществом и энергией, почти невозможно внедрение результатов биогеоценотических исследований в практику народного хозяйства».

Структура биогеоценотического пространства

Биогеосфера отличается специфичностью своей пространственной организации, позволяющей полагать наличие особого биогеоценотического пространства. И. В. Круть (1978) указывает, основываясь на представлениях В. И. Вернадского, что главный ряд пространств — космическое, физическое, химическое, геологическое — продолжается биологическим пространством, причем «промежуточную линию между геологическим и биологическим пространствами составляет пространство экосистем или биогеоценозов». Из характеристик этих пространств наибольший интерес имеют особенности вертикального и горизонтального расчленения биогеоценозов.

Деление биогеоценоза на биогеогоризонты является частным случаем вертикальной (радиальной) анизотропности природных тел, проявляющейся в том числе и в образовании земных оболочек (Вернадский, 1934; Бяллович, 1960). Наиболее композиционно сложными слоями биогеосферы являются припочвенные биогеогоризонты, поскольку они включают в себя элементы верхних горизонтов, в частности те из них, которые обладают радиальной протяженностью (стволы и стебли) или входят в состав анарадиальных биогеопотоков в виде растительного и животного опада и пр. Закономерным следствием усложнения пространственной композиции горизонта должно быть уменьшение вертикальной его протяженности и уменьшение горизонтальных размеров структурных частей горизонта.

В плане этих положений перспективным представляется дальнейшее развитие положений о пространственно-структурных частях биогеоценоза. В частности, парцеллы могут быть двух основных типов: вызванные неоднородностью инвариантной составляющей биогеоценоза, т. е. началом, за-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ложенным в косных компонентах биогеоценоза, и парцеллы, образованные биотическими компонентами, в том числе определяемые закономерностями размещения организмов на площади биогеоценоза. Первый тип парцелл обусловлен неравномерностью механического состава почвы, микрорельефом и пр., и общий структурный план размещения таких парцелл сохраняется при сменах биогеоценозов. Парцеллы суффозионных западин сохраняются даже после сведения леса и создания агроценозов. Парцеллы второй группы основаны на особенностях взаимодействия организмов и образовании ими вокруг себя частных пространств (фитогенных и зоогенных полей, групповых размещений популяционно близких организмов и пр.).

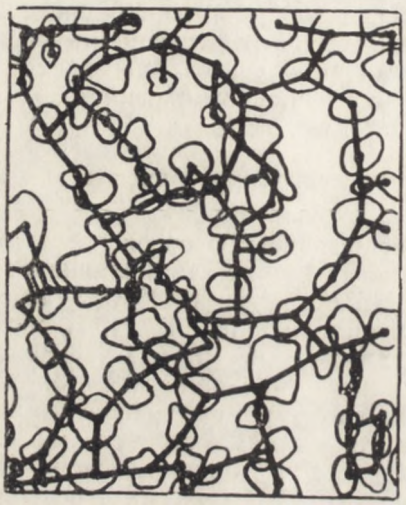

Рис. 28. Размещение деревьев первого яруса соснового леса на пробной площади размером 40×50 м (Дылис, 1974)

Примерами такой биологической организации биогеоценотического пространства являются грядово-мочажинные комплексы болот, в которых строгое взаиморасположение топяных участков (мочажин) и более сухих гряд или кочек вызвано реакцией растительного покрова на латеральный почвенный водный поток. Близкие формы пространственной организации растительного покрова, а следовательно, и всего биогеоценоза, наблюдаются и в лесных биогеоценозах. На рис. 28 приведена схема размещения деревьев на пробной площади в сосновом лесу Подмосковья (Дылис, 1974). На схеме стволы деревьев соединены линиями по кратчайшим расстояниям между ними, и очевидной становится сетевая структура древостоя, а следовательно, и сетевой принцип устройства пространства нижних горизонтов лесного биогеоценоза. Такой же тип устройства древостоя наблюдается и в западносибирской равнинной тайге (Храмов, Валуцкий, 1977).

Фитогенное поле является более мелкой единицей пространственной организации биогеоценоза, чем парцелла. Оно

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

образовано как путем преломления деревом климатических и эдафических факторов среды — света, влаги, температуры, так и прямым воздействием самого дерева на другие организмы (топические и трофические связи, отторжение одних групп организмов и объединение других в консортные системы) и на почву.

Парцеллы и фитогенные поля деревьев относятся к одной категории биогеоценотических пространств по признаку заполнения ими всей толщи биогеоценоза. В нижних биогеогоризонтах структурные единицы значительно меньше по горизонтальной протяженности, в радиальном направлении входят в состав немногих нижних или одного-двух напочвенных горизонтов. В кроновом дендробии пространственной единицей твердой фазы является крона дерева площадью до нескольких десятков квадратных метров. В напочвенных ярусах лесного биогеоценоза подобные пространственные объединения измеряются десятками квадратных дециметров или немногими квадратными метрами.

В лесных и болотных биогеоценозах мелкие структурные единицы пространства нижних биогеогоризонтов очень хорошо выражены, их следует рассматривать как особые единицы биогеоценотического пространства — ареолы. К ним относятся мозаичные пятна трав и мхов на относительно ровной почвенной поверхности, существование которых обеспечивается внутривидовыми и межвидовыми взаимоотношениями организмов. Приблизительно равны им по площади биологические объединения, вызванные нанорельефом и микроформами почвенного покрова, связанными с деятельностью животных (муравейники, кротовые выбросы и т. д.). В эту же категорию входят приствольные повышения поверхности почвы с населяющими их организмами, гнилые пни и разрушающиеся стволы деревьев. В большинстве случаев мозаичные пятна трав и мхов являются группами надземных частей одного организма или группами особей, которые произошли от одного организма. Близкие закономерности наблюдаются и в животном населении ареол. По-видимому, характеристика парцелл должна включать не только описания общего плана строения и видового состава, следует учитывать также состав и соотношение более мелких пространственных систем: биогеомасс и ареол.

Биологическое и биогеоценотическое время

Наряду с понятием биологического пространства В. И. Вернадский (1975) вводит понятие биологического времени. Свойства и проявления «такого времени, связанного с пространством, резко отличным от всего остального

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

пространства нашей планеты, могут отличаться от другого времени». Особенность ритмов биологического времени «выражается в трех процессах: во-первых, время индивидуального бытия, во-вторых, время смены поколений без изменения форм жизни и, в-третьих, время эволюционное — смена форм одновременно со сменой поколений» (Вернадский, 1975).

Многие биогеоценотические процессы и состояния определяются индивидуальным временем организмов, в особенности организмов эдификаторной синузии. С этих позиций агроценозы, состоящие из однолетних растений, степные и луговые биогеоценозы, эдификаторы которых обладают жизненным циклом размерностью в годы и десятки лет, и лесные биогеоценозы с жизненным циклом эдификаторов в сотни лет имеют принципиальные различия. Длительность жизни организмов — свойство их жизненной формы, одна из главных ее характеристик. С длительностью жизни эдификаторов связаны, в частности, размерность и последовательность биогеоценотических состояний, определяемых возрастом эдификаторной синузии: сукцессии консортов, смена нижних биогеогоризонтов и т. п.

Свойства индивидуального биологического времени обязывают определенным образом интерпретировать результаты конкретных исследований экосистем, в особенности при определении биомасс различных компонентов биогеоценозов и биогидроценозов. В экосистемах устричных отмелей (Одум, 1975) пирамиды биомасс при самых тщательных учетах складываются следующим образом: очень малая биомасса растительного планктона, значительно большая биомасса планктоноядных рачков и еще большая биомасса рыб. Понятно, что биомасса рыб накапливалась в течение нескольких лет, а биомасса планктона определяется очень коротким циклом развития этих организмов, исчисляемого часами или сутками. Для получения правильного конечного результата требуется привести показатели этих трех групп к одному времени.

Если понятие биологического времени и его применение в биологии и биогеоценологии находится в состоянии разработки, то в отношении биогеоценотического времени можно говорить только в плане постановки проблемы. Из специфики биогеоценотического пространства вытекает и специфичность его времени, которая включает в себя индивидуальные биологические времена входящих в систему организмов. Можно полагать, например: разные экосистемы и различные типы биогеоценозов существенно различаются своим временем, что проявляется, в частности, в скорости протекания сукцессий. С одной стороны, наблюдаются очень быстрые смены эквифинальных состояний в болотных биогеоценозах, с дру-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

гой — замедленность сукцессионных процессов в пустынных типах биогеоценозов и отсутствие сукцессий в биогидроценозах океанов.

Можно предполагать, что в биогеоценозах происходит определенное совмещение времени геологического и времени биологического и в разных типах биогеоценозов соотношение того и другого должно быть разным в соответствии со степенью участия блока организмов в биогеоценотических процессах. Там, где организмы служат определяющим звеном биогеоценотического метаболизма (леса, луга, болота), выше значение индивидуальных биологических времен, в биогеоценозах со сниженной ролью организмов (пустыни) их значение меньше.

Роль организменного компонента особенно велика в болотных биогеоценозах, в которых растения и их остатки образуют почти полностью твердую фазу всех биогеогоризонтов. Видимо, в результате этого многие процессы развития болотных биогеоценозов имеют сходство с процессами биологическими, поскольку определяются экологическими реакциями болотных растений. Время существования болотных ареол определяется преимущественно индивидуальным временем их растительных компонентов. В частности, срок существования моховой кочки на верховом болоте определяется сроком жизни дерева или кустарничка, образующих механическую основу этой кочки. Напротив, процесс расширения границ болотных биогеоценозов при заболачивании суходольных территорий определяется уже геологическим временем с иной ритмикой процессов.

Эволюция биогеоценозов и их компонентов

Можно полагать, что эволюционные изменения организмов проявляются не только в виде изменения их форм и внутренних свойств; они идут также в направлении изменения связей как между различными организмами, так между организмами и средой, т. е. происходит эволюционное развитие и усложнение различных классов систем организмов. Большинство организмов, если не все, входят в состав симбиотических систем. Общеизвестна связь высших растений с грибами и микроорганизмами ризосферы, симбиотические системы зеленых водорослей и грибов — лишайники, по крайней мере большинство животных являются гнотобионтами и не могут в природных условиях существовать, лишившись присущей им микрофлоры. Следует также учесть, что трофические связи между организмами одни из основных, но не единственные типы взаимоотношений организмов друг с другом.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Теснота связей между организмами и способы ее осуществления могут быть самыми различными, в том числе топическими, конкурентными и в широком рассмотрении — информационными. Например, пчелиный клещик вароа, ставший бичом домашних пчел, обычен и в гнездах диких пчел. Последние при нарастании его численности перелетают в новое, нередко удаленное место, оставляя кладку с избытком клещей. Прямая трофическая (паразитическая) связь клеща и пчелы в этом случае оборачивается стимуляцией популяционной дисперсии, что у клоновых по способу существования животных — пчел — препятствует вырождению семей.

Несомненно, что развитие биологических взаимодействий как особой формы природных связей, в том числе развитие взаимодействий организмов между собой и взаимодействий систем организмов, является одной из форм биологической эволюции Земли. Различные биологические взаимодействия еще очень слабо изучены, и выявление их типов — одна из важных сторон изучения биогеоценотического процесса. Можно полагать, что эволюционные изменения организмов в значительной степени являются ответом на эволюционные изменения биогеоценозов и всей биогеосферы. Однако есть основание предполагать также, что формирование и развитие новых биогеоценозов не всегда сопровождается образованием новых видов организмов. Как всякая система, биогеоценоз на изменяющиеся условия среды реагирует перестройкой соотношений своих элементов или заменой одних элементов другими, близкими по характеру связей.

В частности, эволюция болотных биогеоценозов и их систем в Западной Сибири происходит без образования новых видов организмов. Болота возникли на этой территории 8,5—10 тыс. лет назад и за это время распространились почти на половине ее площади, пройдя определенные этапы развития и усложнения систем. В их растительном покрове участвует примерно 150 видов растений, из которых только часть имеет широкое распространение. Количество разных вариантов болотных биогеоценозов и их систем превышает количество участвующих в этих системах видов растений. Флора болот образована мигрантами со стороны Уральских гор и частично со стороны Среднесибирского плоскогорья. Тем не менее, многие виды, свойственные этим территориям, в Западной Сибири отсутствуют или занимают ограниченные площади по периферии равнины. Флористически западносибирские болота близки болотам восточноевропейским, но по признакам устройства биогеоценозов и их систем существенно от них отличаются.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Эволюция биогеоценозов тесно связана с эволюцией образующих их организмов, но имеет свои специфические особенности и подчиняется другим закономерностям. Тщательное изучение эволюционного процесса биогеоценотической оболочки, в частности, исследование сукцессий эквифинальных (коренных) биогеосистем — задача большой научной важности.

Экологическое параметрирование биогеоценозов и их структурных частей

При исследованиях экосистем производятся измерения их физических и химических показателей и на основании этих данных оценивается характер процессов, отражающих не физический и химический уровни жизни, а уровни более сложного порядка — популяционный и биогеоценотический. Иначе говоря, общие и сложные природные процессы оцениваются путем интерпретации более простых и конкретных механических, физических и химических показателей. Нередко эти измерения проводятся в точках, которые не являются репрезентативными для исследуемого объекта. Например, для жизни моховой дернины и ее животного населения важна совокупность экологических факторов в живой части гипофитобия в слое толщиной 2—5 см. Микроклиматические условия в этом слое существенно отличаются от тех показателей, которые выявляются при стандартных метеорологических наблюдениях.

Естественнее оценивать напряженность того или иного экологического фактора и их совокупности по реакциям самих организмов и их природных комплексов. Большие возможности такой оценки открывает использование экологических систем измерения, в частности, тщательно разработанных шкал Л. Г. Раменского (Раменский и др., 1956). В основу этих шкал положены экологические амплитуды растений европейской части СССР и учет того обстоятельства, что в оптимальных условиях численность (обилие) вида становится большей, а в пессимальных условиях, по периферии экологического ареала, популяции изреживаются и численность особей вида в сообществе становится малой.

Единицей измерения напряженности экологических факторов в системе шкал Л. Г. Раменского является ступень. Шкала увлажненности местообитаний насчитывает 120 ступеней и охватывает все различия в водном довольствии растений, наблюдаемые на территории СССР: ступени 1—17-я отражают пустынное увлажнение, ступени 18—30-я — полупустынное с годовым количеством осадков 150—250 мм, ступени 31—52-я — степное увлажнение, ступени 53—76-я — увлажнение лесов и лугов с почвами без

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

признаков оглеения, ступени 94—120-я характеризуют биогидроценозы и близкие к ним группы болотных биогеоценозов.

Шкала активного богатства и засоленности почв насчитывает 30 ступеней от крайне бедных почв (1—3-я ступени) до богатых почв (14—16-я ступени), свободных от вредных солей, а ступени 17—30-я характеризуют нарастающий ряд почвенного засоления. Шкалы переменности увлажнения, аллювиальности и пастбищной дегрессии имеют более частное значение и используются для характеристики отдельных групп биогеоценозов — пойменных и пастбищных.

При внимательном рассмотрении выясняется, что ступени экологических шкал являются универсальной мерой экологического состояния биогеоценоза и его структурных звеньев. Требуется уточнение этих шкал, разработка экологических формул для разных природных районов и определение границ области их применения. Имеющийся у нас опыт использования этих шкал применительно к оценке болотных биогеоценозов Западной Сибири показывает, что шкала активного богатства почвы должна быть увеличена вдвое, что позволяет соразмерить между собой ступени увлажнения и ступени почвенного плодородия.

Область применения экологических шкал в биогеоценотических исследованиях, по-видимому, очень широка. Они позволяют дать одномасштабную экологическую характеристику видов организмов, выделить экоформы, свойственные разным биогеоценозам, оценить возрастное изменение экологических потребностей организмов и пр. Весьма перспективно применение экологических шкал при исследовании структурных частей биогеоценозов. Например, попытка оценить с помощью этих шкал отношение разных биогеогоризонтов леса и болота — хортобия (кустарничкового) и гипофитобия (лишайниково-мохового) — к влажности почвы и ее активному богатству показала, что эти горизонты отличаются известной автономностью, а различия между ними достигают десятка ступеней. Это можно объяснить тем, что оба биогеогоризонта связаны с различными почвенными горизонтами: мхи и лишайники получают водное и минеральное питание из подстилки с ее постоянно высокой влажностью и наличием доступных минеральных соединений, а кустарнички связаны корневой системой преимущественно с подгумусовым биогеогоризонтом почвы, в котором свойства увлажнения и наличие доступных минеральных соединений иные, чем в подстилке.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Часть 3. ОХРАНА ПРИРОДЫ

Глава 13

ОХРАНА ПРИРОДЫ КАК НАУКА

На протяжении длительного времени охрана природы развивалась как отрасль практики с необходимым научным обоснованием соответствующих мероприятий. В последнее же десятилетие довольно быстро формируется природоохранительная наука, получившая название созологии. «Созо» по-древнегречески означает «я защищаю» и «логос» — учение, наука. В литературе предложены и другие названия науки: созиэкология — Л. К. Шапошников, 1969; антропоценология — Б. Г. Иоганзен, Е. Д. Логачев, 1975; природопользование — Ю. Н. Куражковский, 1963 и другие.

Созология — наука о социальном обмене (между природой и обществом) веществ и энергии, вскрывающая его закономерности, выявляющая его влияние на природу и воздействие измененной природы на общество, разрабатывающая пути управления обменом в интересах дальнейшего развития человечества.

Из истории созологии

Становление созологии началось с очень давних времен, так как меры по охране природы известны с IV в. до н. э. Вначале охрана природы строилась на основе опыта наиболее развитых и дальновидных людей, затем — на основе исследований отдельных ученых. С развитием капитализма (XIV—XV вв.) стало быстро усиливаться отрицательное влияние промышленности на природу, резко ухудшалась окружающая человека среда в быстро растущих городах. К XVIII в. во многих развитых странах измененная природа стала существенно влиять на здоровье людей и обеспечение их всем необходимым для жизни. В связи с этим передовые ученые XVIII в. (Ж. Бюффон, Ж. Ламарк, М. В. Ломоносов и др.) писали и говорили о необходимости разумного использования природы.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

В XIX в. появились крупные сочинения по проблеме влияния общества на развитие природы (американский лесовод Г. Марш, русские академики А. И. Воейков и А. Ф. Миддендорф, проф. В. В. Докучаев и др.). В это же время (1875—1883 гг.) Ф. Энгельс в рукописи «Диалектика природы» (впервые опубликована в 1925 г. в Москве) и К. Маркс в книге «Капитал» разработали методологические вопросы будущей науки, осветив вопросы о взаимосвязи и взаимной обусловленности тел и явлений в природе, об обмене веществ между природой и обществом и необходимости управления им, сформулировали ряд закономерностей взаимодействия природы и общества.

Благодаря этому, во второй половине XIX в. усилился интерес ученых всего мира к теоретическим основам охраны природы, но еще долгое время не возникало необходимости создания особой отрасли знаний. Ученые, особенно экологи, были заняты научным обоснованием неотложных практических мер по рациональному использованию и охране важнейших природных ресурсов, хищнически эксплуатировавшихся в условиях развивавшегося капитализма. Следует отметить, что в конце XIX и начале XX вв. еще не были широко известны даже многим ученым глобальные изменения природы, обусловленные деятельностью общества.

В первой половине XX в., характеризовавшейся бурным научно-техническим прогрессом, быстрым ростом населения планеты, появлением социалистических государств и неоднократными войнами с применением мощных технических средств, воздействие на природу приобрело глобальные масштабы и отрицательные его последствия создали реальную угрозу существования общества.

Существовавший комплекс научных основ рационального использования, охраны и воспроизводства отдельных ресурсов природы уже не обеспечивал разрешения новых задач по охране биосферы как единого взаимосвязанного целого, без чего уже трудно было сохранить природу даже в границах государств. Вот почему с началом 60-х годов ученые многих стран вынуждены были заняться осмысливанием создавшегося положения, в результате чего пришли к мысли о необходимости создания специальной науки об охране природы. Статьи по этому вопросу опубликовали в 1959 г. И. М. Забелин (СССР), 1963 — И. П. Кириченко (СССР) и Д. Фишер (США), 1964 — И. П. Лаптев (СССР), 1966 — В. Гетель (Польша), 1968 — Л. К. Шапошников (СССР), 1975 — Б. Г. Иоганзен и Е. Д. Логачев (СССР) и другие.

В разных странах были опубликованы капитальные сочинения по проблемам охраны природы, создавались специальные научно-исследовательские институты и лаборатории. В разработку созологических проблем включились философы,

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

экономисты, социологи, футурологи, экологи, биогеоценологи, генетики, гигиенисты, физики, химики, математики, юристы и ученые многих других специальностей. Литература, имеющая отношение к созологии, издается потоком, и тиражи изданий растут быстрыми темпами.

К сожалению, немногие ученые решились изложить основы новой науки об охране природы, в связи с ее большой сложностью и неразработанностью. Первую попытку в этом направлении сделал Ю. Н. Куражсковский (СССР), в 1963 г. опубликовавший книгу «Природопользование как наука и учебный предмет». Она сыграла важную роль в формировании созологии. В Польше в 1966 г. вышла книга под ред. В. Гетеля «Созология и созотехника», а в 1975 г.— книга И. П. Лаптева «Теоретические основы охраны природы (Основы созологии)». Этим списком пока и исчерпываются попытки изложения основ науки. Что же касается отдельных разделов созологии, то по ним литература, в том числе и монографии, очень обширна и исчисляется тысячами.

Сейчас имеются все возможности для того, чтобы созология сделала крупный шаг по пути своего формирования и дальнейшего развития. Этого требует не только решение практических проблем, острота которых усиливается с каждым годом, но и подготовка кадров специалистов всех уровней.

Положение созологии среди других наук

Возникшая в недрах экологии, созология довольно скоро вышла за ее пределы, обособилась и установила разнообразные связи со всеми существующими науками. Фактически она развивается на грани наук о природе и обществе, что обусловливает ее комплексный характер и требует от созологов широкого кругозора, организации комплексных исследований.

Наиболее тесно созология связана с географическими науками, экологией, биогеоценологией, гигиеной, химией, геологией, историческим и диалектическим материализмом. Но она связана и со всеми другими науками (физика, математика, политэкономия, биология, астрономия, комплексы юридических, сельскохозяйственных и технических наук). Созология берет у этих наук факты и обобщения для построения своих выводов, для установления закономерностей. Взамен она представляет наукам вскрытые ею закономерности и собранные факты, обеспечивающие более глубокое исследование объектов и явлений, предотвращающие возможные ошибки в выводах.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Следует отметить и такую, совершенно необходимую сейчас форму связи, как переход многих ученых в лагерь созологии, так как прошедших специальную подготовку созологов практически нет. Только через ряд лет появятся такие специалисты, когда в вузах будут созданы соответствующие кафедры и специальности. В настоящее же время в СССР и за рубежом в вузах готовятся специалисты в основном для решения практических задач охраны природы.

Методики созологии

Методологической основой созологии является диалектико-материалистическое учение о природе и обществе, о их непрерывно развивающемся взаимодействии, изложенное в трудах классиков марксизма-ленинизма — К. Маркса, Ф. Энгельса и В. И. Ленина. Это учение развивается дальше трудом философов СССР и других социалистических стран. В соответствии с этим учением разрабатываются и конкретные методики исследований. К сожалению, разработаны они еще недостаточно, и даже нет ни одного методического руководства.

В настоящее время для изучения многих теоретических и практических проблем созологи пользуются комплексами методик, применяющихся в давно существующих науках. Но в ряде случаев приходится разрабатывать новые методики. Например, сейчас интенсивно формируются: методики оценки ущерба, нанесенного обществом природе; методики исследования трансформации загрязняющх веществ в окружающей среде; методики выявления и оценки влияния изменений в окружающей природной среде на наследственность организмов и человека; методики оценки рекреационной ценности территории и определения допустимой на нее нагрузки отдыхающих; методики количественной оценки антропогенных изменений природы и их последствий в регионе и на всей планете.

При решении многих вопросов большую помощь оказывают сравнительно-географические методики. Суть их заключается в сравнении интенсивности и результатов воздействия общества на природу в одном регионе, но в разное историческое время (сравнительно-исторические), или же на двух удаленных, но аналогичных участках природы (сравнительно-географические).

Очень слабо разработаны методики изучения социального обмена веществ и энергии. Полученные в настоящее время данные касаются лишь отдельных сторон этого явления. Методики изучения социального обмена веществ и энергии

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

как единого явления даже для одного региона или населенного пункта не разработаны. Одной из причин такого положения можно назвать увлечение ученых решением отдельных острых вопросов в ущерб выявления общей картины.

Основные понятия созологии

В настоящее время в науке об охране природы еще не установился набор основных понятий и их трактовка. Однако в научной и учебной литературе имеющиеся понятия широко используются, но, к сожалению, почти каждый автор дает им свою трактовку. В результате анализа литературы мы даем наиболее широко используемые понятия и их наиболее правильную, с нашей точки зрения, трактовку. Знание их необходимо для того, чтобы понимать написанное и произнесенное с кафедр и трибун конференций.

Природа — основное созологическое понятие — представляет совокупность естественных и преобразованных (измененных) обществом природных тел и процессов, образующих систему, находящуюся в непрерывном развитии. В это понятие включается вся Земля с ее биосферой и космическое пространство с находящимися в нем веществами и телами. В понятие «природа» не включаются созданные трудом людей сооружения и постройки, орудия труда и люди. Кроме так называемой «дикой» природы в созологическое понятие «природа» включаются созданные человеческим трудом разводимые растения и животные, посаженные леса, преобразованные (стихийно или целеустремленно) ландшафты, искусственные водохранилища, реки (каналы) и острова.

На современном историческом этапе значительная часть природы представляет в той или иной степени продукт труда человека, который в отдельные элементы природы вкладывался на протяжении многих поколений. К таким элементам природы относятся: сорта растений и породы животных, обрабатываемые и рекультивированные почвы, посаженные скверы, лесопарки, леса и лесополосы, культурные ландшафты, искусственные реки (каналы), водохранилища и острова, осушенные участки морей и озер, оазисы в пустынях, мелиоративные участки лесов, лугов и пастбищ. Человеческий труд в меньшем объеме вкладывается сейчас во многие используемые природные ресурсы с целью их охраны, воспроизводства и улучшения. Например, в ряде бассейнов часть запасов рыб восполняется путем рыборазведения и улучшения условий их жизни; в эксплуатируемых лесах осуществляются меры по содействию их естественному возобновлению, ведутся лесопосадки, санитарные рубки и разреживание древостоя,

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

уничтожаются вредители леса и ведется борьба с болезнями леса.

В настоящее время все природные ресурсы и условия требуют вложения общественного труда, чтобы они продолжали служить человеку и даже улучшались. На это все государства затрачивают возрастающие с каждым годом средства. В СССР на эти цели в 1976—1980 гг. будет израсходовано около 55 млрд. рублей.

Биосфера — часть природы Земли, в пределах которой в основном осуществляется взаимодействие общества и природы. В опубликованных статьях и монографиях этот термин употребляется в разных смыслах. Одни исследователи к биосфере относят только область распространения живого и само живое вещество (организмы), а другие придерживаются понимания, заложенного в этот термин создателем учения о биосфере акад. В. И. Вернадским.

По В. И. Вернадскому, биосфера — область современного и прошлого распространения жизни на Земле, состоящая из живого вещества (организмы и их продукты), биогенного вещества (созданного организмами или образованного их остатками в виде органоминеральных или органических продуктов: каменный уголь, сапропель, торф, лесная подстилка, гумус почвы и др.) и биокосного вещества, созданного живыми организмами при участии неживой природы (приземная атмосфера, осадочные породы, глинные минералы, вода и др.).

Общество — второе основное созологическое понятие, основанное на диалектико-материалистическом учении об обществе. К 1977 г. число людей нашей планеты насчитывало 4 млрд. человек и продолжает увеличиваться с каждой минутой. Эта масса людей объединена в более чем 200 государствах, находящихся на разных ступенях общественного развития и включивших в себя тысячи национальностей. Все государства сейчас разделяются на социалистические, капиталистические и развивающиеся. Каждой из этих групп государств присущ свой тип взаимодействия общества и природы, причем все объективные возможности для оптимизации этого взаимодействия имеются только у государств с социалистическими общественными отношениями.

Люди на планете обитают в мелких, крупных и сверхкрупных (мегаполисы) населенных пунктах, а на остальной территории находятся лишь временно: в процессе труда, передвижения, отдыха и туризма. Вот уже на протяжении многих десятилетий идет все убыстряющийся процесс урбанизации, заключающийся в увеличении численности городского населения за счет сельского. В Австралии, например, в городах живет уже около 80% населения, а в среднем на планете — 40%. Общество современным диалектиче-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ским материализмом рассматривается как открытая система, через которую непрерывным потоком проходят вещества и энергия, за счет которых оно существует и развивается. Всякое нарушение этого потока (уменьшение, прекращение) будет тяжело отражаться на обществе и даже вызывать его деградацию, распадение на роды и семьи. Вероятность деградации хотя и существует, но пока нет реальных причин к существенному нарушению потока протекающих через общество веществ и энергии. Однако человечество обязано принимать все усиливающиеся меры к тому, чтобы этот поток не иссяк вследствие неуправляемого взаимодействия природы и общества.

Все функции общества осуществляются на основе рассудочной деятельности, чем оно принципиально отличается от всех других объединений организмов живой природы (семьи, популяции, биоценозы и фитоценозы, паразитоценозы). Управление деятельностью общества в разных ее ячейках (государствах) осуществляется по-разному, но только в социалистических странах — в интересах всего народа. И только в них предотвращен процесс ухудшения природы в результате общественной и индивидуальной деятельности: использование природы поставлено на строго научных основах.

Главная задача общества — удовлетворение индивидуальных и общественных потребностей людей. В условиях социалистических общественных отношений она решается за счет природы в интересах всех членов общества; в других государствах в первую очередь и в наибольшем объеме удовлетворяются потребности господствующих классов и групп населения, что обусловливает сохранение хищнического использования природы со всеми вытекающими из этого последствиями.

В связи с развитием общества быстро растут индивидуальные и общественные потребности, удовлетворение которых требует все больших объемов природных ресурсов, что неизбежно сопряжено с интенсификацией научно-технического прогресса, использованием новых видов ресурсов, усилением отрицательного воздействия на природу и возникновением исторической необходимости управления взаимодействием природы и общества не только в государственном, но и в планетарном масштабе.

Взаимодействие природы и общества представляет сложный процесс, возникший с момента возникновения общественного человека и непрерывно развивающийся. Оно включает изъятие из природы веществ и энергии, переработку веществ с помощью энергии, усвоение обществом веществ и энергии, сброс в природу отходов, преобразование природы, воздействие измененной природы на общество и уп-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

равление взаимодействием природы и общества. Основу этого взаимодействия составляет социальный обмен веществ и энергии между природой и обществом. В последующем тексте будет дана подробная характеристика понятия и его элементов.

Окружающая среда — очень широкое понятие, объединяющее среду каждого человека и общества в целом, условия производственной деятельности и ресурсы природы.

Среда жизни и развития каждого человеческого индивидуума слагается из природных и социальных условий. Многие буржуазные исследователи и эксперты ЮНЕСКО в понятие окружающей человека среды включают не только элементы природы, но и разнообразные социальные отношения и явления. Поэтому они говорят, например, о рабочей, политической, культурной и эстетической среде; в понятие окружающей среды они включают группы людей, материальные инфраструктуры, производственные отношения и т. д.

Конечно, в таком понимании окружающей человека среды есть определенный смысл, но надо учитывать, что все элементы так называемой «социальной» среды являются производными производственных отношений и характера государственного устройства. Поэтому в современных условиях социальная среда не может быть предметом международного обсуждения (кроме предусмотренных международными соглашениями случаев), так как она является внутренним делом каждого государства. Кроме того, социальная среда представляет объект исследований социальных наук и не может быть объектом созологии.

Вследствие этого более разумно по отношению к человеческому индивидууму употреблять в созологии понятие «окружающая природная среда». Внутри этого понятия правомерно выделить среду естественную и искусственную. Последняя специально создается обществом для обеспечения существования небольших групп людей в особых условиях (космические корабли, подводные станции и лодки, подземные помещения и т. д.). В определенной степени искусственными могут быть названы условия в городах и промышленных районах, но в них все же основу составляют элементы естественной среды.

Окружающая общество природная среда представляет природу в очерченном выше смысле. В отношении каждого государства его окружающей средой будет природа в его границах, прилежащих регионах и тех частей планеты, где оно осуществляет свою деятельность (международные акватории и территории, космическое пространство). В определенном смысле для государства окружающей его средой будут соседние и все другие государства планеты, с которыми в современных условиях оно взаимодействует.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Как утверждают советские ученые, в настоящее время нет изолированного развития государств, так как через природные условия и окружающую природную среду все они теснейшим образом взаимосвязаны.

Условия производственной деятельности — важное, но недостаточно осознаваемое природопользователями понятие. В него входит вся природа в зоне производства, за исключением прямо используемых природных ресурсов. Условия производственной деятельности при их существенном ухудшении могут подорвать и даже полностью прекратить производство. Например, загрязненная вода в рыбном хозяйстве (условие) может погубить рыбу (ресурс), а в промышленности чистых материалов вызвать массовый брак; антропогенное ухудшение климата подорвет растениеводство.

Ресурсы природы представляют ее элементы (вещества, энергия, процессы и явления, организмы), используемые (реальные ресурсы) или могущие быть использованными (потенциальные ресурсы) в производстве и для удовлетворения других потребностей людей и общества в целом.

Область взаимодействия природы и общества. В ранние периоды существования человечества эта область ограничивалась наиболее благоприятными для людей участками Земли. С течением времени она расширилась и охватила всю планету с ее литосферой, гидросферой, атмосферой и органическим миром. С 1959 г. область взаимодействия неуклонно расширяется за пределы Земли и уже включает космическое пространство с рядом небесных тел (Луна, Венера, Марс, Юпитер). Конечно, интенсивность взаимодействия в разных частях области весьма различна, но иногда и незначительные изменения природы могут оказать на человечество весьма существенное ответное воздействие. Например, только разрушение части озонового экрана атмосферы с затратой относительно небольшого количества энергии может привести к гибели всего живого под образовавшимся «окном».

Дальнейшее расширение области взаимодействия природы и общества в глубь литосферы и гидросферы и в космическом пространстве является неизбежным, что уже сейчас ставит перед человечеством сложные научные проблемы и практические задачи по оптимизации взаимодействия во вновь осваиваемых пространствах.

Природно-экономический комплекс (ПЭК) представляет пространственно обособленный элемент взаимодействия природы и общества. Границы ПЭК определяются человеком, но они в определенной степени обусловлены и особенностями природы. В рамках ПЭК в условиях со-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

циализма осуществляется оптимизация взаимодействия природы и общества. Ю. Л. Мазуров (1976) вместо ПЭК предложил название «эколого-экономическая система» (ЭЭС), которой он дал такое определение: «взаимодействующее сочетание природных объектов и производств, функционирование которых обусловлено природно-ресурсным фактором, связанных единством территории и общей программой» (с. 6).

В СССР на протяжении ряда лет по решению партии и правительства формируются мощные территориально-производственные комплексы (ТПК), или ПЭК, на базе территориально-обособленных богатых природных ресурсов. К их числу относятся ТПК на базе Курской магнитной аномалии, на базе Оренбургского газоконденсатного месторождения, Западно-Сибирский на базе месторождений нефти и газа, Братско-Усть-Илимский, Южно-Якутский, Павлодар-Экибастузский, Карату-Джамбульский, Мангышлакский и Южно-Таджикский. При их формировании прежде всего решаются экономические задачи, но одновременно обеспечивается наиболее рациональное использование, охрана и улучшение природы, т. е. осуществляется оптимизация взаимодействия природы и общества. Изучение (количественное и качественное) обмена веществ и энергии между природой и обществом в границах ТПК, или ПЭК, составляет научную основу для такой оптимизации.

Природопользование как понятие имеет широкое значение. Им объединяются все виды прямого и косвенного использования природы (ресурсов и условий) для удовлетворения индивидуальных потребностей человека и общества в целом. По общему характеру оно может быть хищническим, приводящим к ухудшению природы, и рациональным, обеспечивающим неопределенно долгое или строго экономное использование элементов и всего природного комплекса (экосистемы).

Хищническое природопользование, характерное для капиталистических государств, осуществляется без должного учета последствий, а поэтому вызывает деградацию природы в ряде участков биосферы вследствие массового производства вредных для человека, живой и неживой природы антропогенных факторов (комплекс промышленных загрязнений, прямое истребление ряда видов биологических ресурсов и др.).

Рациональное природопользование, свойственное социалистическим государствам, осуществляется с учетом ближайших и отдаленных его последствий и сопровождается системой мер по нейтрализации отрицательных последствий, строгой охраной отдельных элементов природы, воспроизводством природных ресурсов и улучше-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

нием природного комплекса. Все это делается в интересах существующего и будущих поколений людей.

В природопользовании в последние годы выделяется понятие «природопотребление», которое характеризуется изъятием из природного комплекса его элементов (полезные ископаемые, древесина, охотничьи животные, промысловая рыба, кислород атмосферы для сжигания, вода для технологических процессов и т. д.). Под природопользованием в узком смысле понимают такое использование природы, при котором из нее не изымаются те или иные элементы, а лишь служат условиями для производственных процессов или удовлетворения эстетических, здравоохранительных и научных потребностей, для решения ряда природоохранительных задач.

Прямым природопользованием называется непосредственное использование элементов природы в производстве и для удовлетворения всех других потребностей общества. Косвенным называется природопользование, при котором через изымаемый из природы ее элемент используются обусловливающие его другие элементы природы. Например, через добываемых рыб и охотничьих животных используется их кормовая база и другие условия обитания; через речную воду, забираемую для предприятий, используются те элементы природы, которые в бассейне реки обусловливают ее многоводность. При любом прямом использовании элемента природы косвенно используется по существу весь природный комплекс, с которым этот элемент связан через сетку взаимодействий и им обусловлен.

В связи с многообразным значением в природе и хозяйстве каждого элемента природы возникает необходимость правильного определения вида его использования, что, к сожалению, не всегда делается. Так, совершенно неоправданным является использование на бутовый камень причудливых скальных образований, а для получения древесины — уникальной дубовой рощи в степи или припоселкового кедрача в Западной Сибири.

Гомеостаз природного комплекса (экосистемы) и всей природы планеты. Это понятие возникло сравнительно недавно и в область созологии перенесено из физиологии. Под гомеостазом природного комплекса понимается его динамическая устойчивость, основанная на сложившихся в ходе геологической истории механизмах саморегуляции и восстановления нарушений, возникших под влиянием естественных и антропогенных факторов.

В ходе вековых процессов изменения Земли и эволюции организмов характер гомеостатических процессов и сами природные комплексы видоизменяются, с чем необходимо считаться, планируя меры оптимизации взаимодействия

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

природы и общества на длительный период. Очень опасные последствия для общества вызывают нарушения гомеостатических механизмов и условий. Например, изреживание и полное уничтожение растительности на склонах гор вызывает очень быстрое их разрушение под воздействием водных потоков, засыпание смытой почвой водотоков и озер и многие другие изменения. Конечно, через какое-то время на данном участке природы возникнет новое состояние гомеостаза, но природный комплекс будет совсем иным и значительно менее ценным для человека. Естественная динамика гомеостатических состояний природных комплексов обычно проходит постепенно и не сопровождается катастрофическими изменениями экосистемы.

Употребление термина «равновесие в природе» нежелательно, так как он связан с неподвижностью, неизменностью, чего в природе нет.

Триггерные процессы в природе. Природа, как известно, находится в непрерывном развитии, изменении. В ней совершается бесконечное количество процессов, представляющих чрезвычайно сложную сетку взаимодействий. Некоторые из этих взаимодействий носят своеобразный характер: под незначительным воздействием происходит скачкообразный переход участка системы из одного состояния в другое, причем с проявлением энергии, во много раз превосходящей энергию воздействия. Такие явления аналогичны имеющимся в радиоэлектронной аппаратуре и в биологических системах типа организм. Для их обозначения радиоэлектроника и физиология использовали английское слово «триггер», означающее спусковое устройство. Это слово было использовано и для обзначения описанных выше процессов в природе.

Выявление триггерных процессов в природе началось недавно, но уже то, что удалось выяснить, говорит о необходимости большой осторожности при запланированных и стихийных воздействиях на природу, чтобы не вызвать в ней мощных триггерных процессов. К их числу относятся, например, камнепады и снежные лавины, спровоцированные человеком землетрясения, взрывоподобное размножение интродуцированных организмов, вызывание искусственного дождя, изменение человеком силы и направления движения тропических ураганов.

Обнаружение триггерных механизмов, изучение пусковых факторов и всесторонний анализ последствий триггерных процессов для природы и общества представляет очень важную задачу созологических исследований.

Близко к триггерным процессам стоят последовательно возрастающие в объеме по сетке взаимодействий изменения в экосистеме, вызванные в общем незначительным по мощ-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ности воздействием на один или несколько элементов природы. Например, незначительное количество ядовитого вещества в водоеме может уничтожить всех гидробионтов, лишить водоем способности самоочищения, вызвать гибель прибрежных организмов, лишить население возможности пользоваться водоемом и его ресурсами; разрушение озонового экрана, для чего требуется сравнительно мало энергии, вызовет гибель всего живого на территории под образовавшимся «окном», а это вызовет изменения в климате, гидрологических особенностях, обусловит развитие мощной эрозии и многих других процессов.

Антропогенные (антропические) факторы. Возникающие в ходе социального обмена веществ и энергии различные вещества, энергия, явления и процессы разным путем оказываются в природе и вследствие этого становятся факторами ее изменения, развития. Эти порожденные человеческой деятельностью факторы получили название «антропогенные (антропические)».

Появившиеся с древнейших времен в ограниченном числе и на небольших участках планеты, они к настоящему времени представлены громадным количеством и обнаруживаются в любой точке Земли, даже там, где нет поселений человека. Последнее обстоятельство обусловлено высокой миграционной способностью отдельных факторов. Например, потоками воздуха и воды многие ядохимикаты и радиоактивные вещества с обжитых континентов заносятся в зоны Арктики и Антарктики, рассеиваются в океане; нефтяные и другие загрязнения океаническими течениями разносятся по всему Мировому океану.

Некоторые антропогенные факторы вследствие своей стойкости могут накапливаться в природе — аккумулироваться. Это происходит в ряде случаев потому, что они непрерывно и во все больших масштабах производятся обществом и не успевают разрушиться под влиянием естественных и других антропогенных факторов. В некоторых случаях химические антропогенные факторы накапливаются в организмах последних звеньев пищевых цепей, как это установлено для радиоактивных веществ и некоторых ядохимикатов. При этом концентрация вещества в ряду звеньев пищевых цепей повышается в сотни и тысячи раз (табл. 4). Способность к аккумуляции делает антропогенные факторы особенно опасными для живой природы и человека.

Попав в природу, большинство антропогенных факторов трансформируется, меняет свои качества, превращается во вторичные антропогенные факторы и может стать нейтральными для многих элементов природы, или, наоборот, усилить воздействие. Воздействие антропогенных факторов на природу и общество может быть отрицательным и положитель-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ным, что зависит от качества фактора и его дозы. Например, небольшой нагрев водоема теплыми стоками полезен для многих организмов, а чрезмерный — вызывает их гибель. Дозой фактора считается его концентрация в единице пространства или количественная характеристика в единицу времени (вибрации, звуковые колебания, поток радиоактивных частиц и др.).

Таблица 4

Повышение концентрации радиоактивных веществ в звеньях пищевой цепи в водоеме (из Дювиньо и Танг, 1968)

Звенья пищевой цепи	Вода	Растительность	Насекомые и ракообразные	Гуси и утки	Их яйца
Коэффициент концентрации	1	0,1	0,1	7500	200000

Одни антропогенные факторы по своей природе являются простыми, или элементарными (свет, тепло, химический элемент, например), а другие — сложными, или комплексными, состоящими из нескольких элементарных. Например, сточная вода предприятия содержит набор химических элементов и веществ, механические частицы и тепло. Любое средство транспорта воздействует на природу через движение (давление, механическое разрушение, перевозка организмов), разнообразные отходы, шумы и вибрации.

Все антропогенные факторы действуют на элементы природы и человека во взаимодействии с факторами естественными, усиливая или ослабляя их, или оказывая свое специфическое воздействие, если они не имеют аналогов в природе. К числу последних относятся, например, синтетические вещества и материалы, искусственные спутники Земли, распашка почв и ряд других.

Некоторые антропогенные факторы, появившись в природе однажды, существуют и воздействуют на нее и общество на протяжении тысячелетий (искусственный рельеф, радиоактивные вещества с весьма большим периодом полураспада, искусственные реки и водохранилища и др.). Другие существуют непродолжительное время и разрушаются (ряд химических соединений) или рассеиваются (тепло, химические элементы и т. д.). Есть группа антропогенных факторов, существующих только в момент их производства (электрополя, радиоволны, вибрации, шумы, свет). От этих особенностей факторов зависит характер их воздействия на природу и человека.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Все разнообразие антропогенных факторов объединяется в несколько групп: механические, физические, химические, биологические и ландшафтные (рельеф, водоемы и водотоки, лесопосадки, преобразованные ландшафты и др.).

Охрана природы в общепринятом широком смысле представляет систему мер по рациональному использованию, охране, улучшению природных комплексов и всей биосферы с целью обеспечить непрерывное развитие общества Земли и каждого государства. Она представляет область практической деятельности общества, значение которой стремительно возрастает с каждым пятилетием. Научной основой охраны природы является созология, а в решении практических проблем принимают участие почти все существующие науки.

Сохранение окружающей природной среды представляет собой отрасль природоохранительной практики (охрана природы), занимающейся в основном предотвращением отрицательного воздействия общества на природу и ее улучшением. Естественно, что решение этих задач невозможно без контактов с производственными организациями и без повсеместного осуществления рационального природопользования.

Ниже излагаются основные созологические учения.

Глава 14

УЧЕНИЕ О БИОСФЕРЕ

Представление об особой сфере жизни нашей планеты возникло постепенно, начиная с трудов Ламарка, Бюффона, Зюсса и ряда других ученых. Но только советский ученый академик В. И. Вернадский разработал учение о биосфере (1926), которое быстро было признано во всем мире. Согласно его учению, биосфера представляет внешнюю оболочку планеты, область распространения жизни. Биосферы прошлых геологических эпох оставили свои следы в виде горных пород, происхождение которых так или иначе связано с организмами. Биосфера состоит из живых организмов и неживой природы, представленной биогенным веществом, созданным организмами, и биокосным веществом, созданным живыми организмами при участии неживой природы (приземная атмосфера, вода, глинные минералы, осадочные породы и др.).

Таким образом, «биосфера» значительно шире, чем область распространения современных организмов (рис. 29). Ее границы вверх распространяются до озонового экрана, в глубь земли — на 10—15 км, а в океане — до максимальных

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

глубин. Основная масса видов организмов образует на планете тонкую (от нескольких миллиметров до нескольких десятков метров) оболочку как на суше, так и в океане. Очень бедна жизнь в высоких северных и южных широтах. Но участков, где совсем нет жизни, на Земле немного.

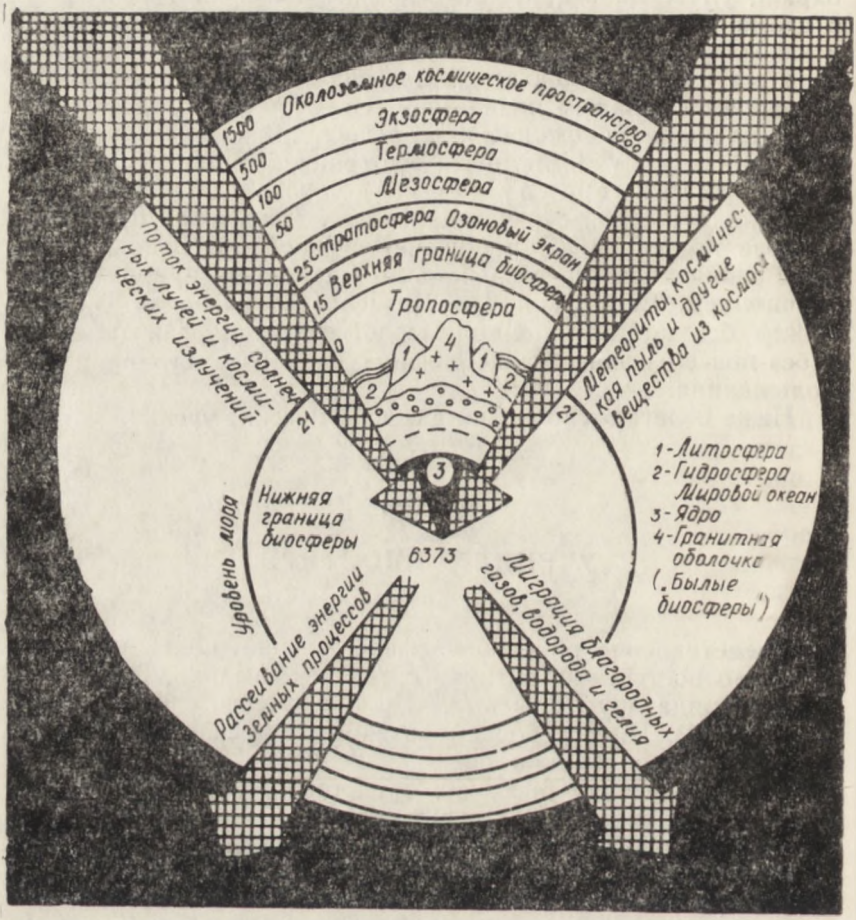

Рис. 29. Биосфера Земли и ее окружение (Кокорев, Назаров, 1976)

В 1977 г. американские ученые обнаружили членистоногих в море под 400-метровой толщей антарктического льда в нескольких стах километрах от края вечных антарктических льдов. Зародыши микроорганизмов и споры растений обнаруживались в атмосфере на высоте 30 км и более. Незначительность слоя основной массы живых организмов

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

делает их весьма уязвимыми для вооруженного разнообразной техникой человека.

Общее число видов организмов на Земле еще точно не определено, так как многие из них еще не описаны (ежегодно описываются десятки тысяч новых видов). По имеющимся данным, в состав современной флоры входит 260—500 тыс., а в состав фауны — 1000—1500 тыс. видов (всего 1260—2000 видов). Наибольшее разнообразие видов характерно для суши, причем для наиболее благоприятных для организмов зон. Виды водных животных составляют всего 7% (сухопутные — 93%) видов, известных науке, а среди растений водных видов 8% (92% — сухопутные).

Вес живого вещества Земли определяется в $2{,}4232 \cdot 10^{12}$ т (0,01% от веса планеты), причем 99,9 биомассы находится на суше, составляющей всего 29,2% поверхности земного шара (табл. 5). Поразительно малое количество биомассы организмов океана говорит о возможности быстрого исчерпания их запасов при интенсивном использовании. Уже сейчас установлено, что какой-либо вид промысловой океанической рыбы может быть полностью выловлен за 2—3 года. Однако океан в год может дать 25,8% от прироста первичной продукции всей Земли. Это указывает на чрезвычайно быстрый ее прирост в условиях океана (в двести с лишним раз быстрее, чем на суше).

Ежегодно возобновляется за счет фотосинтеза около 10% биомассы растений Земли, а деструкторы (животные, микроорганизмы), составляющие всего 1% биомассы органического мира планеты, перерабатывают весь этот прирост (в 10 раз больше своего веса).

Современная живая часть биосферы на нашей планете осуществляет ряд важных функций, которые при всем техническом могуществе человек не в состоянии взять на себя, но которые он уже подрывает в процессе все расширяющегося социального обмена веществ и энергии. Важнейшими из этих функций являются: закрепление подвижных элементов верхней части литосферы (пески, глины, лесс, гравий и т. д.), регуляция круговорота воды, регуляция местного климата и погоды, поддержание сложившегося состава атмосферы (особенно концентрации кислорода и углекислоты), перевод в простые химические вещества и элементы выделений и трупов организмов, участие в образовании и восстановлении почв, самоочищение воды от естественных и искусственных загрязнений, обеспечение животной части биосферы веществами и энергией.

Следствием частичного нарушения перечисленных функций биосферы явилось, например: развитие ветровой и водной эрозий почв, ставших бичом всех почв земного шара; иссушение обширных пространств и возникновение катастро-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

фических наводнений в США, Китае, Индии и ряде других стран; увеличение количества углекислоты в атмосфере планеты на 10% за последние 100 лет и снижение содержания кислорода в воздухе крупных промышленных районов (США, Япония); замедление скорости самоочищения воды в загрязняемых промышленными стоками водемах. Пока еще нет точных данных о нарушении почвообразовательной и почвовосстановительной функции биосферы, а также функции

Характеристика биомассы (в сухом веществе) Земли

Единица измерения	Континенты		
	Зеленые растения	Животные и микроорганизмы	Итого
т	$2{,}4 \cdot 10^{12}$	$0{,}02 \cdot 10^{12}$	$2{,}42 \cdot 10^{12}$
%	99,2	0,8	100

обеспечения животных веществами и энергией, но, несомненно, эти нарушения местного характера уже имеются.

Кроме общих функций, живая часть биосферы осуществляет биолого-химические функции, имеющие важное значение в определении геохимических и других особенностей Земли: газовая (выделение кислорода, поглощение углекислоты и другие газовые реакции), окислительная (образование соединений железа, марганца, азота, серы, фосфора и др.), восстановительная (восстановление органических и минеральных соединений), концентрирование химических элементов (в теле организмов, а затем — в почве, илах, сапропелях, биогенных осадочных породах), синтез и разрушение органического вещества, в ходе которого около 90% органической массы переходит в газовую фазу, а 10% — в промежуточные органические соединения и минеральные вещества. И биогеохимические функции биосферы общество заменить не в состоянии.

Живое вещество Земли, таким образом, играет огромную роль в протекающих на ней геохимических процессах вследствие присущей этому веществу громадной химической активности. За счет организмов на планете осуществляется биогенный круговорот веществ и энергии. В ходе его весь кислород атмосферы проходит через организмы за 2 тыс. лет, углекислота — за 0,3 тыс. лет, а вся вода — за 2 000 тыс. лет (подсчеты Рабиновича, США). Современный биогенный круговорот веществ и энергии представляет сложную систе-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

му региональных (биогеоценологических) и частных планетарных круговоротов (рис. 30).

Учитывая геохимическую роль биосферы, акад. В. А. Ковда (1971) дал такое ее определение: «Биосфера Земли является древней, крайне сложной общепланетарной, термодинамически открытой саморегулирующейся системой живого и неживого вещества, аккумулирующей и перераспределяющей огромные по мощности ресурсы энергии, включающей

Таблица 5

(по Базилевич, Родиной и Розовой, 1971)

Океан			Всего
Зеленые растения	Животные и микроорганизмы	Итого	
$0{,}0002 \cdot 10^{12}$	$0{,}003 \cdot 10^{12}$	$0{,}0032 \cdot 10^{12}$	$2{,}4232 \cdot 10^{12}$
6,3	93,7	100	—

состав и динамику земной коры, атмосферы и гидросферы». Это определение является дальнейшим развитием данного В. И. Вернадским определение биосферы.

По взаимоотношению с окружающей средой все системы делятся на открытые (обмениваются со средой веществом и энергией), закрытые (со средой обменивающиеся только энергией) и изолированные (не обмениваются со средой ни веществом, ни энергией); хотя биосфера является открытой системой, но входящие в ее состав биологические системы являются ограниченно открытыми, так как обмен веществом и энергией с окружающей средой контролируется и регулируется (Кочин, 1977).

Целостная система «биосфера» состоит из множества элементов — биогеоценозов (экосистем), которые образованы видовыми популяциями и системами неживой природы и т. д. В общем биосфера представляет сложную иерархию систем различного ранга, находящихся в постоянном и сложном взаимодействии, в непрерывном развитии. В XX в. на развитие биосферы все большее влияние оказывает деятельность человека, ставшего в настоящее время важнейшим фактором ее изменения и преобразования, существенным фактором эволюции живой природы.

Биосфера Земли с момента своего возникновения постоянно взаимодействует с природой космоса. Она получает из нее лучистую энергию, выделяет в космическое пространство тепло и часть веществ; от губительных космических излуче-

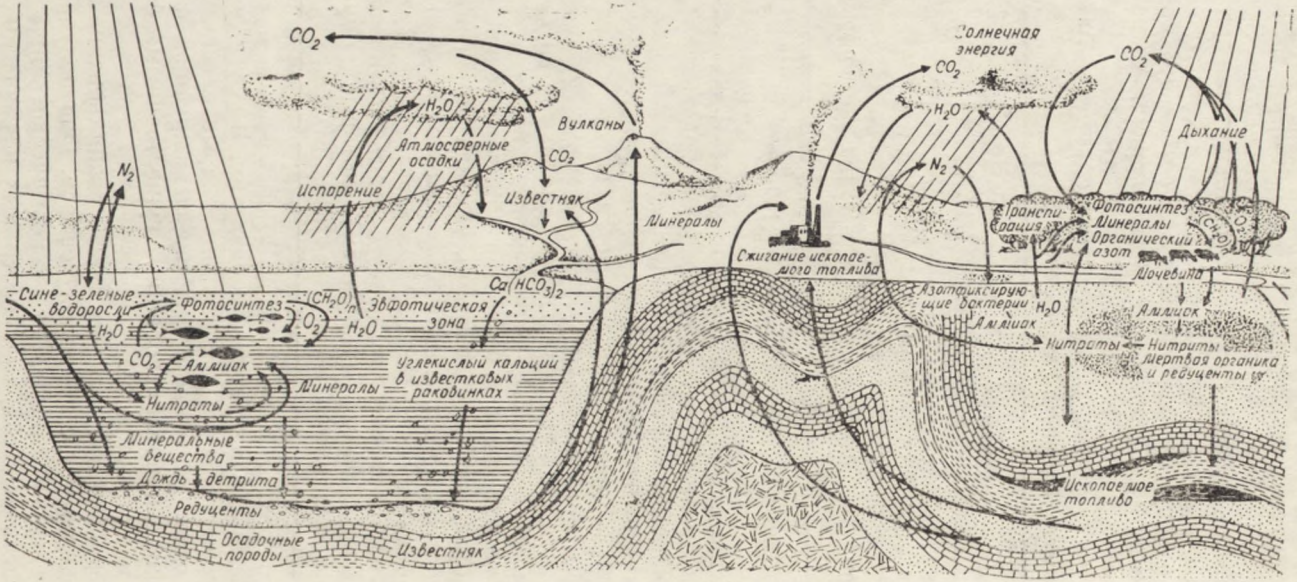

Рис. 30. Круговорот основных веществ в биосфере (Хатчинсон, 1972)

Digital Library (repository) of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ний биосфера защищается атмосферой, верхние слои которой (в том числе и слой озона) поглощают их; в атмосфере сгорают метеориты, чем предотвращаются катастрофы регионального масштаба; из космоса непрерывно на поверхность Земли оседает космическая пыль. Таким образом, представление о Земле как закрытой системе не точно. Следовательно, и биосфера непрерывно взаимодействует с природой Космоса. Довольно высока вероятность обмена зародышами организмов Земли с другими планетами, особенно с межпланетными кораблями и автоматическими аппаратами.

Исключительно важным для понимания биосферы и правильного определения путей управления взаимодействием с ней общества является вопрос о взаимосвязях и взаимообусловленностях между элементами биосферы.

Отдельные факты взаимосвязи и взаимообусловленности элементов биосферы накапливались с очень давних пор. Но только в XX в. рассматриваемая проблема получила научное освещение в работах ряда естествоиспытателей. Например, Г. Марш (1866, с. 577) приводил мысль Беббеджа о том, что самое малейшее изменение в природе неизбежно окажет воздействие на Вселенную. Диалектико-материалистическое обобщение проблемы было сделано в трудах Ф. Энгельса.

В рукописи «Диалектика природы», написанной в период 1873—1882 гг., Ф. Энгельс писал: «Ведь в природе ничто не совершается обособленно. Каждое явление действует на другое и обратно, и в забвении факта этого всестороннего движения и взаимодействия и кроется в большинстве случаев то, что мешает нашим естествоиспытателям видеть ясно даже самые простые вещи» (Энгельс Ф. Диалектика природы, 1952, с. 140). Большой вклад в эту проблему внесли русские ученые XIX в. В. В. Докучаев, А. И. Воейков и другие.

Ф. Энгельс показал, что любое вызванное человеком изменение в природе неизбежно скажется на других ее элементах и в конечном итоге на обществе. «Людям, которые в Месопотамии, Греции, Малой Азии и других местах выкорчевывали леса, чтобы добыть таким путем пахотную землю, и не снилось, что они этим положили начало нынешнему запустению этих стран, лишив их, вместе с лесами, центров скопления и сохранения влаги. Когда альпийские итальянцы вырубали на южном склоне гор хвойные леса, так заботливо охраняемые на северном, они не предвидели, что этим подрезывают корни высокогорного животноводства в своей области; еще меньше они предвидели, что этим они на большую часть года оставят без воды свои горные источники, с тем чтобы в период дождей эти источники могли изливать на равнину тем более бешенные потоки» (Энгельс Ф., Диалектика природы, 1952, с. 141). Этот пример последствий взаимодействия общества и биосферы стал классическим.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Диалектический материализм учит, что всеобщая связь предметов и явлений составляет одно из самых существенных свойств объективного мира, включающего природу и общество, все материальное и идеальное (мышление). Связи могут быть механическими, физическими, химическими, биологическими и социальными, а также пространственными и временны́ми. Каждый вид связи находится во взаимодействии с другими и со всеобщей системой взаимосвязей. Поэтому изучение конкретных связей, представляющих части всеобщей связи, необходимо проводить в их соотношении с другими. В ходе развития природы и общества связи изменяются, усложняются, заменяются новыми.

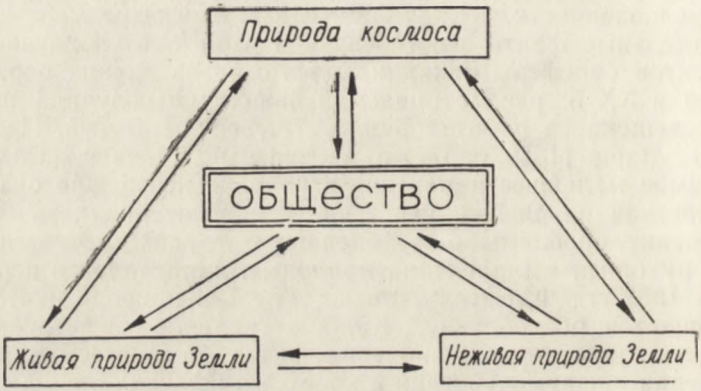

Рис. 31. Система общество ⇆ природа

Наиболее крупной системой связей является соотношение общества, неживой и живой природы (рис. 31). Каждый из взаимодействующих элементов связан с другими прямыми и обратными связями. Следовательно, в пределах биосферы не только общество действует на природу, но живая и неживая природа действуют на общество, причем иногда в очень сильной степени, ускоряя или замедляя общественное развитие, вызывая даже гибель государств в прошлом.

Изучение взаимосвязей и взаимообусловленностей элементов природы в современных условиях требует не только качественного но и количественного анализа. В последние годы учеными разных стран проведены большие исследования по выявлению количественных связей в круговороте веществ и энергии в биосфере, круговороте воды в отдельных районах и на всей планете и для некоторых других природных процессов. Эти исследования особенно важны для всесторонней оценки конечных результатов воздействия общества на биосферу.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Являясь порождением неживой природы (литосфера, гидросфера атмосфера), биосфера в процессе своего развития при непрерывном взаимодействии с ней сделалась одним из важнейших факторов ее изменения, развития. Так, современный состав атмосферы, дающий возможность существования животных, в значительной мере обусловлен деятельностью растений. Последние играют большую и еще недостаточно оцененную роль в круговороте воды и определении климатических особенностей. Возникший при участии организмов биогенный круговорот веществ и энергии существенно изменил издревле совершавшийся круговорот веществ и энергии на безжизненной Земле. Благодаря биогенному круговороту веществ на нашей планете образовались многие полезные ископаемые (известняк, ракушечник и диатомиты, мел, каменный уголь, нефть, торф, некоторые марганцевые и железные руды и другие), ставшие элементами литосферы. Живые организмы наполнили все водоемы и стали в той или иной мере определять их гидрохимические особенности. В процессе взаимодействия организмов с корой выветривания образовались почвы, ставшие важнейшим природным ресурсом для человечества.

Биосфера обусловила интенсификацию круговорота веществ на планете, возможность взаимодействия химических элементов из различных частей материков вследствие их массового переноса в телах организмов при миграциях (перелетные птицы, перелетная саранча, мигрирующие рыбы и млекопитающие, переносимые течениями растения и беспозвоночные).

Неживая природа составляет необходимые условия жизни всех видов биосферы, а ее изменения обусловливают эволюцию последних. Таким образом, между неживой природой и живой существует неразрывная взаимосвязь и взаимообусловленность, нарушение которой человеком уже приводило и приводит к существенному ухудшению условий его жизни в ряде районов планеты, к возникновению нежелательных, односторонне направленных процессов (расширение площади Сахары, развевание почв Австралии, разрушение почв при водной эрозии в ряде стран и другие).

Наиболее обстоятельно изучается взаимосвязь и взаимообусловленность элементов и процессов в биогеоценозах (экосистемах), которые обладают способностью к саморегуляции, обусловливающей их высокую устойчивость. Существенное изменение любого из элементов экосистемы, превосходящее возможности ее саморегуляции, вызывает нарушение системы, ее упрощение и другие изменения, в конечном итоге обычно отрицательно сказывающиеся на обществе (рис. 32).

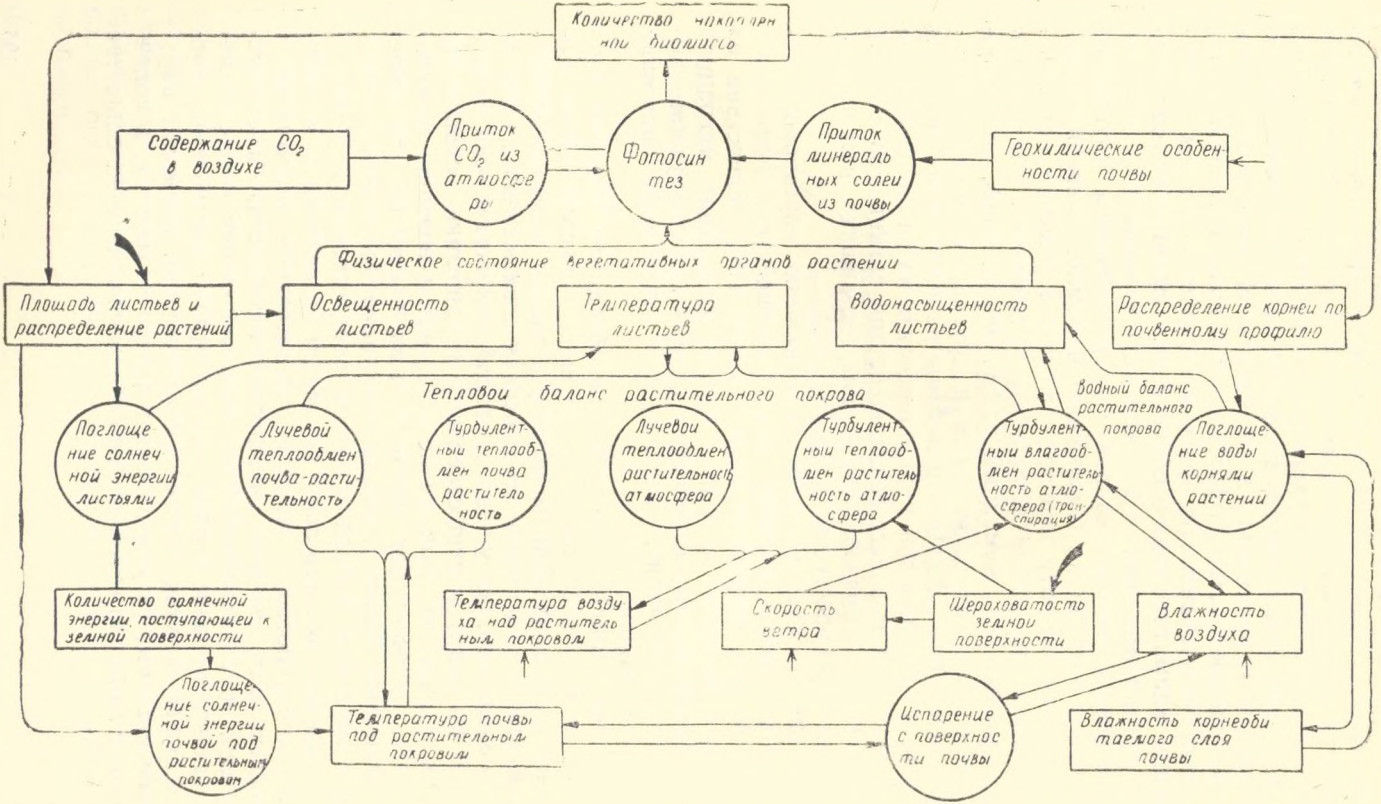

Рис. 32. Система причинно-следственных связей, определяющих биологическую продуктивность растительного покрова (Бауэр, Вайничке, 1971)

Digital Library (repository) of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Своей деятельностью общество может разрушать связи между отдельными элементами биосферы или мешать их осуществлению. Так, все расширяющееся загрязнение нефтепродуктами поверхности водоемов (в том числе и океанов) означает нарушение связи воды и атмосферы. Покрытие почвы асфальтом имеет аналогичное значение. Уплотнение почвы при движении транспорта и перевыпасе затрудняет ее газообмен с атмосферой, резко снижает поступление воды осадков в почву. Запыление атмосферы предприятиями ухудшает взаимодействие нашей планеты с космосом (уменьшение поступления на поверхность планеты солнечной радиации, снижение теплоотдачи земли в космическое пространство). Последствия воздействия на природу через изменение существующих связей между ее элементами могут быть очень вредными для общества.

Очень важным последствием вмешательства человека в природные процессы через его обычную производственную деятельность является улучшение и интенсификация взаимосвязи некоторых ее элементов. Так, переворачивание и рыхление почвы при обработке улучшает ее контакт и взаимодействие с атмосферным воздухом, развитие транспорта неизмеримо усилило взаимодействие живой природы различных материков и частей океанов за счет случайной и намеренной перевозки видов организмов и их акклиматизации, извлечение на поверхность элементов литосферы обусловило интенсивное их взаимодействие с атмосферой, солнечной радиацией, водой и живой природой; уничтожение растительного покрова резко усилило взаимодействие почв с осадками и ветром, что привело к их перемещению и уничтожению в ряде мест.

Таким образом, под влиянием общества в системе взаимосвязей и взаимозависимостей возникают разнообразные изменения, охватывающие число взаимодействующих элементов, интенсивность связей и их характер, качественные и количественные особенности и результаты взаимодействий, а также изменение порядка взаимозависимостей.

Основная часть взаимосвязей и взаимообусловленностей в биосфере связана с биогеохимическими циклами, которые в большинстве своем являются замкнутыми: в процессе сложной цепи превращений не образуется остатка веществ или энергии. Поэтому в природе не наблюдается, например, массового отравления одних организмов выделениями других, накопления трупов растений и животных. В некоторых случаях циклы оказываются не полностью замкнутыми, что и приводит к накоплению веществ и энергии в отдельных участках биосферы (торфяники, в прошлом — каменный уголь, нефть, болотные, железные и некоторые марганцевые руды и др.). В результате воздействия общества оказались

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

незамкнутыми циклы углерода (накопление CO_2) и азота (накопление в биосфере за счет искусственных удобрений).

Биосфера как весьма сложная система обладает устойчивостью, которую все чаще называют гомеостазом. Эта устойчивость базируется на соотношении биомассы организмов, образующих органическое вещество, и организмов, его разрушающих (деструкторы), а также на замкнутости основных биогеохимических циклов. Важную роль в обеспечении гомеостаза биосферы и образующих ее биогеоценозов (экосистем) играет саморегуляция биогеоценозов. Нарушение структуры биогеоценозов (упрощение, уменьшение числа элементов — видов) и коренное изменение неживой природы человеком могут нарушить гомеостатические механизмы и вызвать катастрофические изменения в природных комплексах, что уже не раз имело место (превращение сельскохозяйственного района в пустыню, заболачивание и засоление больших пространств, превращение водоемов в безжизненные приемники сточных вод и т. д.).

В современной биосфере под воздействием общества появилось много однонаправленных процессов: уменьшение площади лесов и почв, ксерофитизация, эвтрофизация водоемов, уменьшение числа видов организмов, обеднение биоценозов, увеличение углекислого газа в атмосфере, нарастание ее запыления и загрязнения химическими веществами, повышение радиоактивного фона и другие. Пока что они все обратимы, кроме процесса уменьшения числа видов организмов (его можно остановить, но число видов восстановить невозможно). Эти процессы — серьезный предупредительный сигнал для человечества, требующий включения механизма управления развитием взаимодействия общества и природы.

Громадные изменения в биосфере, происшедшие в XX в., поставили на повестку дня вопрос о ее рациональном использовании и охране. Этот вопрос с каждым годом приобретает все большую остроту. В каждом государстве и в международном плане уже предприняты многие шаги с целью уменьшить и приостановить отрицательные для общества изменения в биогеоценозах и всей биосфере Земли. Сейчас на основе международного соглашения формируется система глобального мониторинга (слежение) окружающей природной среды, разрабатывается и уже создается глобальная система биосферных заповедников. На основе международных соглашений берутся под охрану важнейшие ресурсы не принадлежащих государствам территорий и акваторий. Многие страны заключили соглашения о сотрудничестве в научной разработке вопросов сложной проблемы биосферы. Проблемной предотвращения «экологической» катастрофы занимается ООН и ее органы. Все это привело к интенсификации

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

природоохранительной работы в каждом государстве. У человечества появилась надежда, что в биосфере не произойдет изменений, которые могут поставить предел его дальнейшему развитию по пути прогресса.

В связи со все усиливающимся воздействием общества на биосферу и неизбежностью ее дальнейшего изменения под влиянием антропогенных факторов ученые разных стран уже давно разрабатывают вопрос о будущем биосферы. Еще В. И. Вернадский учил, что перед человеком открывается огромное будущее, если он поймет историю и законы биосферы и не будет использовать свой разум и труд на самоистребление. Знать будущее нашей «колыбели жизни» совершенно необходимо. Акад. В. И. Вернадский также писал, что биосфера превращается в ноосферу—сферу разума, когда человечество вполне сознательно будет управлять и своей деятельностью в природе и всей биосферой.

М. М. Камшилов (1974), говоря о будущем биосферы, подчеркивает необходимость уже сейчас создавать специальные научные учреждения для практического управления развитием биосферы и превращения ее в ноосферу; какой должна быть «ноосфера», пока еще никто не знает, но некоторые ее качества все же определяются. Несомнено, эта ноосфера должна обладать более высокой биологической продуктивностью, лучшими условиями жизни людей и разводимых организмов, безотходной промышленностью, саморегуляцией и устойчивостью в определенных пределах, управляемостью при затрате незначительных средств и материалов. Очевидно, в ноосфере будут новые элементы, созданные человеком (организмы, биогеоценозы, автоматические комплексы по осуществлению некоторых процессов и т. д.).

Формирование ноосферы — длительный и очень сложный процесс, связанный с изменением природы и самого общества, их взаимодействия. На этом пути недопустимы поспешность и просчеты, игнорирование выводов науки закономерностей, управляющих развитием природы и общества. Вот почему совершенно необходима разработка теории и практики формирования биосферы будущего.

Важнейшие закономерности биосферы в кратком виде могут быть сформулированы следующим образом:

— биосфера возникла одновременно с возникновением жизни и непрерывно развивается вследствие взаимодействия организмов и неживой природы;

— современное направление и скорость развития биосферы в значительной степени определяется обществом, составляющим важнейший ее элемент;

— биосфера — сложная иерархия систем различного уровня, объединяемых биогеохимическим круговоротом веществ и энергии;

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

— биосфера обладает гомеостазом на основе саморегуляции, самовосстановления и замкнутости основных биогеохимических циклов:

— в современной биосфере живая ее часть (включая и человека) является основной, определяющей ее количественные и качественные особенности;

— восстановительные способности биосферы (и живой ее части) ограничены, а масштабы воздействия на нее общества непрерывно растут, что уже привело к однонаправленным в ней изменениям;

— биосфера — единое взаимосвязанное целое, что обусловлено сложной сеткой региональных и глобальных взаимосвязей и взаимодействий, которые человечество уже изменяет существенным образом:

— дальнейшее развитие биосферы и превращение ее в ноосферу не может быть стихийным процессом, а требует четкого управления в региональном и глобальном масштабах; при стихийном развитии биосферы вероятны катастрофические в ней изменения вследствие появления необратимых процессов и губительных для всего живого веществ;

— управление формированием ноосферы невозможно без дальнейшего научно-технического прогресса, тесного сотрудничества государств с различными социальными системами и борьбы за мир во всем мире.

Глава 15

УЧЕНИЕ О ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ОБЩЕСТВА И ПРИРОДЫ

Взаимодействие общества и природы возникло с появлением человечества и с тех пор непрерывно развивается, интенсифицируется, меняет свою форму. Это сложное естественно-социальное явление включает в себя изъятие обществом из природы веществ и энергии, переработку веществ, усвоение обществом преобразованных элементов природы, сброс отходов в окружающую природную среду, преобразование (стихийное и целенаправленное) природных комплексов, воздействие измененной природы на общество (через составляющих его людей и производство) и управление взаимодействием со стороны общества. Как видим, изучение этого явления требует комплексного подхода, участия в исследовании ученых различных специальностей. Из определения сущности взаимодействующих элементов следует, что

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

природа и общество представляют единую систему, между элементами которой существуют прямые и обратные связи (рис. 31).

Основу системы и определяющий ее характер элемент образует общество, состоящее прежде всего из людей, численность которых с момента возникновения непрерывно увеличивается. С начала нашей эры численность людей планеты в связи с улучшением условий жизни и развитием здравоохранения стала возрастать по экспоненциальной кривой. Такой все убыстряющийся рост населения и породил мрачные прогнозы буржуазных ученых о скором перенаселении планеты. Но стоящие на диалектико-материалистических позициях ученые показали, что скорость увеличения численности может уменьшиться (это уже имеет место в развитых странах), и вообще перенаселения со всеми вытекающими тяжелыми последствиями не произойдет, если управлять взаимодействием общества и природы, использовать достижения научно-технического прогресса в интересах всего населения Земли.

Люди планеты заселяют наиболее благоприятные для них зоны Земли, а в неблагоприятных областях (Арктика, Антарктида, зоны пустынь, высокие горные массивы) их почти нет. Основная масса людей живет в городах и других крупных населенных пунктах. В последние десятилетия наблюдается рост населения в городах, что получило название «урбанизация». Сейчас уже около половины людей Земли живет в городах, а в некоторых странах — до 83% (Австралия). В СССР городское население составляет около 57%.

Естественно, что с ростом населения и развитием общества возросли суммарные индивидуальные и общественные потребности, что обусловливает усиление использования природы и, следовательно, интенсификацию взаимодействия общества и природы. В зависимости от характера общественных отношений это взаимодействие при сохранении общих особенностей имеет существенные различия. В условиях капитализма интенсификация взаимодействия с природой приводит к появлению в природе вредных для общества изменений: нарастающее загрязнение воды и атмосферы, истребление лесов, быстрое исчерпание важных природных ресурсов, разрушение ландшафтов и обеднение экосистем. Окружающая природная среда ухудшилась настолько, что уже не раз во многих городах капиталистических государств (США, Англия, Япония и др.) наблюдались случаи массовой гибели людей и развитие хронических заболеваний от отравления промышленными отходами. Особенно в этом отношении выделяются Лондон (Аанглия) и Лос-Анжелес (США) (рис. 33).

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

В социалистических странах, где своевременно были приняты меры по управлению взаимодействием общества и природы, случаев массового заболевания людей, а тем более их гибели, не отмечалось. Но отрицательные изменения природы, обусловленные несовершенством или недостаточностью природоохранительных мер, еще имеются, что и вызывает интенсификацию охраны природы во всех социалистических государствах.

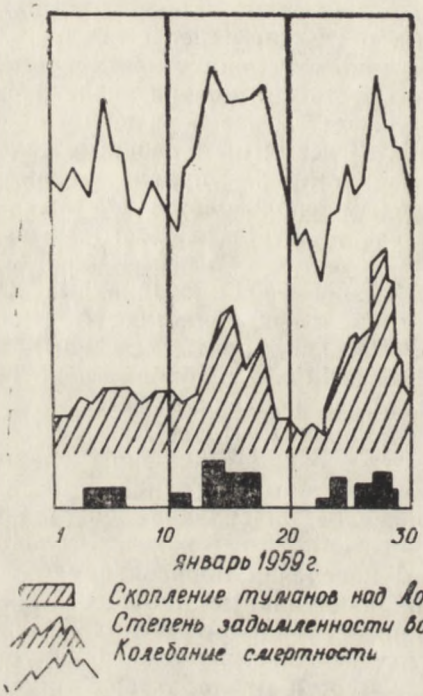

Рис. 33. Смог и смертность людей в Лондоне. Верхняя кривая—смертность; нижняя — степень задымления; прямоугольники — скопление туманов («За рубежом», 1969, № 10)

В ряде случаев измененная обществом природа создает затруднения для дальнейшего ее развития. Например, США, ФРГ, Япония, Австралия испытывают серьезные затруднения с обеспечением населения и отраслей хозяйства чистой пресной водой вследствие сильного загрязнения имеющихся водоемов (качественное истощение водных ресурсов), что побуждает их искать новые источники водоснабжения за пределами государственных границ (покупка воды в Скандинавских странах — ФРГ, разработка проектов транспортировки айсбергов из Арктики и Антарктики — США, Австралия). Загрязненная атмосфера создает дополнительные трудности в развитии производств особо точной аппаратуры и сверхчистых материалов, препятствует дальнейшему увеличению городского транспорта.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Интенсивность взаимодействия природы и общества во второй половине XX в. достигла такой степени, что вызвала ряд глобальных изменений в природе нашей планеты. Например, сжигание огромной массы различных видов топлива (каменный уголь, горючие сланцы, нефть, природный газ, древесное топливо) вызвало увеличение содержания углекислоты в атмосфере более чем на 20%, а содержание кислорода уменьшилось на 0,02%. Океан загрязнен нефтью и другими веществами на всем пространстве. Дусты и некоторые другие ядохимикаты рассеялись по всей Земле и даже находятся в снегах Антарктиды. Человечество уже уничтожило 2/3 лесов планеты, многие виды животных и растений. На громадных площадях заменило разводимыми культурами естественный растительный покров, а домашними животными — крупных представителей фауны. В окружающую среду введены сотни тысяч новых (синтезированных) химических веществ, в том числе и вредных для живой природы и человека. Вследствие испытаний ядерного и термоядерного оружия повысился радиоактивный фон Земли. Однонаправленные изменения ряда элементов земной природы стали очевидными фактами. К счастью, пока еще они обратимы.

Все эти и многие другие факты говорят о том, что сейчас человечество с его многообразной деятельностью по использованию природы сделалось основным фактором развития природы Земли и, следовательно, обязано взять на себя ответственность за ее будущее. Этот важнейший вывод из анализа современного взаимодействия природы и общества вполне осознали только социалистические страны и прогрессивные ученые капиталистических государств. Поэтому должных мер по охране природы правительства капиталистических стран не предпринимают, защищая интересы монополий и игнорируя интересы трудящихся. Конечно и в условиях капитализма принимаются меры к охране окружающей среды, поскольку уже невозможно дальше существовать в условиях сильного загрязнения атмосферы и воды.

Создавшаяся угроза обществу со стороны измененной им природы и прогнозы ученых о возможных ее катастрофических изменениях в ближайшем будущем стимулировали природоохранительную деятельность во всем мире. Это в свою очередь стимулировало развитие ряда общественных явлений как в социалистических, так и капиталистических государствах. К таким явлениям относятся многолетнее планирование производства и природоохранительных мероприятий, воздействие правительств на характер деятельности природопользователей, включение вопросов охраны природы в сферу партийной и государственной политики, забота государства об обеспечении природными ресурсами будущих поколений, борьба против войн и международное

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

сотрудничество. Конечно, в капиталистических государствах эти явления носят часто зачаточный и порою своеобразный характер, что обусловлено спецификой капиталистических общественных отношений. Например, в США расходы по охране природы, обезображиваемой монополиями, правительство пытается возложить на плечи трудящихся, утверждая, что все в равной степени загрязняют природу. В ряде государств в созданных правительствами органах по контролю за загрязнениями большинство составляют представители монополий, которые и нужно контролировать. Разрабатывается много многолетних планов улучшения окружающей природной среды, но они не обеспечиваются должным количеством средств и соответствующей организационной работой.

Вот почему трудящиеся капиталистических стран под руководством коммунистических и рабочих партий все усиливают классовую борьбу с целью добиться улучшения окружающей природной среды, предотвратить отрицательное влияние ее загрязнений на здоровье и наследственность людей. Эта борьба приобрела разнообразные формы: петиции правительствам, демонстрации, выступления в печати, организация «экологических» забастовок. Столкновения иногда приобретают жесткий характер, как это уже имело место в ФРГ и Италии, где дело дошло до применения сил полиции, отрядов безопасности и даже армейских подразделений (ФРГ). И не случайно один из видных деятелей по охране природы в США Б. Коммонер вынужден был заявить, что для предотвращения экологической катастрофы трудящимся необходимо взять власть в свои руки (Коммонер, 1972).

Многие буржуазные ученые, вопреки фактам, стараются доказать, что не капиталистическая система хозяйствования привела природу в такое состояние, что стала реальной угроза существования человечества, а научно-технический прогресс. Но даже буржуазные ученые, стоящие на объективных позициях, не могут с этим согласиться. Ученые социалистических стран доказали, что научно-технический прогресс совершенно необходим для того, чтобы обеспечить человечеству не только нормальные, но и улучшенные природные условия и необходимые ресурсы. Действительно, чтобы только приостановить дальнейшее нарастание загрязнения среды необходимо создать более совершенные и менее дорогие очистные сооружения, существенно изменить технологию для перевода ее на безотходные циклы. Сделать это можно только на основе научно-технического прогресса. Отыскание новых ресурсов и их освоение без него также невозможны. Даже управление взаимодействием общества и природы требует новых исследований и самых совершенных технических средств.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

О необходимости управления взаимодействия общества и природы писали К. Маркс и Ф. Энгельс еще в XIX в. Они же вскрыли и первые его закономерности. Их идеи развил основатель первого в мире социалистического государства В. И. Ленин, претворявший в жизнь идею бережного отношения к природе в условиях социалистических общественных отношений, прокладывавший первые пути управления взаимодействием природы и общества. Труды классиков марксизма-ленинизма послужили методологической основой для развития учения о взаимодействии природы и общества в СССР и других социалистических странах, а также и в масштабах планеты, что сделалось исторической необходимостью во второй половине XX в.

Сейчас сфера взаимодействия природы и общества расширилась за пределы Земли и охватывает космическое пространство с такими небесными телами солнечной системы, как Луна, Венера, Марс. В чисто практических целях началось энергичное освоение околоземного космического пространства с помощью искусственных спутников и станций с космонавтами на борту, с разнообразной автоматической аппаратурой, позволяющей изучать и учитывать земные природные ресурсы, характер и масштабы загрязнений атмосферы и Мирового океана, обеспечивать новые возможности радиосвязи. Сфера взаимодействия общества и природы будет расширяться и в дальнейшем, будет нарастать и интенсивность использования природы космоса.

Основу взаимодействия природы и общества составляет обмен веществ и энергии между ними, наиболее энергично осуществляемый в зонах населенных пунктов. Изученность его еще недостаточна.

Впервые в научную литературу понятие «обмен веществ между природой и обществом» ввели К. Маркс (Капитал, т. 3, 1953, с. 826, 933) и Ф. Энгельс (Диалектика природы, 1955, с. 141) еще в XIX в., вскрыв и ряд общих особенностей этого обмена. Советские исследователи общества всегда имели в виду это важное явление, но обычно упускали выделение обществом в природу ненужных ему продуктов обмена в виде веществ и энергии, но об этом не забывали географы, медики и биологи. В природоохранительной литературе (Лаптев, 1970), было предложено называть осуществляемый обществом обмен с природой «социальным обменом веществ и энергии» (СОВ). Принципиально отличаясь от биологического обмена веществ и энергии, он имеет внешнее сходство с ним, знание которого способствует изучению сложного процесса, каким является социальный обмен веществ (рис. 34, 35).

СОВ представляет собой сложный процесс обеспечения существования общества за счет веществ и энергии, взятых

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

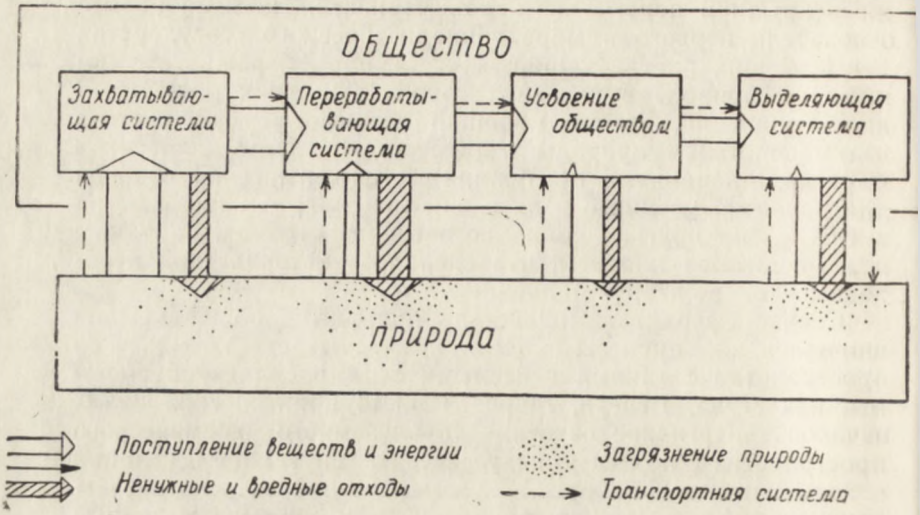

Рис. 34. Схема социального обмена веществ и энергии (СОВ)

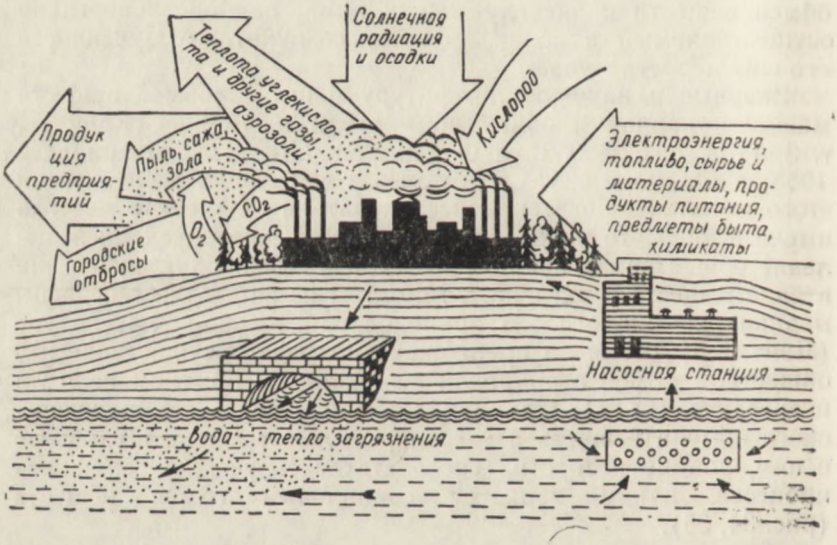

Рис. 35. Схема обмена веществ и энергии в черте города

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

из природы, сопровождающийся их захватыванием, переработкой, транспортировкой и усвоением, а также выделением ненужных и вредных остатков переработки и усвоения. Только благодаря непрерывности обмена веществ и энергии между природой и обществом возможно существование и развитие последнего. Таким образом, общество представляет открытую систему, подобную организменным системам или их объединениям (популяция, вид, биоценоз, биосфера). Конечно, здесь мы видим лишь аналогию, но не тождество. Принципиальное отличие биологических систем от общества заключается в наличии волевого организующего начала во всех основных обменных процессах последнего (Лаптев, 1970) и возможностью сознательной его регуляции и контроля (Подмарков и Фриш, 1968).

Социальный обмен веществ представляет часть круговорота веществ и энергии планеты Земля и прилежащего космического пространства, обусловленную взаимодействием природы и общества. Ведущей стороной этого обмена является общество. Доля социального обмена веществ и энергии в общем круговороте веществ и энергии планеты стремительно возрастает и к настоящему времени стала основной в ряде районов и в отношении отдельных циклов планетарного круговорота веществ и энергии. К таким районам относятся промышленные области и центры, а к отдельным циклам — круговорот углерода и радиоактивных веществ. Кроме того, в активный круговорот веществ планеты включены новые для нее синтетические материалы, ядохимикаты, разнообразные выбросы промышленных предприятий, химические удобрения и другие. Человек своей деятельностью изменяет количественные и качественные особенности планетарного круговорота веществ, убыстряя его. Видные геохимики считают, что человечество стало важнейшей геохимической силой на Земле, осуществляющей преобразование ее геохимии (Ферсман, Вернадский).

Основная причина развития СОВ заключается в росте потребностей человека и общества в целом, что обусловлено уровнем развития последнего. Определенное влияние на этот процесс оказывает возникшее на известном этапе развития истории противоречие между ограниченностью природных ресурсов и неограниченностью роста потребностей людей. Этим обусловлено, например, расширение круга используемых веществ и энергии, возникновение производства синтетических веществ и попытки регулирования СОВ. В будущем указанное выше противоречие приобретает исключительно важное значение в определении масштабов социального обмена веществ, что будет связано с абсолютным или относительным исчерпанием некоторых веществ и видов

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

энергии. Человечество не должно допустить перерастания данного противоречия в антагонистическое.

Первый беглый анализ социального обмена веществ и энергии в разных регионах и населенных пунктах позволяет выделить несколько их типов, существенно различающихся между собой. Наиболее древним является автономный тип, характеризующийся почти полным обеспечением ячейки общества необходимыми веществами и энергией из окружающего его участка природы, без транспортировки их из-за пределов ячейки. Это характерно для докапиталистических формаций. С возникновением товарного производства возникли три типа: снабжающий — с интенсивным захватом веществ и энергии и транспортировкой основной их массы для усвоения другой ячейкой общества; потребительский — с ограниченным захватом веществ и энергии из природы, но с транспортировкой основной массы их из других ячеек общества; перерабатывающий — со значительным захватом веществ и энергии из природы, с мощным непрерывным потоком их из других ячеек, с переработкой и транспортированием веществ и энергии в другие ячейки. Между ними существуют различные переходы.

Тип обмена веществ ячейки с развитием общества часто может превратиться в другой, что необходимо учитывать при построении прогнозов. Например, при освоении нового района с богатыми природными ресурсами на первом этапе возникает потребительский тип СОВ, преобразующийся затем в снабжающий. В районе добывающего промысла при исчерпании ресурсов снабжающий тип СОВ преобразуется в потребительский или перерабатывающий (если это будет экономически целесообразно).

Каждый из выделенных типов социального обмена веществ и энергии обычно включает в себя и другие, но они имеют второстепенное значение. Однако при анализе значения выявленного типа следует учитывать и дополняющие второстепенные типы, так как в некоторых случаях даже при незначительном притоке проходящих через них веществ и энергии они могут оказывать очень вредное влияние на биосферу и особенно на человека (радиоактивные и сильноядовитые вещества, например).

Социальный обмен веществ и энергии возникает из биологического обмена веществ на основе трудовой все расширяющейся деятельности людей. При своем развитии по количественным характеристикам он многократно превзошел биологический обмен веществ и приобрел совершенно новые качества в связи с удовлетворением социальных, а не только биологических потребностей людей. Для удовлетворения социальных потребностей людей в настоящее время расходуется основная часть получаемых обществом веществ

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

и энергии. В связи с непрерывным повышением уровня удовлетворения социальных потребностей внутри общества происходит длительное овеществление получаемых веществ и энергии, что ведет к их возрастающей аккумуляции, особенно в населенных пунктах. Этому способствует и наблюдающийся стремительный рост численности людей. Идущий в последние десятилетия стремительный научно-технический прогресс и возрастание потребностей общества обусловливают возрастание интенсивности обменных процессов. Обменом охватывается все большее разнообразие веществ и видов энергии, усиливается создание никогда ранее не существовавших веществ, расширяется область природы («социосфера», по Ю. П. Трусову, 1968), из которой захватываются и в которую выделяются ненужные и вредные для общества вещества и энергия. В процессе обмена веществами и энергией осуществляются прямые и обратные связи общества с природой. Последние оказывают положительное и отрицательное влияние на общество. В настоящее время, в связи с сильным изменением природы отходами производства, отрицательные влияния приобрели существенный характер. Развитие социального обмена веществ и энергии достигло к настоящему времени уровня, при котором уже недопустимо оставлять его без четкого управления в региональном и планетарном масштабах.

Отдельные стороны СОВ изучаются уже давно, хотя еще нет законченной теории этого явления. Например, в США подсчитан кислородный обмен на всей территории государства, в результате чего установлено, что весь производимый лесами кислород расходуется (связывается) в процессе СОВ. Для всего мира произведено количественное изучение водного обмена, на основе которого сделан вывод о неизбежности загрязнения всех пресных вод к 2 000 г. (Львович, 1968). При всей важности подобных исследований они не могут дать полной картины СОВ планеты, получить которую совершенно необходимо в самом ближайшем будущем.

К мерам управления, в той или иной степени применяемым в практике ряда государств и в международном масштабе, относятся: ограничение интенсивности использования природных ресурсов, уменьшение объема сбрасываемых в природу веществ и энергии, искусственное воспроизводство ряда ресурсов, разумное ограничение некоторых потребностей людей, замена одних ресурсов другими, экономное расходование дефицитных ресурсов, искусственное создание ресурсов, рациональное размещение по территории производств, регулирование размещения населения, преобразование отдельных участков природы в интересах общества, сохранение элементов и участков природы в неизменном виде и ряд других. Только в отдельных регионах делаются попытки полного

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

управления социальным обменом веществ и энергии. В СССР к таким регионам относятся бас. Азовского моря, бас. оз. Байкал, районы страны, где создаются территориально-промышленные комплексы.

Кратко основные закономерности взаимодействия общества и природы можно сформулировать следующим образом:

— возникнув с появлением человечества, взаимодействие общества и природы непрерывно развивается с возрастающей скоростью, его основу составляет обмен веществ и энергии между обществом и природой;

— развивающееся взаимодействие общества и природы обусловило разнообразные глобальные изменения природы Земли, сделавшись важнейшим фактором ее развития;

— характер и последствия взаимодействия общества и природы обусловлены характером общественных отношений: только в условиях социализма возможна оптимизация этого взаимодействия;

— измененная обществом природа в XX в. стала существенно влиять на экономическое развитие, внутреннюю и международную политику государств, а в условиях капитализма обусловила возникновение классовой борьбы за сохранение окружающей человека природной среды;

— в прошедшие исторические эпохи человечество не раз оказывалось на грани «экологического кризиса», но всегда предотвращало его на основе прогресса; не является неизбежностью «экологический кризис» и в эпоху бурного научно-технического прогресса; он может быть предотвращен совместными усилиями человечества;

— управление взаимодействием общества и природы стало исторической необходимостью и для своего осуществления требует плановости общественного развития, содружества государств с различным общественным строем, предотвращения войн;

— не существует видимых пределов развития человечества по пути прогресса, расширения масштабов воздействия на природу с целью наиболее полного удовлетворения потребностей общества на базе научно-технического прогресса;

— интенсификация природопользования в непрерывно расширяющейся сфере взаимодействия общества и природы требует одновременного осуществления системы мер по рациональному использованию, охране и улучшению природы, по управлению ее развитием.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Глава 16

УЧЕНИЕ О СОХРАНЕНИИ ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

Как отмечено выше, понятие «окружающая среда» включает в себя среду каждого человека и общества, условия производственной деятельности и ресурсы природы. В данном разделе рассматривается лишь «окружающая природная среда», в которую не включается среда социальная по изложенным там же причинам. В окружающую природную среду, таким образом, включены природные условия жизни и развития людей, природная среда деятельности и развития общества и необходимые для производства природные условия и ресурсы.

Сохранение окружающей природной среды представляет отрасль охраны природы (область практической деятельности общества), сосредоточивающую свое внимание на предотвращении отрицательного влияния на экосистемы и биосферу деятельности общества, на улучшении природы.

Возникшая в период первобытнообщинного строя как местные мероприятия, обеспечивающие людям рода и племени необходимые условия жизни, охрана природы и окружающей среды еще долгое время представляла весьма второстепенную отрасль практической деятельности людей. Даже с возникновением государственной охраны природы (рабовладельческие государства) принимаемые меры были в основном направлены на охрану отдельных ресурсов в густонаселенных районах и в единичных городах (например, Рим). В некоторых странах (Южное Двуречье) уже в XVI в. до н. э. все леса были разделены на лесничества, а в Египте и Китае широко проводились меры по борьбе с эрозией почв. В III в. до н. э. в Индии имелись лесные заповедники («абхаяранья»), со II в. до н. э. известна охрана ряда видов животных и лесов (имп. Ашока).

В период рабовладельческого общества применялись такие методы охраны природы, как запрещение истребления объектов (виды организмов, памятники природы), создание заповедников (частные в основном), борьба с эрозией почв, очистка сточных вод на полях орошения, организация рационального использования (выделение лесничеств) ресурсов, издание правовых актов и контроль за их исполнением.

В эпоху феодализма сохранялась сложившаяся практика охраны природы, но несколько расширились ее масштабы и методы. Например, во Франции в XIV в. появилось специальное государственное учреждение «Воды и леса», а в период перехода к капитализму в Европе проводилось

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

закрепление песков (Шапошников и Шкарбан, 1972). Как можно судить по проводившимся мероприятиям, охрана природы понималась как средство сохранить для использования ресурсы и участки природы. Выражения «охрана природы» еще не существовало (оно появилось впервые в 1907 г. в США), как и представления об обмене веществ между природой и обществом.

В эпоху капитализма (с XIV—XV вв.), ознаменовавшуюся возникновением промышленного периода, резко усилилось использование природных ресурсов и отрицательное влияние на окружающую природную среду в процессе социального обмена веществ. Расхищение природных богатств продолжалось, и не только в капиталистических государствах, но и в колониальных странах, где использование природы капиталистическими монополиями ничем не ограничивалось.

В эпоху капитализма методы охраны природы значительно расширились. Появилась пропаганда целей охраны природы, начались попытки воспроизводства биологических ресурсов (лес, рыба, некоторые охотничьи звери), совершенствовались способы очистки сточных вод и выбросов в атмосферу, расширялось законодательство, появилась государственная служба контроля за его выполнением. Передовые ученые уже писали об опасности нарушения сложившихся в природе взаимосвязей, об ожидающих человечество бедах. Классики марксизма в XIX в. остро поставили вопрос о необходимости регулировать взаимодействие природы и общества, учитывать взаимосвязь и взаимообусловленность в природе.

Однако и в начале XX в. охрана природы в капиталистических государствах носила характер чрезвычайных мер в отношении отдельных природных ресурсов. В последние же десятилетия в капиталистических странах практика охраны природы развивается как средство обеспечить нормальные природные условия жизни людей и развития хозяйства.

В первом социалистическом государстве, благодаря энергичной природоохранительной деятельности В. И. Ленина, с первых лет его существования охране окружающей природной среды было придано государственное и важное экономическое значение. В первом определении этой отрасли практики, сформулированном на Первом Всероссийском съезде по охране природы в 1929 г., говорилось, что она «в условиях социалистического государства должна рассматриваться как единая система мероприятий, направленных на защиту, развитие, качественное обогащение и рациональное использование природных фондов страны в интересах хозяйственных, научных и культурных».

Охрана природы в СССР в настоящее время понимается как система государственных и общественных мероприятий,

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

направленных на рациональное использование, сохранение и улучшение природных ресурсов страны в интересах существующих и будущих поколений советских людей с учетом интересов всего человечества. При этом возникает необходимость в международных мерах по охране природных ресурсов Земли и космического пространства. В это понятие включена и охрана окружающей природной среды.

Охранять природную среду необходимо от индивидуального воздействия людей, ухудшения ее в процессе организованной производственной деятельности и от вредно действующих на объекты охраны естественных земных и космических факторов.

К настоящему времени охрана природы представляет довольно обширную область практической деятельности общества и вполне может быть названа областью практики (рис. 36). Ее спецификой, создающей ряд трудностей в проведении мероприятий, является удовлетворение не столько сегодняшних, сколько будущих потребностей общества. Забота о завтрашнем дне практиками обычно воспринимается как тормоз для решения текущих задач. При этом упускается из виду, что в завтрашнем дне будут такие же текущие задачи, для решения которых не окажется необходимых природных условий, если ранее о них не было проявлено заботы.

Охрана природы, окружающей природной среды как отрасль практики в настоящее время в каждом государстве включает систему государственных природоохранительных, административных и научных учреждений, учебных заведений, природоохранительных обществ, заповедников и заказников, производственных организаций (лесовосстановительные, рыборазводные, по борьбе с эрозией почв, по проектированию и производству очистных устройств и др.), природоохранительных сооружений, органов пропаганды. Численность людей, непосредственно занятых в служебном порядке охраной природы, в крупных государствах достигает сотен тысяч и миллионов. В капиталистических странах имеются и частные производственные организации, заповедники и так называемые «фонды» для финансирования природоохранительных научных и практических работ.

На охрану окружающей природной среды ежегодно затрачивается заметная часть бюджета в наиболее развитых странах, но еще не достаточная для того, чтобы решить все стоящие задачи и приостановить дальнейшее ухудшение среды жизни людей и уменьшение ряда важных ресурсов. Ни в одной стране еще не налажен полный статистический учет в области природоохранительной практики. Планируется развитие этой отрасли лишь по важнейшим направлениям. Только в СССР с 1971 г. ведется общее планирование; ор-

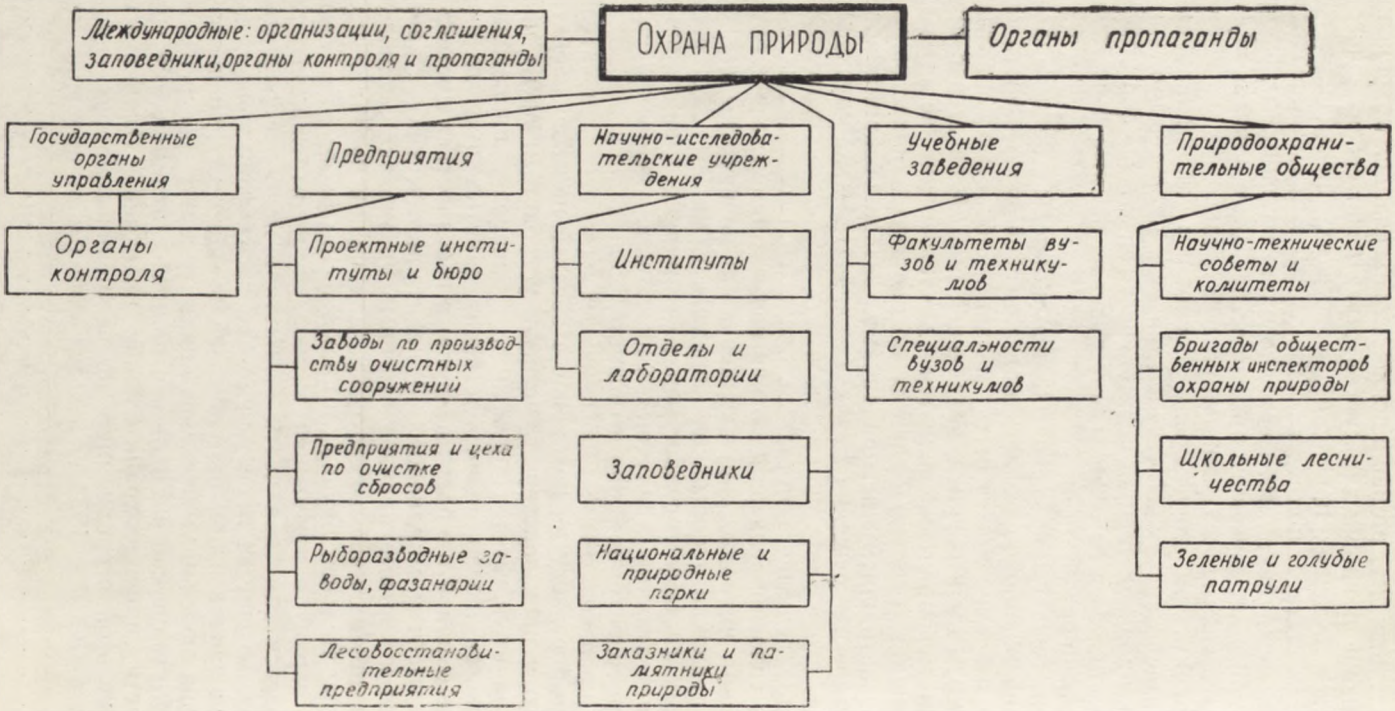

Рис. 36. Структура охраны природы как отрасли практики

Digital Library (repository) of Tomsk State University http://vital.lib.tsu.ru

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ганизуется статистический учет и разработка государственных природоохранительных стандартов.

Охрана и воспроизводство природных ресурсов имеет громадное экономическое значение для каждого государства. Ведь по существу, природоохранительные мероприятия обеспечивают возможность непрерывного экономического развития, в то время как их отсутствие неизбежно создаст непреодолимую преграду для развития хозяйства. Об этом говорит опыт истории и прогнозы, сделанные специалистами разных стран.

В последние годы охрана окружающей природной среды приобрела вполне определенное политическое значение, усиливающееся с каждым годом. Коммунистические и рабочие партии капиталистических стран организуют трудящихся на борьбу за сохранение окружающей среды. Эта борьба приобрела сейчас классовый характер. В этом нет ничего неожиданного, если учесть марксистско-ленинское представление о роли природы в развитии общества, резкое усиление влияния общества на природу, а также воздействие измененной природы на общество.

Как отметил В. А. Чичварин (1970), настойчивые попытки представителей США добиться организации глобальной охраны природы, по существу представляют стремление вмешиваться во внутренние дела других государств. Буржуазные партии Японии привлекают голоса избирателей обещаниями улучшить состояние природы в городах. Различные факты из области охраны природы используются в идеологической борьбе капитализма с социализмом. Вопросы рационального использования охраны и воспроизводства природных ресурсов стали важной частью государственной и партийной политики, областью международных отношений.

В СССР охрана окружающей природной среды стала существенной задачей партии, включенной в ее программу, важной государственной задачей. Охрана природы в определенной степени влияет на развитие отраслей хозяйства, здравоохранения, науки и культуры, на законодательство, структуру органов управления и другие сферы деятельности государства, в том числе и контакты с социалистическими и капиталистическими странами.

В различных общественно-экономических формациях условия осуществления охраны природы и ее эффективность существенно различаются. В капиталистических государствах, где существует частная собственность на средства производства, землю, леса и ряд других природных богатств, развитие достаточно эффективной охраны природы тормозится наличием противоречия между общественным (всенародным) характером природоохранительной работы и частнокапиталистическим способом использования природных

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

богатств. Поэтому неизбежно охрана природы в основном осуществляется в интересах господствующего класса. Стремление к получению максимальной прибыли ведет к разрушению, обеднению и качественному ухудшению природных ресурсов, окружающей природной среды.

В социалистических государствах, где нет личной собственности на средства производства и природные ресурсы, а вся деятельность их осуществляется в интересах всего народа, указанное выше противоречие отсутствует. Четкое планирование всех сторон деятельности общества в сочетании с государственной собственностью на природные ресурсы создает наилучшие условия для планомерной и эффективной охраны природы.

В истории природоохранительной практики сложились определенные формы охраны природы. В первобытнообщинном строе зародилась и продолжает существовать до сих пор в малоразвитых странах *народная охрана природы*, осуществляемая в интересах всего населения. В период рабовладельческого строя появилась частнособственническая охрана природы в интересах владельцев земли. Создавались частные заповедники (на территории СССР в XX в. было 5—6 частных заповедников). В капиталистических странах и сейчас имеются такие заповедники и строго охраняемые охотничьи хозяйства. В США действует несколько коммерческих частных организаций по проведению природоохранительных мероприятий. *Государственная охрана природы* началась в рабовладельческих государствах и к настоящему времени стала основной формой регулирования взаимодействия природы и общества. Она осуществляется в капиталистических странах в интересах господствующих классов, а при социализме — в интересах народа. Методы ее стали весьма разнообразными.

Общественная охрана природы (с помощью природоохранительных обществ) возникла в XX в. в эпоху капитализма как важное дополнение к государственной форме. *Международная охрана природы* возникла также в начале XX в. и имеет целью согласованными усилиями государств сохранить не находящиеся на их территориях и пересекающие их в процессе миграции природные ресурсы, а также ресурсы космического пространства. В настоящее время эта форма охраны природы приобрела исключительно важное значение. Основными методами международной охраны природы являются межгосударственные соглашения и международный контроль за состоянием и использованием природных ресурсов.

Методами охраны природы являются технические и организационные приемы выполнения стоящих перед ней задач. В настоящее время применяются пропагандистские,

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

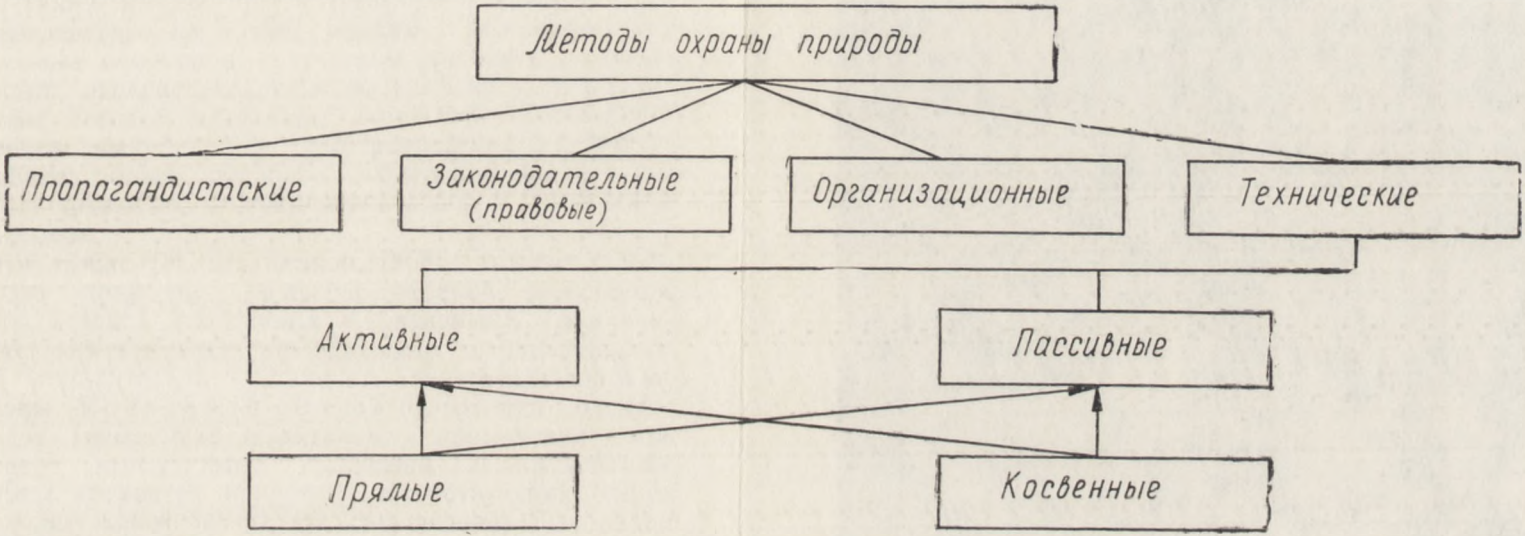

Рис. 37. Методы охраны природы

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

законодательные, организационные и технические методы (рис. 37). Только сочетанием их можно добиться желаемых результатов. Последняя группа методов быстро пополняется новыми и настолько разрослась, что в ней необходимо выделить две подгруппы: пассивные и активные. Пассивными называются такие методы, при применении которых не оказывается воздействие на охраняемые объекты, но предотвращается вредное на них влияние общества и естественных факторов. Организация заказников и заповедников, очистка выбросов предприятий, экономное расходование природных ресурсов и соблюдение правил их эксплуатации представляют пассивные методы. Активными называются такие методы, при осуществлении которых производится воздействие на объект охраны с целью вызвать в нем желаемые изменения (улучшение качества, увеличение количества, перераспределение во времени и пространстве). К этим методам относятся, например, насаждение лесов на местах вырубленных, рыборазведение на естественных водоемах, более широкое расселение видов с сократившимися ареалами, искусственный отбор в популяциях диких организмов.

Различают также (Н. А. Гладков, 1965) прямую и косвенную охрану природы. Прямой охраной называется совокупность методов (пассивных и активных), применение которых обеспечивает прекращение отрицательного и усиление положительного влияния непосредственно на объект охраны. Косвенной охраной называется совокупность методов (пассивных и активных) применение которых вызывает необходимые изменения в окружающих объект охраны элементах природы, способствующих (через соответствующие взаимосвязи) его сохранению. Для видов организмов косвенной будет охрана и улучшение их среды жизни. Оба эти вида охраны необходимы, причем часто косвенная охрана оказывается наиболее существенной, что относится к воде, атмосфере, многим видам и группам видов организмов (например, водоплавающие птицы, копытные).

Исключительно важное значение для организации эффективной природоохранительной работы имеет понятие о ее системах. Сейчас определились две такие системы: интегрированная (комплексная) и дифференцированная (пообъектная), названия которых предложены Л. К. Шапошниковым в 1970 году. Исторически наиболее ранней из них является дифференцированная охрана, заключающаяся в охране каждого объекта природы в отдельности, без учета их взаимосвязи и взаимообусловленности. При слабой интенсивности воздействия общества на природу (до XIX в.) она обеспечивала выполнение возник-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ших задач. Со второй половины XX в., когда воздействие на природу достигло планетарных масштабов и в ряде мест Земли оказались разомкнутыми существовавшие между природными элементами связи, дифференцированная охрана природы оказалась недостаточной. Возникла новая система, получившая название интегрированной (комплексной). Интегрированная охрана природы заключается в охране ее как единого взаимосвязанного целого, с учетом сохранения действующих в ней связей и взаимообусловленностей. Для ее осуществления необходима хорошо согласованная система методов и масштабов мероприятий, которая не может быть подменена суммой мероприятий по охране отдельных объектов природы.

Осуществлять интегрированную охрану природы мы должны на отдельных территориях (государство, естественно-географический или экономический район) и в масштабе всей планеты. В обоих случаях необходимо обеспечить научно обоснованный объем основных и второстепенных природных ресурсов, чтобы сохранить определенную систему связей и взаимодействий и получить желаемый результат (необходимое объемное отношение ресурсов, саморегуляция природных процессов, самовосстановление качественных и количественных особенностей элементов природы, относительная стабильность биосферы, не угрожающее человеку направление ее развития).

С этой целью в систему интегрированной охраны природы включаются такие мероприятия: прекращение дальнейшего использования или количественного изменения элементов природы, увеличение объема и качественное их улучшение, изменение области распространения и распределения ресурса, изменение скорости миграции элементов природы в отдельных участках и по планете (если это возможно), изменение интенсивности круговорота веществ и энергии. Как видим, интегрированная охрана природы требует непрерывного управления природными процессами и развитием всего природного комплекса (биогеоценозов или экосистем и биосферы).

Наиболее доступной формой интегрированной охраны природы в современных условиях следует считать охрану ландшафтов, если при этом учитывается их многообразие значение для общества и столь же многообразное на них воздействие человека в настоящее время и в ближайшем будущем.

При любой системе охраны природы абсолютно необходимой является повсеместная ее охрана в любой точке государства и всей планеты, охрана природы каждым человеком в рамках своих возможностей. Особенно это относится к людям, стоящим у руководства делом использования природы. Вот почему необходима широкая и систематическая

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

пропаганда задач и конкретных методов природоохранительной работы.

Охрана природы, осуществляемая в отношении одного объекта или всей природы планеты, может быть весьма простой и очень сложной. Часто бывает достаточным ограничить или уменьшить прямое использование, снизить или прекратить вредные воздействия на охраняемый объект. В других случаях этого оказывается недостаточно и приходится разными способами активно воздействовать на охраняемый объект и на окружающие его условия, как это осуществляется в отношении, например, зубра, бобра, ряда копытных и других видов животных. Как видим, степень воздействия на объект с целью его охраны оказывается весьма различной.

Степенью охраны следует называть объем мероприятий, осуществляемых в целях сохранения и восстановления количественных и качественных особенностей элемента природы. В ряде случаев бывает достаточной низкая степень охраны (прекращение или ограничение прямого воздействия на объект или на условия, его окружающие), а в других — более высокая. Высшей степенью охраны следует считать такой комплекс мер, осуществление которого будет означать принятие человеком на себя заботы о благополучном существовании охраняемого объекта, без чего он неизбежно пострадает и может даже исчезнуть. В приложении к живым объектам это будет означать их разведение в той или иной форме. В отношении элементов неживой природы высшая степень охраны будет заключаться в проведении мер охраны, восстановления и консервации (стабилизации), как это уже начинают делать в отношении отдельных памятников природы (скалы, водоемы).

Высшая степень охраны, таким образом, заключается во взятии человеком на себя заботы о количественных и качественных особенностях объекта, в соответствии с общими целями охраны и использования природы. Степень охраны может колебаться от нулевой (отсутствие охраны) до максимальной, которую можно назвать абсолютной (сочетание всех возможных способов положительного влияния человека на охраняемый объект).

В зависимости от интенсивности отрицательного воздействия на подлежащий охране элемент природы в различных районах его распространения необходимая степень охраны будет различной. Например, в районе с сильным воздействием человека — высшей, а в районах со слабым воздействием — самой низкой (до нулевой). С течением времени, естественно, степень охраны природы и всех ее объектов будет возрастать до самой высокой (абсолютная охрана).

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Административное руководство природоохранительной практикой в государствах ведется весьма различными органами (министерства, управления, комиссии и т. д.). В СССР общее руководство охраной природы осуществляют советы министров СССР и союзных республик. Для конкретного повседневного руководства этой работой в масштабе всей страны с 1966 г. при МСХ СССР создано Главное управление охраны природы, заповедников и охотничьего хозяйства, а в некоторых союзных республиках — государственные комитеты при советах министров (БССР, УССР, ЛитССР, АзССР). Руководство охраной отдельных природных ресурсов в масштабе СССР осуществляют: Министерство мелиорации и водного хозяйства (водные ресурсы), Министерство

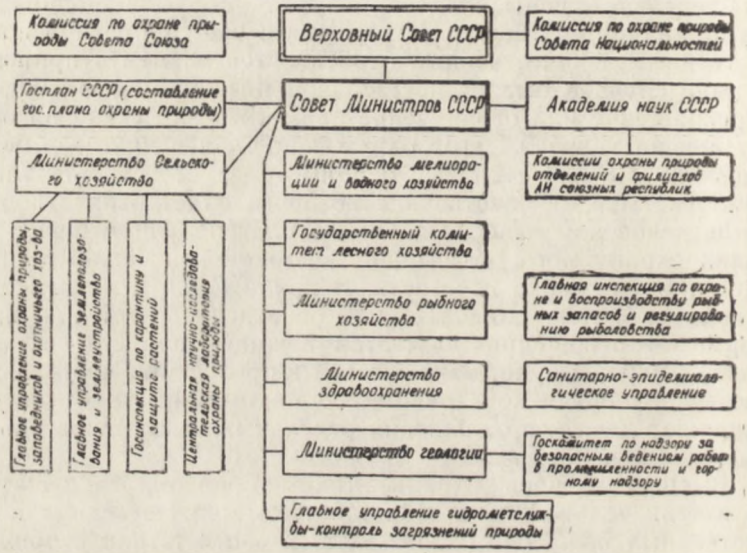

Рис. 38. Схема государственных органов по охране природы СССР

сельского хозяйства (охрана земель), Государственный комитет лесного хозяйства (леса), Министерство рыбного хозяйства (рыбные запасы), Государственный комитет по надзору за безопасным ведением работ в промышленности и горному надзору (недра). Главное управление Гидрометслужбы ведет наблюдение и контроль за уровнем загрязнений атмосферы, почвы и водных объектов (рис. 38).

Сложность и масштабность задач охраны природы, необходимость строгого согласования деятельности всех отраслей хозяйства по использованию и охране природных ресурсов

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

в целях управления взаимодействием природы и общества требуют четкой централизации руководства природоохранительной практикой.

Как любая отрасль практики, охрана природы удовлетворяет определенный круг потребностей общества: в ресурсах и общих условиях для отраслей хозяйства, среде жизни людей и разводимых организмов, в местах для отдыха и лечения, в объектах для удовлетворения эстетических потребностей и научных исследований. Поэтому оценивать природоохранительную работу необходимо по ее эффективности, т. е. по той пользе, которую она приносит обществу. Польза может выражаться в сохранении или повышении степени удовлетворения перечисленных выше потребностей общества, в предотвращении вредных изменений в природе и усилении полезных. Такую пользу следует называть общей эффективностью охраны природы.

Наряду с этим правомерно говорить об экономической эффективности природоохранительных мероприятий, представляющей оценку пользы в денежном выражении. Прямая экономическая эффективность представляет размер дохода от использования сохраненных или восстановленных ресурсов (лесов, почв, рыбных запасов и т. д.). Косвенная экономическая эффективность представляет размер дохода от побочных результатов природоохранительных мероприятий (использование охотничьих животных в сохраненных лесах, использование задержанных очистными устройствами веществ, орошение сточными водами полей сельскохозяйственных культур и др.). Вычисление экономической эффективности отдельных мер и всей системы охраны природы имеет существенное значение, но оно лишь дополняет представление об общей эффективности природоохранительных мероприятий.

В некоторых случаях целесообразно выявлять здравоохранительную эффективность мер охраны природы, представляющую процент уменьшения заболеваний, обусловленных влиянием антропогенных факторов на условия жизни и развития людей.

В природоохранительной работе необходимо систематически выявлять все виды ее эффективности, что важно для определения ее достаточности, проведения пропагандистской работы и принятия мер для улучшения методики, техники и организации охраны природы. Например, если выяснится, что сконструированная пылеулавливающая установка обладает технической эффективностью в 40%, то она должна быть направлена на доработку или отвергнута совсем, так как существуют возможности добиться задержания до 90 и более процентов пылевидных частиц. Если рыборазводный завод при существующей системе работы обеспечивает воспроизводство 0,001-ной запаса рыб, то его следует значительно рас-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ширить или закрыть совсем, использовав средства на более эффективные (технические) мероприятия.

Организация эффективной дифференцированной и тем более интегрированной охраны природы требует четкого многолетнего планирования, все условия для которого имеются лишь в социалистических странах. С 1971 г. в СССР эта работа планируется в масштабе союзных республик, а с 1974 г. составляются союзные планы. Планы должны разрабатываться одновременно с планами развития хозяйства и при взаимном согласовании. Обособленное составление обоих планов необходимого результата не дает.

Планы в виде таблиц должны дополняться природоохранительными картами для лучшей территориальной организации всей работы. На них должны быть нанесены все предполагаемые для осуществления мероприятия, связанные с определенными территориями (места будущих заповедников, заказников и памятников природы, районы лесопосадок, рыборазводные заводы и т. д.).

Объединение широких слоев населения для практического участия в природоохранительных мероприятиях с целью помощи государственным органам осуществляется различными обществами, которые начали возникать с 1906 г. Сейчас подобные общества имеются в каждой стране, но только в СССР они являются по настоящему массовыми, объединяющими более 40 млн. человек. Республиканские общества, работающие под руководством советов министров, имеют основной задачей помочь правительству в деле охраны природы. Этим обществам поручено объединять природоохранительные усилия других общественных организаций (научные и научно-технические общества, общество «Знание», общество охраны памятников истории и культуры, педагогическое общество, профсоюзы и др.). Им дано право осуществлять контроль за выполнением природоохранительного законодательства всеми предприятиями и организациями, входить с предложениями в правительства и другие органы власти, вести широкую пропаганду знаний о природе, ее рациональном использовании, охране и улучшении. Членами общества могут быть лица в возрасте от 16 лет, а в качестве коллективных членов — предприятия и различные организации.

Формы работы обществ охраны природы очень разнообразны: чтение лекций, передачи по радио и телевидению, публикация статей в печати, организация народных университетов, издание плакатов, брошюр и книг, проведение массовых природоохранительных кампаний (день и год птиц, месячник охраны рыб, неделя или месячник леса, день или месячник охраны природы и др.), создание «зеленых» и «голубых» патрулей, бригад инспекторов по охране природы в ву-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

зах и на предприятиях, проведение научно-практических конференций, организация рейдов по проверке природоохранительной работы, выставок, летних лагерей, вечеров, демонстраций картин и т. д. Общества участвуют в обсуждении проектов освоения природных богатств и крупных строек с целью обеспечить проведение всех необходимых мер охраны природы.

Как видим, в СССР (и в других социалистических странах) общественная форма охраны природы находится в теснейшем контакте с государственной, являясь ее существенным дополнением и условием выполнения всех мероприятий по охране природы населением страны. Такого положения нет в капиталистических странах, где общества носят в основном научный характер, очень малочисленны и не имеют тесного контакта с правительствами. Расширение и укрепление общественной формы охраны природы во всех странах необходимо в современных условиях.

Для научно-технической разработки мероприятий по охране природы в каждой стране созданы научно-исследовательские, проектные и производственные организации. В СССР имеется более 25 природоохранительных исследовательских институтов, лабораторий и отделов, Всесоюзное объединение Газоочистка с проектными институтами, заводами и территориальными монтажными организациями.

В международном масштабе проводятся мероприятия на основе инициативы и соглашения заинтересованных в них стран, заключающих договоры и соглашения. Известное стимулирующее влияние оказывают решения органов ООН и деятельность Международного союза охраны природы и природных ресурсов (создан в 1948 г.), членами которого являются правительства и организации более 70 стран (СССР — с 1956 г.), ряд международных организаций и природоохранительных обществ. Как отмечалось, в данное время не может быть создано административного органа для проведения международной охраны природы.

Из анализа современного характера взаимодействия природы и общества вытекают генеральные направления в разработке природоохранительных мероприятий крупного плана. Важнейшими из них следует считать нижеследующие.

Перевод всех промышленных предприятий на технологические циклы без сброса веществ и энергии в окружающую их природу. Предприятия с частичным решением этой задачи (прекращение сброса загрязненной воды) уже построены в СССР. Резкое снижение потребления воды, кислорода, уменьшение производства углекислоты и других веществ энергетической промышленностью и средствами транспорта за счет расширения использования водной, ветровой, солнечной, атомной и других видов энергии. Ограничение увеличе-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ния площадей, занимаемых под населенные пункты и сооружения в зоне существующего и возможного сельского хозяйства. Расширение масштабов и повышение эффективности искусственного воспроизводства основных биологических ресурсов, повышение продуктивности биосферы. Разумное ограничение ряда потребностей общества в интересах его дальнейшего развития (сокращение расхода воды на бытовые нужды, уменьшение потребления химических веществ и синтетических материалов, елок для новогодних торжеств, дикорастущих цветов и т. д.). В ряде случаев эти ограничения будут иметь временный характер. Предотвращение природопреобразовательных мероприятий, которые могут нанести ущерб природе в ближайшем или отдаленном будущем. Усиление согласованных действий государств по охране международных природных ресурсов и по уменьшению отрицательного влияния на природу своих территорий, которое сказывается на всей биосфере.

Преобразование природы обществом, как неизбежный результат его производственной деятельности и планомерные мероприятия по ее изменению, приобретает все более широкие масштабы и будет осуществляться в будущем с еще большей энергией. Таков неизбежный ход истории. Но анализ исторического опыта учит, что сейчас и в будущем все природопреобразовательные мероприятия должны просвечиваться через призму задач и целей сохранения природы.

В последние десятилетия во всем мире особую остроту приобрела проблема сохранения и улучшения окружающей человека природной среды, образующей условия его жизни, труда (вне помещений) и развития. В буржуазной печати появился ряд книг и статей, в которых приводятся даже сроки начала вымирания людей вследствие загрязнения среды и истощения важнейших природных ресурсов (прогноз Римского клуба, например). Основанием к таким мрачным прогнозам буржуазных ученых явилась реальная действительность капиталистических государств, где уже неоднократно наблюдались случаи массового заболевания и гибели людей под воздействием загрязнений атмосферы, воды и почвы. Особенно неблагоприятные для людей природные условия сложились в крупных городах и промышленных районах США, Японии, ФРГ, Италии. Принимаемые этими государствами меры охраны природы лишь затормаживают процесс дальнейшего ухудшения окружающей природной среды. Основной причиной этого является сопротивление монополий любым и особенно радикальным природоохранительным мероприятиям.

Наблюдалось ухудшение окружающей природной среды и в социалистических странах, что было связано с отставанием темпов нарастания природоохранительных мероприятий

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

от темпов бурного развития отраслей хозяйства, с необходимостью расходования колоссальных средств на ликвидацию разрушения жилых и промышленных объектов в ходе военных действий и при отступлении немецко-фашистских армий. В последние 15—20 лет, восстановив разрушенное, СССР и другие социалистические страны резко усилили систему природоохранительных мер и добились не только приостановки ухудшения окружающей природной среды, но и ее улучшения, прежде всего в промышленных районах и крупных городах. Чище стали многие реки, уменьшились масштабы эрозии почв, стала увеличиваться лесная площадь, повысилась численность многих промысловых животных. Широким фронтом ведутся работы по осушению заболоченных территорий, по орошению засушливых земель. Перечисленные и многие другие достижения выдвинули СССР и другие социалистические страны на первое место в мире по уровню и результатам природоохранительной работы.

В СССР основную работу по охране окружающей человека природной среды проводят органы здравоохранения, поддерживающие тесный контакт с государственными органами охраны природы. Научным обоснованием практических мер занимается наука гигиена. Советские гигиенисты впервые в мире еще в 1949 г. разработали предельно допустимые концентрации вредных веществ (ПДК) в окружающей среде, а сейчас устанавливаются предельно допустимые выбросы (ПДВ) предприятий, определяемые в месте сброса стоков или выбросов в атмосферу. Они предназначены для контроля технологического режима, так как бывают случаи его нарушения и увеличения количества вредных для окружающей природной среды веществ. У всех санитарных врачей имеются утвержденные правительством показатели ПДК веществ, для которых они установлены, и они ведут систематический контроль путем взятия проб воздуха и воды для последующего анализа в лаборатории. В СССР — самые строгие в мире ПДК.

На основе решений XXIV и XXV съездов КПСС и последующих постановлений СМ СССР в стране проводится большая работа по усовершенствованию технологии с целью уменьшения и полного прекращения сброса отходов в окружающую среду. Уже сейчас около 60% забираемой промышленностью воды находится в оборотных циклах водоснабжения, производство бумаги переводится на безводную технологию, введены в строй тысячи крупных очистных сооружений для предотвращения загрязнения атмосферы и водоемов, в крупнейших городах страны (Москва, Ленинград, Киев, Липецк, Кемерово, Запорожье, Жданов) создаются автоматизированные системы контроля за загрязнением окружающей природной среды, расширяются зеленые на-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

саждения в городах и поселках. В столице нашей Родины Москве на одного жителя приходится 18,5 м² насаждений (в Омске даже 85 м²), в Нью-Йорке — 8,6, Лондоне — 7,5 и Париже — 6,0 м². Вода многих рек (Москва, Урал, Волга и др.) и атмосфера городов стали чище. К 1980 г. загрязнение атмосферы в городах в среднем по стране снизится на 40—50% при невиданных темпах роста производства.

Под строгую охрану государства взяты все районы, пригодные для курортного лечения, отдыха трудящихся и особенно детей. Площадь таких участков с каждым годом расширяется. Ведется большая работа по оздоровлению окружающей природной среды с целью предотвращения массовых эпидемических заболеваний.

Правовые основы охраны условий жизни населения стали разрабатываться еще при участии В. И. Ленина, когда на VIII съезде партии в программу был включен пункт о санитарной охране населенных мест. В последующий период законодательство в этой области значительно расширилось и усовершенствовалось. В 1970 г. Верховный Совет СССР принял «Основы законодательства о здравоохранении», ставшие основой для развития законодательства союзных республик и для усовершенствования работы по охране окружающей человека природной среды. В действующих республиканских законах об охране природы определено, что в интересах охраны здоровья населения охране подлежат природные комплексы курортных районов, лесопарковые зеленые зоны, атмосферный воздух, поверхностные и грунтовые воды, почвы и грунты. Санитарным инспекциям правительством дано право закрывать производство, если оно не соблюдает требований закона.

В международном плане охраной окружающей человека природной среды занимается Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ), Международный союз охраны природы и природных ресурсов (МСОП), Международная ассоциация по водоснабжению и ряд других. Уделяет этому вопросу все большее внимание ООН. Энергичную работу в этом плане развернул СЭВ, что дает возможность каждой социалистической стране быстрее и эффективнее решать возникающие задачи.

Особого внимания заслуживают такие элементы природы, которые имеют громадное эстетическое и научное значение или которым грозит уничтожение. Для обсуждения вопросов сохранения таких объектов еще в конце прошлого века собирались уже международные конференции. Сейчас в каждом государстве уникальные объекты природы изымаются из обычного природопользования, объявляются заповедниками, национальными парками, заказниками или памятниками природы. Почти все редкие или исчезающие виды организмов

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

взяты под государственную охрану. Уже существует международная Красная книга животных, в которую включены требующие особой охраны виды. Подобные книги создаются в ряде государств, в том числе и в СССР (опубликована Красная книга животных и растений).

Развивающаяся практика охраны природы и окружающей природной среды основывается на следующих принципах, вытекающих из марксистско-ленинского понимания взаимодействия природы и общества:

1. Охрана природы является неотложной исторической необходимостью, обусловленной сущностью социального обмена веществ и энергии и достигнутой его интенсивностью.

2. Несоблюдение или ослабление работы по охране природы неизбежно приведет к ухудшению условий развития общества и катастрофическим для него последствиям.

3. Эффективная охрана природы создает условия для непрерывного прогрессивного развития общества.

4. Охрана природы осуществляется не только в интересах существующего поколения людей, но в интерсах будущих поколений, имеющих равное право пользоваться благами природы.

5. Только социалистические общественные отношения создают все необходимые объективные условия для эффективной охраны природы.

6. Только интегрированная охрана природы отдельных стран и всей планеты обеспечит развивающееся человечество необходимыми природными условиями и ресурсами высокого качества.

7. Основная часть мер по охране природы должна проводиться в процессе ее использования предприятиями и организациями.

8. Планирование использования природы, мер ее охраны и улучшения должно осуществляться одновременно и на много лет вперед.

9. Осуществление интегрированной охраны природы государства возможно при централизованном административном и научном руководстве.

10. Интегрированная охрана природы всей Земли и космоса в современный исторический период может строиться лишь на основе добровольных соглашений заинтересованных государств.

11. Эффективная охрана природы невозможна без активного участия всего населения, что требует его организации, широкой пропаганды природоохранительных задач и методов.

12. Научная и практическая разработка проблем рационального использования, охраны и улучшения природы должна исходить из положений, что все ресурсы природы

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

исчерпаемы в той или иной степени и могут быть изменены человеком, что развитие земной природы сейчас определяется деятельностью общества.

13. Охрана природы представляет необходимый раздел управления взаимодействием природы и общества, социальным обменом веществ и энергии.

Глава 17

УЧЕНИЕ О РАЦИОНАЛЬНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

В последние десятилетия зарубежные и советские (Саушкин, 1958; Арманд и Герасимов, 1959; 1963; Малин, 1961; Шкловский, 1962; Комар, 1964; Арманд, 1968; Минц, 1968 и др.) ученые уделяют большое внимание оценке и классификации природных ресурсов. В сферу исследований попали как реальные, так и потенциальные ресурсы. Почти во всех работах по проблемам охраны природы значительное место отводится вопросам их рационального использования. Отдельные авторы (Минц, 1972; Мазуров, 1976) полагают, что рациональное использование природных ресурсов прежде всего означает экономию труда по их эксплуатации. Ю. Л. Мазуров (1976) даже полагает, что охрана природы не удовлетворяет общественные потребности, а является лишь одним из элементов рационального использования ресурсов. Все эти высказывания имеют определенный смысл при решении некоторых экономических проблем, но они не могут содействовать развитию дела охраны природы в ее широком понимании.

Как бы ни было рациональным природопользование, оно не может вобрать в себя всю совокупность мер охраны природы, так как многие из них выходят за рамки природопользования. Так, прямо к природопользованию не относятся мероприятия по оздоровлению окружающей человека природной среды, сохранение редких и исчезающих видов, сохранение генофонда организмов и выведенных человеком сортов растений и пород животных; не относится к рациональному природопользованию совокупность мер по образованию в области охраны природы организации научных исследований, изъятия из обычного природопользования объектов и участков природы в интересах их использования в будущем.

Конечно, если понимать природопользование широко, с учетом настоящего и будущего, то и перечисленные выше мероприятия могут в него войти. Однако в настоящее время

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

господствует узкое понимание природопользования и поэтому расширительное его понимание принесет больше вреда, чем пользы.

Рациональное природопользование является составной и даже основной частью охраны природы как отрасли практики.

Использование природных ресурсов (природопользование) никоим образом не охватывает всех путей воздействия человека на природу. Так, к природопользованию нельзя отнести истребление сельскохозяйственных вредителей, врагов леса и зеленых насаждений, борьбу с сорняками, стихийное (не предусмотренное) загрязнение природы, воздействие электрополей вдоль электролиний, влияние на живую природу радиоволн, вибраций и искусственных источников света, и ряд других видов деятельности общества. Ресурсы природы по их общим особенностям могут быть разделены на группы, как показано на рис. 39.

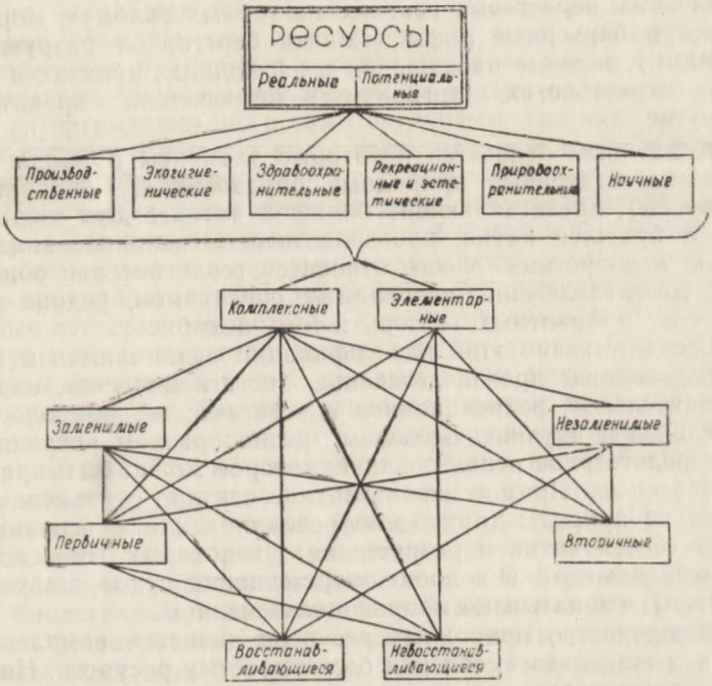

Рис. 39. Основные группы ресурсов

В группу производственных ресурсов включаются сырье, энергия и общие условия деятельности производств (пространство, климат, вода, почво-грунты). К экогигиениче-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ским относятся условия жизни и развития людей как биологического вида. Их параметры изучаются гигиенистами.

Здравоохранительными называются элементы природы (природные комплексы, отдельные образования и т. д.), с помощью которых осуществляется лечение людей. Таковы курортные местности, целебные воды и грязи, участки лесов с особо полезными фитоценозами.

Рекреационными и эстетическими считаются ресурсы, которые используются для здорового отдыха людей. Обычно рекреационные участки имеют большую площадь и отличаются красотой ландшафта и отдельных его элементов. Иногда в рекреационных целях используются памятники природы, территории заказников и заповедников.

Природоохранительными ресурсами можно назвать элементы природы, которые обеспечивают качественные и количественные особенности ряда важных природных ресурсов, предотвращают некоторые стихийные бедствия: водоохранные, почвозащитные и селезащитные леса, растительность по берегам нерестовых рек, лес на горных склонах, морские пляжи и барьерные рифы (защита берегов от разрушения волнами), зеленые насаждения в населенных пунктах и леса в их окрестностях, организмы — истребители вредителей и другие.

К научным относятся некоторые элементы природы (организмы, отдельные природные образования, уникальные процессы), представляющие большой интерес для современной и будущей науки, производственное использование которых недопустимо. К ним относятся геологические обнажения, места залегания ископаемых организмов, редкие виды растений и животных, гейзеры и тому подобное.

Соответственно этой классификации различаются и виды использования: производственное, экогигиеническое, здравоохранительное, рекреационное и эстетическое, природоохранительное и научное. Большим разнообразием отличается производственное использование, которое может быть прямым и косвенным. Прямое использование связано с изъятием ресурса из природы (природопотребление) или с использованием (без изъятия и разрушения) некоторых его свойств (разведение рыб в водоеме, перемещение судов, получение энергии), что называют природопользованием.

Большинство природных ресурсов является комплексными, включающими в себя ряд более простых ресурсов. Например, почти любая руда содержит десятки химических элементов, каменный уголь включает множество химических веществ и элементов. Любой биологический ресурс состоит из тысяч сложных органических веществ. Комплексные ресурсы должны использоваться комплексно, что не всегда имеет мес-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

то в практике. Так, каменный уголь в основном используется одним путем — сжиганием для получения энергии.

Среди ресурсов некоторую часть мы должны назвать незаменимыми в данный момент и даже в отдаленном будущем. К этой группе относятся: вода, атмосфера и биологические ресурсы. Правда, человечество научилось химическим путем получать воду и составные части воздуха, искусственным путем производить ряд биологически активных веществ (витамины, гормоны), но оно не в состоянии делать это в больших масштабах, характерных для природы. Многие же ресурсы уже сейчас являются заменимыми другими, имеющимися в изобилии, или же искусственными материалами. Например, становящиеся редкими цветные металлы заменяются пластмассами и другими синтетическими материалами, натуральные рубины и алмазы — искусственными. В некоторой степени удается заменять синтетическими материалами естественные меха, кожи и волокна; производятся и некоторые питательные и лекарственные вещества. Но частичная замена отдельных биологических ресурсов еще не дает оснований объявить их заменимыми. В этом убеждает нас повседневная практика и прогноз развития науки и техники. Кроме того, человечеству нужны не только отдельные вещества из организмов, но и сами организмы, так как они в природе играют огромную роль, взять которую на себя человечество не в состоянии.

Первичными называются ресурсы, непосредственно взятые из природы или находящиеся в ней (косвенное использование), вторичными ресурсами называются отходы современного производства, представляющие видоизмененные и обедненные естественные ресурсы, а также отслужившие свой срок оборудование, печатная продукция, предметы быта, транспортные средства и т. д. С каждым годом вторичные ресурсы приобретают все большее значение, причем в их категорию сейчас уже можно зачислить даже городской мусор, ранее выбрасывавшийся на свалки, а сейчас перерабатываемый на удобрения, строительные материалы, топливо, из него извлекаются металлы, стекло, бумага и т. д.

Наконец, среди ресурсов следует различать восстанавливающиеся и невосстанавливающиеся. К первым относятся все биологические ресурсы, способные к самовоспроизведению и регенерации, региональные запасы поверхностных и подземных вод, торфяники, почвы, некоторые химические элементы в атмосфере и воде (за счет геохимических и биохимических процессов) и некоторые другие. К восстановлению своих качеств способна атмосфера и вода. Однако способность к самовосстановлению этих ресурсов имеет предел и при интенсивном их использовании они могут быть исчерпаны, иногда в очень короткое время, измеряемое даже

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

несколькими годами (рыбные запасы, например). Вот почему совершенно необходимы сейчас меры по искусственному восстановлению способных к этому ресурсов. Невосстановимые ресурсы необходимо использовать строго экономно и только там, где без них обойтись невозможно.

Таблица 6

Природные ресурсы Земли

Типы и подтипы	Классы	Виды
I. Неорганические		
А. Космические	Солнечная радиация	Свет, тепловое излучение, ультрафиолетовые лучи
	Лунное притяжение	Приливно-отливное движение воды в океанах и морях
	Метеоритное вещество	Метеориты, метеоритная пыль
Б. Земные	Атмосферное электричество	Заряды в облаках, молнии
	Магнитные силы	Магнитное поле Земли, местные магнитные поля
	Давление	Атмосферное, водное, горное
	Воздух	Воздушные потоки, химические элементы и соединения
	Вода	Водные потоки, химические элементы и соединения, поверхностная вода, подземная вода, вода ледников, вода в атмосфере, почвах и горных породах
	Горные породы	Магматические, осадочные, метаморфические
	Подземные газы	Вулканические, болотные, почвенные, нефтяные
	Тепло	Атмосферное, гидросферное, литосферное
	Климат	Микро-, мезо- и макроклимат
	Пространство	Воздушное, наземное, подземное, подводное, космическое
II. Биологические		
А. Космические (предполагаемые)	—	—
Б. Земные	Виды организмов	Различные вещества и биологические особенности
	Биоценозы	Наземные, почвенные, подземные, водные

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Продолжение табл. 6

Тип и подтипы	Классы	Виды
III. Смешанные		
	Почвы	Наземные, подводные
	Ландшафты	Различные типы
IV. Вторичные (производимые обществом)		
	Тепло	В стоках, вентиляционных выбросах, в виде теплоизлучения
	Химические элементы и соединения	Твердые, жидкие, газообразные, растворенные
	Подземное пространство	Заброшенные шахты
	Синтетические вещества и искусственные химические элементы	Твердые, жидкие, газообразные
	Радиоактивные вещества, образующиеся при ядерных реакциях	—
	Выведенные формы организмов	Различные вещества и биологические особенности
	Искусственные биоценозы	Наземные, водные
	«Искусственные почвы»	Различные заменители почв
	Преобразованные ландшафты	

Ресурсы по их природе группируются, как показано в табл. 6. Среди них космические ресурсы прямо используются в ничтожной степени, но в будущем некоторые из них приобретут существенное значение (солнечное излучение, приливно-отливная энергия). В очень слабой степени используются прямым путем и многие земные ресурсы, в том числе и вторичные. Косвенным же путем (через используемые ресурсы) используются все ресурсы природы, но в весьма различной степени. Очень многие ресурсы находятся в теснейшей зависимости от всего природного комплекса и для их сохранения необходима постоянная забота о соответствующем состоянии всей биосферы и образующих ее биогеоценозов (экосистем). В этом отношении особенно выделяются биологические, водные, почвенные и климатические ресурсы, а также атмосфера (воздух).

Многие природные ресурсы отличаются значительной миграционной способностью, как это особенно характерно для воздуха, воды, многих видов животных. За короткое время

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

они могут перемещаться за сотни и тысячи километров, пересекая границы ряда государств и международные пространства. Использование таких ресурсов может строиться на основе учета интересов многих государств и в соответствии с уже имеющимися международными соглашениями.

Очень многие ресурсы весьма динамичны во времени и пространстве. Известно, как резко колеблется в течение года и ряда лет численность промысловых животных, объем стока рек, климат, урожайность грибов, ягод, кедровых шишек. Относительной стабильностью отличаются полезные ископаемые, некоторые ландшафты, космические ресурсы. В последние десятилетия динамика количественных и качественных особенностей ресурсов во все большей степени зависит от деятельности общества.

Ресурсы каждого государства и в некоторых случаях всей Земли берутся на строгий учет, что обусловлено потребностью регулирования их использования и планирования развития отраслей хозяйства. Составляются и балансы ресурсов, особенно в интересах рационального использования вод. Начаты исследования и практические работы по управлению ресурсами, что особенно важно в отношении водных и биологических ресурсов. В СССР такие работы получили развитие в рыбном, охотничьем, лесном и водном хозяйствах. Ведутся они и в других социалистических странах. Предпринимаются попытки управления ресурсами и в капиталистических странах, но они наталкиваются на большие трудности в связи с наличием частной собственности на землю и средства производства.

Природные ресурсы Земли имеют различный юридический статус. Одни из них находятся в исключительной собственности государства (земля, вода, недра и некоторые другие), а некоторые являются международными (ресурсы Мирового океана за пределами территориальных вод; реки, протекающие через территории нескольких государств, мигрирующие через ряд стран организмы; ресурсы Антарктиды). Использование и охрана последних ресурсов строится на основе международных соглашений.

Как отмечалось, производственное использование отличается большим разнообразием, что следует специально учитывать при природоохранительных исследованиях и оценках. Очень часто из комплексного по своей природе ресурса извлекается лишь один его составной компонент. Идеальным будет извлечение из ресурса всех полезных для человека компонентов, использование всех его свойств. Например, в лесной промышленности это будет означать: перед вырубкой (за 2—3 года) собрать от хвойных деревьев живицу, а у берез — сок; собрать лекарственные и технические травы, ягоды и грибы; вывезти всю срубленную древесину; все

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

пни, порубочные остатки, хвою и листья направить на переработку (для корма скоту, для получения ряда веществ и производства поделок), всю кору со срубленных деревьев снять и пустить в переработку; утилизировать все отходы на перевалочных базах, на лесообрабатывающих предприятиях.

Каждый природный ресурс может быть использован (и часто используется) многими отраслями хозяйства и производствами. Обычно каждая отрасль (или производство) использует его в своих интересах, не заботясь об удовлетворении потребностей в этом же ресурсе других отраслей. В результате хозяйству района и каждой его отрасли наносится ущерб. Так, гидроэнергетики используют сток рек в интересах эффективной работы гидротурбин, регулируя по своему усмотрению объем сброса вод за плотину. В связи с этим часто уменьшается заливаемость нерестовых и нагульных площадей, чем наносится ущерб рыбному хозяйству, а иногда и водному транспорту.

Лесная промышленность (природопотребитель) вырубает часто леса, представляющие ценнейшие охотничьи угодья, богатые ягодники и места произрастания лекарственных трав, чем наносит ущерб охотничьему хозяйству (природопользователь) и заготовкам дикоросов.

Таким образом, в понятие «рациональное природопользование» с необходимостью включается согласование интересов различных отраслей хозяйства, а также здравоохранения, науки и культуры.

Рациональным может быть лишь такое природопользование, при котором строго соблюдаются следующие условия:

— правильно определен основной вид использования природного ресурса (производственное, экогигиеническое, здравоохранительное, рекреационное, природохранительное, научное);

— своевременное изменение форм использования ресурса в связи с его динамикой и изменением потребностей общества;

— использование с учетом будущих потребностей общества;

— использование каждого ресурса с учетом его разнообразного значения в природе и обществе;

— использование ресурса с минимальными затратами труда с одновременным вложением средств и труда на его воспроизводство и охрану;

— восстановление нарушений в природе, вызванных использованием ресурсов;

— полное использование (без потерь при извлечении, транспортировке и переработке) изъятых из природы ресурсов;

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

— использование у самовосстанавливающихся ресурсов лишь ежегодного их приращения;

— использование невозобновимых ресурсов для удовлетворения самых неотложных потребностей и с максимальной их экономией;

— все вышедшее из употребления собирается и подвергается вторичной переработке с целью использования;

— редкие, малочисленные и быстро исчезающие ресурсы заменяются обильными или искусственно созданными.

Только при соблюдении всех этих условий можно назвать природопользование рациональным. Если оно осуществляется в социалистической стране в интересах всего народа, то его называют социалистическим природопользованием. Примером последнего может служить использование природы организованным на строго научной основе социалистическом сельскохозяйственным предприятием, каких немало в СССР и других социалистических странах. В докладе XXV съезду КПСС Генеральный секретарь ЦК КПСС Л. И. Брежнев особо подчеркнул возможности сельского хозяйства превращать используемые им территории в цветущий край на основе рационального природопользования, охраны и улучшения всего природного комплекса.

Основным условием рационального природопользования, как отмечено выше, является правильное определение вида использования. Но далеко не всегда это условие выполняется вследствие ряда обстоятельств объективного и субъективного характера. Например, в связи с острой потребностью в бутовом камне природопользователь организует его добычу из скальных обнажений, представляющих сохранившийся берег третичного моря, как это имело место на р. Чусовой. Это скальное обнажение могло многие столетия использоваться в научных целях и для удовлетворения эстетических потребностей общества. Совершенно неправильным и вредным для общества следует считать использование знаменитых Великих озер на территории США для сброса промышленных стоков, хотя рациональным было бы использование их для водоснабжения, получения биологической продукции и в рекреационных целях. В настоящее время такое использование Великих озер почти прекратилось.

Правильное определение вида использования и организация рационального природопользования конкретного природного ресурса и всего природного комплекса (экосистемы) очень важно и наиболее легко осуществимо при освоении новых регионов, при создании крупных промышленных комплексов в малоосвоенных районах. В условиях СССР это относится к создаваемым гигантским природно-эономическим комплексам в европейской и азиатской частях страны. При планировании их развития предусматривается осуще-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ствление всех условий рационального природопользования, охраны окружающей среды и природы вообще. Ошибки в определении видов использования природных ресурсов недопустимы, так как их последствия могут нанести большой ущерб обществу, лишив его ряда важных ресурсов или ухудшив их состояние.

В определении видов использования (производственное, экогигиеническое, здравоохранительное, рекреационное, природоохранительное, научное) естественно возникает вопрос о их приоритете. При решении этого сложного вопроса нельзя полагаться только на мнение экономистов и практиков, а необходимо привлечь для этого разнообразных специалистов, в первую очередь созологов и природоохранителей. Исходить следует из положения, что все виды природопользования в равной мере важны для общества. Определение приоритета вида использования можно сделать на основе оценки значения и объема ресурса в данном районе и для всей страны, так как при современных средствах коммуникаций ресурс в любой точке государства может быть использован населением всей страны, а также и будущими поколениями людей.

Сейчас уже в законодательном порядке определено много объектов, не подлежащих производственному использованию (территории заповедников, памятники природы; водоохранные, почво- и селезащитные леса; леса первой группы, редкие исчезающие виды организмов), но они еще не все учтены. Поэтому в каждом конкретном случае необходимо выявлять объекты непроизводственного использования и брать их под защиту закона.

При непрерывном развитии общества и нарастании численности людей, что связано с уменьшением площади неосваиваемых территорий и акваторий, возникает необходимость изменения видов использования природных ресурсов в интересах более полного удовлетворения расширяющихся старых и вновь возникающих потребностей людей. Например, каменный уголь, нефть и газ сейчас во все большей степени используются не только как топливо, но и как химическое сырье, что позволяет с лучшим эффектом применять эти ценнейшие ресурсы. В интересах удовлетворения быстро растущих потребностей в рекреационных территориях в ряде капиталистических государств ведется сложная работа по приобретению у частных собственников использовавшихся для производственных целей участков для пополнения рекреационных фондов.

Сейчас в СССР начата большая работа по исключению из лесопромышленности значительной массы кедровых лесов для того, чтобы использовать их прижизненно для получения биологической продукции, в водоохранных и рекреационных целях.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Для организации рационального использования природы (экосистемы) какого-либо региона необходимо осуществление комплекса исследований, основными из которых являются:

— инвентаризация ресурсов с выявлением их состояния и направления динамики под воздействием естественных и антропогенных факторов;

— выявление значения каждого ресурса в экосистеме, существующего, возможного и будущего значения для общества;

— определение предполагаемого развития хозяйства и изменения потребностей общества в ближайшее и отдаленное время;

— выявление ресурсов, имеющих общегосударственное и общечеловеческое значение, а также требующих особой охраны в связи с их редкостью или возможностью полного исчерпания;

— установление характера и степени зависимости ресурсов данного региона от таковых соседних, и наоборот;

— определение наиболее целесообразных форм и объемов использования ресурсов, учитывая их комплексный характер и разнообразное значение в природе и для общества;

— выявление характера и масштабов воздействия на экосистему предполагаемых (или существующих) отраслей хозяйства;

— составление математической модели экосистемы с проигрыванием на ней различных вариантов комплексного, рационального использования ресурсов с целью выявления оптимального варианта.

Конечно, далеко не всегда будет возможно провести исследования по намеченной схеме и дать вполне обоснованный проект организации рационального природопользования в экосистеме конкретного региона. Во многих случаях исследователям придется пользоваться ограниченным количеством данных, применяя методику аналогов. Но стремиться к полному научному обоснованию рационального природопользования во всех случаях необходимо.

Глава 18

ПРОБЛЕМЫ ОХРАНЫ ПРИРОДЫ

В практике охраны природы уже давно сформировались десятки проблем, в той или иной степени разрешаемые с помощью науки. Особенно энергично сейчас разрабатываются и разрешаются проблемы рационального использования, ох-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

раны и улучшения окружающей человека природной среды, водных ресурсов, лесов, промысловых животных, полезных ископаемых, почв. По этим проблемам накоплена обширная литература и имеется много практических достижений. Наряду с этим сравнительно недавно возник ряд проблем, требующих срочного решения, а в связи с этим и всесторонней научной разработки.

Одной из первостепенных является охрана генофонда планеты и наследственности конкретных организмов, в том числе и человека. Возникла она в связи с развитием генетики, но обострилась с момента взрыва первой атомной бомбы. Исследования показали, что повышение радиоактивного фона планеты и загрязнение среды химическими мутагенными веществами (десятки наименований) уже обусловливает появление большого количества наследственно уродливых организмов, а в будущем их может быть больше. Кроме того, полностью истребив десятки видов организмов, человечество потеряло соответствующее количество сложившихся в ходе эволюции генофондов, которые могли быть использованы обществом.

Для охраны генофонда планеты в большинстве государств создаются заповедники флоры и фауны, ведется изучение мутагенности сбрасываемых в окружающую среду производственных отходов, в ряде случаев устанавливаются ПДК для особо сильных мутагенов. Но на пути решения проблемы еще много трудностей. Например, невозможно выявить мутагенные свойства всех производимых промышленностью веществ, а критериев предварительной оценки мутагенности еще не разработано. Неясно, каким образом можно очистить окружающую природную среду от уже имеющихся мутагенов. Немало трудностей и в создании службы «генетического мониторинга» (слежение за мутагенами в среде и наследственностью организмов), без которой предотвращение генетических катастроф невозможно. Советские ученые Н. П. Дубинин и Ю. В. Пашин (1977) писали: «Охрана генетической информации и борьба за создание полноценных условий для ее проявления при индивидуальном развитии человека — обязательное условие дальнейшего социального прогресса человечества». В такой же степени важно охранять генофонд организмов дикой природы.

На повестку дня становится сейчас проблема охраны основных характеристик нашей планеты, изменяемых все усиливающимся воздействием общества. Сейчас уже вычислено возможное замедление вращения Земли вследствие крупномасштабной переброски стока рек и использования приливно-отливной энергии, установлено много случаев спровоцированных человеком землетрясений, существенным образом изменен круговорот веществ и энергии на планете, иным становит-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ся химический состав и физические свойства атмосферы и воды; возможно разрушение озонового экрана, защищающего организмы Земли от губительных космических излучений. Все это говорит о необходимости выявления и оценки основных характеристик планеты с тем, чтобы не допустить их существенного отклонения от нормы.

В связи со все более интенсивным развитием космонавтики и освоения космического пространства в научных и практических целях обнаружилось, что природа космоса также ранима, как и природа Земли. Так, с 1972 г. уже в международном плане обсуждался вопрос об охране околоземного космического пространства от разнообразных загрязнений (разрушившиеся ракетоносители, остатки сгоревших спутников, заброшенные американцами миллионы медных иголок, остатки ракетного горючего и т. д.). На ряде планет солнечной системы (Луна, Марс, Венера) уже находятся автоматические станции или их остатки, вокруг некоторых из них вращаются искусственные спутники. Как все это изменит природу космоса и какие за этим последуют изменения в земной природе, пока неизвестно. Однако уже сейчас загрязнения околоземного космического пространства создало затруднения в его использовании для научно-практических целей. Далекий космос, благодаря научно-техническому прогрессу стал для человечества близким. Сейчас уже нельзя оставить без энергичной разработки проблему его рационального использования и охраны от загрязнения, изменения и даже от случайного заселения планет вредоносными земными организмами. Организация Объединенных Наций и ряд других международных организаций уже обсуждают эту проблему. ООН приняла резолюцию о запрещении любому государству присваивать небесные тела и размещать на них военные объекты.

Близко соприкасается с этой проблемой проблема защиты природы Земли от вредных воздействий из космоса (мощная космическая радиация, метеориты и кометы, зародыши жизни и др.). Действительно, такая угроза существует. Вот почему, например, все возвращаемые из космоса люди и аппараты выдерживаются в карантине для предотвращения заноса на землю инопланетных организмов. Аналогичное значение будет иметь запрещение применения такого нового вида оружия массового уничтожения, разрабатываемого в США, как разрушение озонового экрана, с целью пропустить до поверхности Земли губительные для всего живого космические лучи с высокой энергией. Возможно, потребуются специальные меры против падения на Землю гигантских метеоритов типа Тунгусского и соприкосновения с кометами. Сейчас эта проблема кажется несколько фантастической, но человечество уже неоднократно убеждалось, что фан-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

тастическое сегодня через десяток лет становится обычным, повседневным.

Более энергичной разработки заслуживает не так давно возникшая проблема охраны климата Земли и отдельных ее регионов. Сейчас имеется уже несколько прогнозов возможного глобального изменения климата. Так, неуклонное увеличение содержания углекислоты в атмосфере за счет «парникового эффекта» (препятствие теплоотдаче Земли в космос) приведет к повышению температуры атмосферы и вызовет таяние вечных льдов, повышение уровня Мирового океана; продолжающееся развитие энергетики увеличивает такую

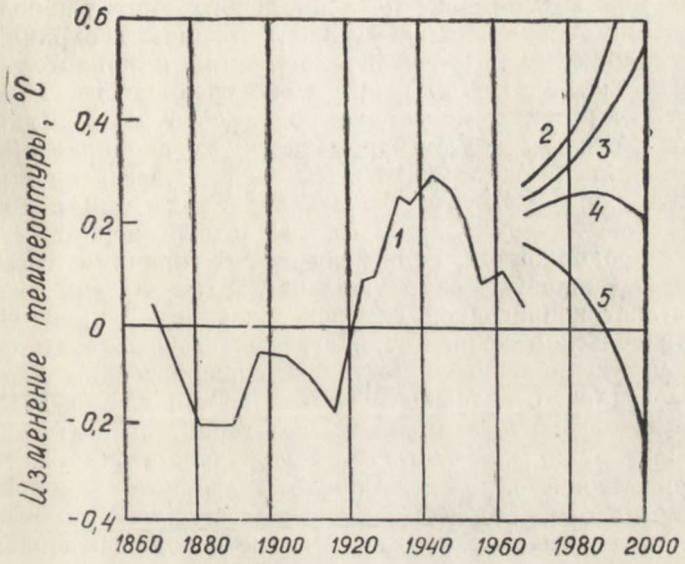

Рис. 40. Прогноз изменений температуры в Северном полушарии (Сингер, 1972): *1* — наблюдаемые изменения; *2* — с учетом влияния CO_2; *3* — при удвоении запыления атмосферы каждые 10 лет; *4* — при удвоении запыления каждые 20 лет; *5* — наиболее вероятное изменение температуры

возможность, так как в конечном итоге вся энергия превращается в тепло; все усиливающееся запыление атмосферы уменьшает количество достигающей поверхности Земли солнечной энергии, что может привести к похолоданию климата и возникновению ледникового периода. Недостаток этих прогнозов в том, что они разрабатывались обособленно и действительно возможное изменение глобального климата остается не выясненным. Но эти прогнозы показывают гигантские возможности общества в изменении глобального климата (рис. 40).

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Существенные климатические изменения регионального характера происходят при перемещении больших масс воды, строительстве гигантских водохранилищ, сведении значительных площадей лесов и во многих других случаях. В последние годы в США стали разрабатываться способы применения в военных целях контролируемых изменений климата и погоды (управление тропическими ураганами, резкое понижение температуры на больших площадях, лишение осадков).

Климат как один из важнейших ресурсов сельского хозяйства и условие развития общества нуждается в энергичной региональной и международной охране. К сожалению, до сих пор нет ни одного специального международного соглашения по рациональному использованию и охране климата, мало занимаются этой проблемой и правительства.

Несколько лет назад возникла обостряющаяся с каждым днем и годом проблема охраны водоемов от нагревания горячими сточными водами промышленных предприятий. По прогнозам специалистов США, к 2000 году все реки страны станут горячими. За счет нагревания воды на ряде рек СССР существенно удлинился безледный период и этот процесс продолжается. Если реки станут горячими, то в них прекратится процесс самоочищения воды, а сама горячая вода станет непригодной для использования в промышленности и сельском хозяйстве. Нагретые сточные воды после предварительной очистки могут быть использованы для подогрева теплиц, отепляющего полива полей, для разведения рыб. Решение данной проблемы не терпит отлагательства. В СССР она уже включена в научную разработку.

Неожиданной оказалась проблема вредного влияния на природу широко применяемых азотных и других удобрений. Сейчас уже установлено, что смытые с полей и попавшие в водоемы удобрения создали весьма благоприятные условия для развития водорослей (эвтрофизация), что создало затруднения для водоснабжения, привело к возникновению (даже летом) ночных заморов рыб. Азот с удобрениями попадает в организм человека, где после ряда реакций связывается с гемоглобином, резко снижая его способность переносить кислород; в результате этого, особенно у детей, обнаруживается кислородное голодание, внешне выражающееся в синюшности кожи. Производимые во всем мире в громадных количествах азотные удобрения вызвали нарушение круговорота этого химического элемента на планете и его накопление в виде соединений в биосфере, все последствия чего еще не ясны. Исследования по этой проблеме ведутся в СССР и ряде других стран. Но решение ее затрудняется в связи с тем, что интересы человечества требуют дальнейшего расширения производства и применения удобре-

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ний для повышения урожайности. Очевидно, что нельзя будет просто запретить их применение, а потребуется разработка системы мероприятий различного характера.

Волнует ученых и такая проблема, как ликвидация стремительно увеличивающегося мусора. По имеющимся данным (Безлюдов и Вакулин, 1977), в год на одного человека образуется твердых отходов в Западной Европе 0,2 т, а в США — 1 т (к 2000 г.— до 2 т). Кроме пригодных для вторичного использования материалов (бумага, металлы, стекло и др.) в мусоре много органических и вредных для живой природы веществ (синтетические материалы и др.). Свалки обезображивают ландшафты, занимают плодородные почвы. Вот почему в развитых странах сейчас имеются и строятся мусороперерабатывающие заводы (в СССР они есть в Москве, Ленинграде, Киеве, Минске и др. городах), которые из мусора готовят строительные материалы, удобрения, топливо, а также из него извлекают черные и цветные металлы, стекло, пластмассы и другие ценные вторичные ресурсы, поступающие на переработку и использование. Часть мусора сжигается с минимальным загрязнением атмосферы. Это уже испытанный путь решения проблемы. Второй путь — уменьшение объема мусора за счет увеличения возвратной тары, изготовление тары из таких веществ, которые бы легко разлагались микроорганизмами, и другие меры, связанные с технологией расфасовки и укупорки товаров и приготовления тары, с организацией сбора бытовых и производственных твердых отходов. Над решением этой проблемы сейчас работают инженеры в содружестве с экологами и природоохранителями.

Каждое десятилетие развития общества приводит к возникновению новых природоохранительных проблем, к разрешению которых наука должна быть готова. Поэтому очень важно предвидеть такие проблемы и заранее организовывать их научную разработку.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Вопросы экологии, биогеоценологии и охраны природы представляют единый научный комплекс: экологический анализ закономерностей развития живой природы с целью ее сохранения в интересах человечества.

В рассматриваемых областях лавинообразно растет различный эмпирический материал, обобщение которого явно отстает. Авторы попытались не перегружать книгу фактическими данными, которыми насыщена литература. Ниже в списке указываются наиболее важные сводки, руководства и цитируемые авторами статьи, в которых излагается большой конкретный материал по различным вопросам экологии микроорганизмов, растений, животных и человека, а также по разным аспектам охраны природы.

В данной книге сделана попытка изложить основные обобщения по вопросам экологии, биогеоценологии и охраны природы. Авторам представляется, что основы экологии можно изложить в виде четырех учений: о средах жизни, о факторах среды, о популяции и внутривидовых отношениях, о биоценозе и межвидовых отношениях. Соответственно основы биогеоценологии излагаются в виде четырех учений: о биогеоценозе, об экосистеме биогеоценоза и биологической продуктивности, о типах биогеоценозов и биогидроценозов, о системах биогеоценозов. Основы охраны природы излагаются также в виде четырех учений: учение о биосфере, учение о взаимодействии общества и природы, учение о сохранении окружающей природной среды и учение о рациональном использовании природных ресурсов.

Надо подчеркнуть не только региональный, но государственный и международный аспект охраны природы. Если рациональное использование природных ресурсов в большинстве случаев подчинено государственному суверенитету, то охрана окружающей человека природной среды выходит за рамки государственных границ и приобретает глобальный характер.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

В порядок дня становится задача экологизации производства и выработки экологического мышления. Тем самым может быть снижена или предотвращена опасность экологического кризиса, хотя полное подлинно научное решение проблемы взаимодействия общества и природы может быть достигнуто на базе социалистической организации общества.

В главах книги, освещающих проблемы экологии, биогеоценологии и охраны природы, авторы сделали попытку обрисовать круг важнейших научно-практических вопросов в этих областях.

В перспективе при решении проблемы мира и безопасности народов экология и охрана природы станут важнейшими проблемами человечества. Поэтому необходима разносторонняя и углубленная разработка соответствующих вопросов, накопление фактических данных, их научное обобщение, выявление закономерностей и формулирование законов.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ЛИТЕРАТУРА

Аболин Р. И. Опыт эпигенологической классификации болот. — «Болотоведение», 1914, № 3.

Адаптация человека. Под ред. З. И. Барбашовой и И. И. Лихницкой. Л., «Наука», 1972.

Адиханов Ф. Х. Правовая охрана природы в СССР. Томск, Изд-во ун-та, 1974.

Актуальные проблемы изменения природной среды за рубежом. Под ред. А. М. Рябчикова. М., Изд-во Моск. ун-та, 1976.

Александрова В. Д. Представление проекта унификации терминов в учении о биосфере и биогеоценозе. — В сб.: Очередные задачи биогеоценологии. М., «Наука», 1971.

Алексеев В. В. Человек и биосфера. М., Изд-во Моск. ун-та, 1973.

Алехин В. В. География растений. М., Учпедгиз, 1950.

Ананичев К. В. Проблемы окружающей среды, энергии и природных ресурсов. Международный аспект. М., «Прогресс», 1975.

Арманд Д. Л. Нам и внукам. М., «Мысль», 1966.

Ацци Д. Сельскохозяйственная экология. М.—Л., Сельхозгиз, 1932.

Банин А. П. Эффективность мероприятий по охране природных ресурсов. М., Стройиздат, 1977.

Банников А. Г., Рустамов А. К. Охрана природы. М., «Колос», 1977.

Бекетов А. Н. География растений. СПб, 1896.

Беклемишев В. Н. Экология малярийного комара. М., Медгиз, 1944.

Беклемишев В. Н. О классификации биоценологических (симфизиологических) связей. — «Бюл. МОИП. Отд. биол.», 1951, т. 66, вып. 5.

Беклемишев К. В. Биотопы морских биоценозов. — «Проблемы биогеоценологии». М., «Наука», 1973.

Берг Л. С. Географические зоны Советского Союза. Т. 1. М., 1947.

Берг Л. С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. Ч. 1. М.-Л., Изд-во АН СССР, 1948.

Биола Г. Марксизм и окружающая среда. М., «Прогресс», 1975.

Биосфера. М., «Наука», 1972.

Биосфера и ее ресурсы. Под ред. В. А. Ковды. М., «Наука», 1971.

Благосклонов К. Н., Иноземцев А. А., Тихомиров В. Н. Охрана природы. М., «Высшая школа», 1967.

Ботолов Н. А., Митрюшкин К. П., Шапошников Л. К. Охрана и использование биологических ресурсов в СССР. М., «Знание», 1970.

Будыко М. И. Влияние человека на климат. М., 1972.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Будыко М. И. Глобальная экология. М., «Мысль», 1977.
Бяллович Ю. П. О кинетике биогеоценоза. — Журн. общ. биологии. 1969, № 30.
Бяллович Ю. П. Система биогеоценозов. — В сб.: Проблемы биогеоценологии. М., «Наука», 1973.
Вальтер Г. Растительность земного шара. Т. 1. М., «Прогресс», 1968.
Варминг Е. Ойкологическая география растений. М., 1901.
Васильев В. С., Писарев В. Д., Хозин Г. С. Экология и международные отношения. — В сб.: Проблемы окружающей среды в мировой политике и экономике. М., «Международные отношения, 1978.
Вашанов В. А., Лойко П. Ф. Земля и люди. Использование земельных ресурсов в условиях научно-технической революции. М., «Международные отношения», 1975.
Вернадский В. И. Биосфера. М., «Мысль», 1967.
Вернадский В. И. Размышления натуралиста. М., «Наука», 1975.
Вилли К., Детье В. Биология. М., «Мир», 1975.
Вильямс В. Р. Почвоведение. М., ОГИЗ, 1940.
Владиславский В. Человек среди природы. Минск, «Вышэйшая школа». 1975.
Воейков А. И. Воздействие человека на природу. М., Изд-во АН СССР, 1963.
Вольтерра В. Математическая теория борьбы за существование. М., «Наука», 1976.
Вопросы охраны ботанических объектов. Под ред. А. М. Семеновой-Тян-Шанской. Л., «Наука», 1971.
Вопросы природопользования. Под ред. Н. И. Калабухова и Ю. Н. Куражсковского. Ленинград—Астрахань, Изд. Географ. общ. СССР, 1968.
Воронов А. Г. Биогеография. М., Изд-во Моск. ун-та, 1963.
Воронцов А. И., Харитонова Н. З. Охрана природы. М., «Высшая школа», 1971.
Всесторонний анализ окружающей природной среды. Л., Гидрометеоиздат, 1976.
Галл Я. М. Борьба за существование как фактор эволюции. Л., «Наука», 1976.
Геккер Р. Ф. Введение в палеоэкологию. М., 1957.
Географические аспекты экологии человека. Под ред. А. Д. Лебедева. М., Изд-во Ин-та географ. АН СССР, 1975.
Гербильский Н. Л. Внутривидовые биологические группы осетровых и значение их познания для развития осетроводства в связи с гидростроительством. — «Труды Всесоюзн. конф. по вопросам рыбн. хоз-ва». М., Изд-во АН СССР, 1953.
Гиляров М. С. Особенности почвы как среды обитания и ее значение в эволюции насекомых. М.-Л., Изд-во АН СССР, 1949.
Гладков Н. А. Охрана природы. М., Изд-во Моск. ун-та, 1969.
Гладков Н. А. Охрана природы в первые годы Советской власти. М., Изд-во Моск. ун-та, 1972.
Гладков Н. А., Иноземцев А. А., Огуреева Г. Н. Охрана природы в СССР. Л., Изд-во Ленингр. ун-та, 1972.
Гладков Н. А., Михеев А. В., Галушин В. М. Охрана природы. М., «Просвещение», 1975.
Глазовская М. А. Почвы мира. М., Изд-во Моск. ун-та, 1973.
Гумбольдт А. География растений. М.-Л., 1936.
Гусилашвили В. З. Внутривидовые взаимоотношения и регулирование численности особей в растительных сообществах. — В сб.: Современные вопросы лесоведения и лесной биоценологии. М., «Наука», 1974.
Дажо Р. Основы экологии. М., «Прогресс», 1975.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Дарвин Ч. Происхождение видов путем естественного отбора. Соч. Т. 3. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1939.

Дарвин Ч. Избранные письма. М., Изд-во иностр. лит-ры, 1950.

Динамическая теория биологических популяций. Под ред. Р. А. Полуэктова. М., «Наука», 1974.

Догель В. А. Количественный анализ фауны лугов в Петергофе. — Русский зоол. журнал, 1924, т. 4, вып. 1.

Догель В. А. Курс общей паразитологии. М., 1947.

Докучаев В. В. Место и роль современного почвоведения. — «Ежегодник по геол. и минерал. России», 1898, вып. 10.

Докучаев В. В. К учению о зонах природы. — Избр. соч. М., 1954.

Дорст Ж. До того как умрет природа. М., «Прогресс», 1968.

Дрё Ф. Экология. М., Атомиздат, 1976.

Дылис Н. В. Структура лесного биогеоценоза. — «Комаровские чтения», вып. 21. М., «Наука», 1969.

Дылис Н. В. Основы биогеоценологии. М., Изд-во ун-та, 1978.

Дювиньо П., Танг М. Биосфера и место в ней человека. М., «Прогресс», 1973.

Жадин В. И. Фауна рек и водохранилищ. — «Труды зоол. ин-та АН СССР, 1940, т. 5, вып. 3, 4.

Зарубаев Н. В. Комплексное использование и охрана водных ресурсов. Л., Стройиздат, 1976.

Зенкевич Л. А. Фауна и биологическая продуктивность моря. М., «Советская наука», 1947, т. 2; 1951, т. 2.

Зернов С. А. К вопросу об изучении жизни Черного моря. СПб, 1913.

Зернов С. А. Общая гидробиология. М.-Л., Изд-во АН СССР, 1949.

Злотин Р. И., Ходашёва К. С. Влияние животных на автотрофный цикл биологического круговорота. — В сб.: Проблемы биогеоценологии». М., «Наука», 1973.

Ильенко А. И., Криволуцкий Д. А. Радиоэкология. М., «Знание», 1971.

Иоганзен Б. Г. Плодовитость рыб и определяющие ее факторы. — «Вопросы ихтиологии», 1955, вып. 3.

Иоганзен Б. Г. Основы экологии. Томск, Изд-во Томск. ун-та, 1959.

Иоганзен Б. Г. Эволюционирует ли человек? — «Философские науки», 1959, № 1.

Иоганзен Б. Г. Единство биоценоза и его биотопа. — Журн. общ. биол., 1965, т. 26, № 1.

Иоганзен Б. Г. К методологии заповедного дела. — «Труды гос. заповедн. «Столбы». Красноярск, 1975, вып. 10.

Иоганзен Б. Г., Иголкин Н. И. Охрана природы. Томск, Изд-во Томск. ун-та, 1976.

Иоганзен Б. Г., Логачев Е. Д. Антропоценология — наука об охране природы. — «Земля сибирская, дальневосточная», 1975, № 8, Омск.

Иоганзен Б. Г., Логачев Е. Д. Некоторые проблемы экологии человека. — «Биол. науки», 1976, № 5.

Иоганзен Б. Г., Логачев Е. Д. Биологические аспекты приспособления и акклиматизации. — В сб.: Проблемы эксперим. морфофизиол. и генетики. Кемерово, 1977, вып. 2.

Использование и охрана природных ресурсов. Под ред. И. П. Герасимова. М., «Прогресс», 1972.

Калабухов Н. И. Методика экспериментальных исследований по экологии наземных позвоночных. М., 1951.

Камшилов М. М. Значение взаимных отношений между организмами в эволюции. М.-Л., Изд-во АН СССР, 1961.

Камшилов М. М. Эволюция биосферы. М., «Наука», 1974.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Карпачевский Л. О. Пестрота почвенного покрова в лесном биоеоценозе. М., Изд-во Моск. ун-та, 1977.

Карзинкин Г. С. Основы биологической продуктивности водоемов. М., Пищепромиздат, 1952.

Карпевич А. Ф. Теория и практика акклиматизации водных организмов. М., «Пищевая промышленность», 1975.

Качинский Н. А. Почва, ее свойства и жизнь. М., Изд-во АН СССР, 1951.

Кашкаров Д. Н. Среда и сообщество. М., Медгиз, 1933.

Кашкаров Д. Н. Основы экологии животных. Л., Учпедгиз, 1944.

Келлер Б. А. Основы эволюции растений. М.-Л., Изд-во АН СССР, 1948.

Ковальский В. В. Геохимическая экология. М., «Наука», 1974.

Кожанчиков И. В. Внутривидовые биологические формы у животных. — «Природа», 1948, № 3.

Кожанчиков И. В. Методы исследования экологии насекомых. М., «Высшая школа», 1961.

Козловская Л. С. Фауна заболоченных лесных почв в междуречье Оби и Томи. — В сб.: Особенности болотообразования в некоторых лесных и предгорных районах Сибири и Дальнего Востока. М., «Наука», 1965.

Колбасов О. С. Природа под охраной закона. М., «Московский рабочий», 1975.

Колбасов О. С. Экология: политика — право. М., «Наука», 1976.

Комар И. В. Рациональное использование природных ресурсов и ресурсные циклы. М., «Наука», 1975.

Комаров В. Л. Учение о виде у растений. М.-Л., Изд-во АН СССР, 1940.

Котт Х. Б. Приспособительная окраска животных. М., 1950.

Красильников Н. А. Антагонизм микробов и антибиотические вещества. М., 1958.

Кубанцев Б. С. Основы экологии. Волгоград, 1973.

Культиасов М. В. Проблема становления жизненных форм у растений. — В сб.: Проблемы ботаники, 1950, т. 1.

Куражковский Ю. Н. В. И. Ленин и природа. Астрахань, Нижне-Волжск. кн. изд-во, 1969.

Куражковский Ю. Н. Очерки природопользования. М., «Мысль», 1969.

Куражковский Ю. Н. Заповедное дело в СССР. Ростов-на-Дону, Изд-во ун-та, 1977.

Куранова Л. И. Беседы о природе, обществе и человеке. М., «Знание», 1975.

Лавренко Е. М., Дылис Н. В. Успехи и очередные задачи в изучении биогеоценозов суши в СССР. — Ботан. журнал, 1968, т. 53, № 2.

Лавров М. М. Введение в проблему охраны природы. Иркутск, 1975.

Ламарк Ж. Б. Философия зоологии. М., Изд-во АН СССР, 1935, т. 1; 1937, т. 2.

Лаптев И. П. Научные основы охраны природы. Томск, Изд-во Томск. ун-та, 1964; 1970, изд. 2-е.

Лаптев И. П. Теоретические основы охраны природы. Томск, Изд-во Томск. ун-та, 1975.

Ленькова А. Оскальпированная земля. М., «Прогресс», 1971.

Логачев Е. Д. Введение в биологию человека. Кемерово, 1969.

Лозина-Лозинский Л. К. Организм и условия жизни. М., Учпедгиз, 1956.

Лоранский Д. Н., Раскин Б. М., Алфимов Н. Н. Санитарная охрана моря. М., «Медицина», 1975.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Лысенко Л. П. Природа и общество. Минск, Изд-во Минск. ун-та, 1976.

Львов Ю. А. К характеристике растительности поймы реки Оби. — В сб.: Природа поймы реки Оби и ее хозяйственное освоение, Томск, Изд-во Томск. ун-та, 1963.

Лэк Д. Численность животных и ее регуляция в природе. М., Изд-во иностр. лит-ры, 1957.

Мак-Дуголл В. Б. Экология растений. М., 1935.

Макевнин С. Г. Охрана природы. Волгоград, 1972.

Максимов А. А. Природные очаги туляремии в СССР. М.-Л., Изд-во АН СССР, 1960.

Макфедьен Э. Экология животных. Цели и методы. М., «Мир», 1966.

Манаков К. Н. Продуктивность и биологический круговорот в тундровых биогеоценозах Кольского полуострова. Л., «Наука», 1972.

Мариковский П. И. Насекомые защищаются. М., «Наука», 1977.

Мариковский П. И. Чем питаются насекомые. Алма-Ата, «Наука», 1977.

Марцинкевич Г. И., Ребенок Л. В. Охрана окружающей среды. Минск, «Беларусь», 1976.

Мельников Н. Н., Волков А. И., Короткова О. А. Пестициды и окружающая среда. М., «Химия», 1977.

Методологические аспекты исследования биосферы. Под ред. И. Б. Новика. М., «Наука», 1975.

Митрюшкин К. П., Шапошников Л. К. Человек и природа. М., «Знание», 1974.

Мичурин И. В., Соч., т. 1—4. М., Сельхозгиз, 1948.

Мишустин Е. Н. Эколого-географическая изменчивость почвенных бактерий. М.-Л., Изд-во АН СССР, 1947.

Многоязычный словарь терминов охраны природы. Морж. Швейцария. Изд-во Междун. Союза охраны природы и природных ресурсов, 1976.

Можаев Е. А. Загрязнение водоемов поверхностно-активными веществами. М., «Медицина», 1976.

Молчанов А. А. Продуктивность органической массы в лесах различных зон. М., «Наука», 1971.

Морозов Г. Ф. Учение о лесе. М., Гослесбумиздат, 1949.

Насимович А. А. Роль режима нежного покрова в жизни копытных животных на территории СССР. М., Изд-во АН СССР, 1955.

Наумов Н. П. Экология животных. М., «Высшая школа», 1963.

Научные основы охраны природы. Под ред. Л. К. Шапошникова. М., Изд. Мин. сельск. хоз-ва СССР, 1971; 1973, вып. 2.

Научные основы охраны природы и их преподавание в высшей и средней школе. Под ред. Б. Г. Иоганзена. Томск, Изд-во Томск. ун-та, 1970.

Нестеров В. Г. Проблема внутривидовых отношений растений. М., 1954.

Никитин Д. П., Новиков Ю. В., Зарубин Г. П. Научно-технический прогресс, природа и человек. М., «Наука», 1977.

Никольский Г. В. Экология рыб. М., «Высшая школа», 1974.

Никольский Г. В. Теория динамики стада рыб. М., «Пищевая промышленность», 1974.

Ничипорович А. А. Фотосинтетическая деятельность и первичная продуктивность фитоценозов на современном этапе эволюции биосферы. — В сб.: Проблемы биогеоценологии, М., «Наука», 1973.

Огнев С. И. Жизнь леса. М., 1950.

Одум Е. Экология. М., «Просвещение», 1968.

Одум Ю. Основы экологии. М., «Мир», 1975.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Орлов В. И. Анализ динамики природных условий и ресурсов. М., Наука», 1976.

Оуэн О. С. Охрана природных ресурсов. М., «Колос, 1977.

Охрана и рациональное использование природных богатств. Под ред. М. А. Шаргаева. Улан-Удэ, Бур. кн. изд-во, 1975.

Охрана окружающей среды. Модели управления чистотой природной среды. Под ред. К. Г. Гофмана и А. А. Гусева. М., «Экономика», 1977.

Охрана окружающей среды. Справочник. Сост. Л. П. Шариков. Л., «Судостроение», 1978.

Охрана природы. Природные ресурсы Белоруссии и их рациональное использование. Под ред. Н. И. Костюкевича. Минск, «Вышэйшая школа», 1969; 1972, изд. 2-е.

Очерки по истории экологии. М., «Наука», 1970.

Павловский Е. Н. Общие проблемы паразитологии и зоологии. М.-Л., Изд-во АН СССР, 1961.

Парсон Р. Природа предъявляет счет. М., 1969.

Пачоский И. К. Описание растительности Херсонской губернии. Херсон, 1917.

Перельман А. И. Геохимия ландшафта. М., «Высшая школа», 1966.

Полынов Б. Б. Избранные труды. М., Изд-во АН СССР, 1956.

Поляков И. Я. К теории прогноза численности мелких грызунов. — Журн. общ. биол., 1954, т. 15, № 2.

Понаморева И. Н. Общая экология. Л., 1957.

Поплавская Г. И. Экология растений. М., 1948.

Природа и закон. Кишинев, Изд-во ЦК КП Молдавии, 1970.

Природа и общество. Под ред. И. П. Герасимова и др. М., «Наука», 1968.

Проблема окружающей среды в мировой экономике и международных отношениях. Под ред. Р. А. Новикова. М., «Мысль», 1976.

Проблемы взаимодействия общества и природы. М., Изд-во Моск. ун-та, 1974.

Проблемы охраны природы. Наука и пропаганда. Под ред. Н. Г. Овсянникова и Б. Г. Иоганзена. Томск, Изд-во Томск. ун-та, 1972.

Проблемы сохранения окружающей среды. Под ред. И. В. Лучицкого. Новосибирск, «Наука», 1977.

Программы и методики биоценологических исследований. М., «Наука», 1966.

Протопопов В. В. Средообразующая роль темнохвойного леса. Новосибирск, «Наука». 1975.

Пьявченко Н. И. О принципах биогеоценотической классификации болот. — В сб.: Проблемы биогеоценологии. М., «Наука», 1973.

Пьявченко Н. И. О научных основах классификации болотных биогеоценозов. — В сб.: Типы болот СССР и принципы их классификации. Л., «Наука», 1974.

Работнов Т. А. Луговедение. М., Изд-во Моск. ун-та, 1974.

Радкевич В. А. Экология. Минск, «Вышэйшая школа», 1977.

Разумов В. И. Среда и особенности развития растений. М., 1954.

Раменский Л. Г., Цаценкин И. А., Чижиков О. Н., Антипин Н. А. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову. М., Сельхозгиз, 1956.

Рафес П. М., Динесман Л. Г., Парель Т. С. Животный мир как компонент лесного биогеоценоза. — В сб.: Основы лесной биогеоценологии. М., «Наука», 1964.

Рациональное использование природных ресурсов и охрана окружающей среды. Опыт социалистических стран. Под ред. В. П. Максаковского. М., «Прогресс», 1977, вып. 2. Под ред. В. Ф. Худолея. М., «Прогресс», 1978.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Ресурсы биосферы. Итоги советских исследований по международной биологической программе. Л., «Наука», 1975, вып. 1; 1976, вып. 2; 1976, вып. 3.

Ресурсы биосферы на территории СССР. М., «Наука», 1971.

Ризов К. Младежата на природата. София, «Земиздат», 1978.

Родин Л. Е., Базилевич Н. И. Динамика органического вещества и биологический круговорот зольных элементов и азота в основных типах растительности земного шара. М.-Л., «Наука», 1965.

Рубцов И. А. Биологический метод борьбы с вредными насекомыми. М., Сельхозгиз, 1948.

Рулье К. Ф. Избранные биологические произведения. М., Изд-во АН СССР, 1954.

Северцов А. Н. Морфологические закономерности эволюции. М.-Л., Изд-во АН СССР, 1939.

Северцов Н. А. Периодические явления в жизни зверей, птиц и гад Воронежской губернии. М.-Л., Изд-во АН СССР, 1950.

Северцов С. А. Динамика населения и приспособительная эволюция животных. М.-Л., Изд-во АН СССР, 1941.

Северцов С. А. Проблемы экологии животных. Т. 1. М., Изд-во АН СССР, 1951.

Сеченов И. М. Избранные произведения. Т. 1. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1952.

Сидельковский А. П. Человек и природа. Формирование отношений. Ставрополь, 1975.

Сидоренко А. В. Человек, техника, земля. М., «Недра», 1967.

Синская Е. Н. О задачах прикладной фитоэкологии. — Труды по прикладн. ботан., генет. и селекции», 1932. т. 1.

Синская Е. Н. Проблема популяций у высших растений. Л., Сельхозиздат, 1963.

Скадовский С. Н. Экологическая физиология водных организмов. М., «Советская наука», 1955.

Скалон В. Н. Беседы о природе. М., «Лесная промышленность», 1969.

Скуфьин К. В. Зоологический аспект проблемы вертикального расчленения наземных биогеоценозов. — В сб.: Вопросы структуры и динамики ландшафтных комплексов. Воронеж, Изд-во Воронежск. ун-та, 1977.

Слоним А. Д. Основы общей экологической физиологии млекопитающих. М.-Л., Изд-во АН СССР, 1961.

Смирнов И. И. Охрана биосферы и лесная растительность. М., «Лесная промышленность», 1977.

Соколов С. Я. Типы борьбы за существование среди растений. — В сб.: Академику В. Н. Сукачеву к 75-летию». М.-Л., Изд-во АН СССР, 1956.

Солнцев Н. Н. О некоторых фундаментальных свойствах геосистемной структуры. — В сб.: Методы комплексных исследований геосистем. Иркутск, 1974.

Сочава В. Б. Экспериментальные исследования геосистем. — В сб.: Методы комплексных исследований геосистем. Иркутск. 1974.

Сочава В. Б. Введение в учение о геосистемах. Новосибирск, «Наука», 1978.

Среда и жизнь в геологическом прошлом. Палеоэкологические проблемы. Под ред. И. Т. Журавлевой и О. А. Бетехтиной. Новосибирск, «Наука», 1974.

Спиридонов Ж. Оазисы на дивата природа. София, «Земиздат», 1977.

Стайнов П. Правовые вопросы защиты природы. М., «Прогресс». 1974.

Строганов Н. С. Экологическая физиология рыб. М., Изд-во Моск. ун-та, 1962.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Сукачев В. Н. Растительные сообщества. Л.-М., 1928.
Сукачев В. Н. Биогеоценология и фитоценология. — «Докл. АН СССР», 1945, т. 47, № 6.
Сукачев В. Н. Основные понятия лесной биоценологии. — «Основы лесной биоценологии». М., «Наука», 1964.
Сычева А. В. Охрана природы и архитектура. Минск, «Вышэйшая школа», 1976.
Талиев В. И. Организм, среда и приспособление. М.-Л., 1926.
Терехин Э. С. О терминах «сапрофит», «полусапрофит» и «полупаразит» (в связи с характером биотических отношений некоторых покрытосеменных растений). — Ботан. журн., 1965, № 1.
Тимофеев-Ресовский Н. В. О некоторых принципах классификации биохорологических единиц. — «Вопросы классификации растительности». Труды ин-та биологии, вып. 27. Свердловск, 1961.
Титлянова А. А. Понятие биогеоценотических процессов. — В сб.: Структура, функционирование и эволюция систем биогеоценозов Барабы. Новосибирск, «Наука», 1976.
Титов И. А. Взаимодействие растительных сообществ и условий среды. М., «Советская наука», 1952.
Тихомиров Б. А. Взаимосвязи животного мира и растительного покрова тундры. М.-Л., Изд-во АН СССР, 1959.
Тишлер В. Сельскохозяйственная экология. М., «Колос», 1971.
Токин Б. П. О роли фитонцидов в природе. — В сб.: «Фитонциды, их роль в природе». Л., 1957.
Толстой М. П. Человек — преобразователь природы. М., «Недра», 1975.
Тугаринов В. П. Природа, цивилизация, человек. Л., Изд-во Ленингр. ун-та, 1978.
Уатт К. Экология и управление природными ресурсами. М., «Мир», 1971.
Уильямсон М. Анализ биологических популяций. М., «Мир», 1975.
Фарб П. Популярная экология. М., «Мир», 1971.
Федоров Е. К. Взаимодействие общества и природы. Л., Гидрометеоиздат, 1972.
Федоров Е. К. Экологический кризис и социальный прогресс. Л., Гидрометеоиздат, 1977.
Формозов А. Н. Снежный покров как фактор среды, его значение в жизни млекопитающих и птиц СССР. М., Изд-во МОИП, 1946.
Формозов А. Н. Звери, птицы и их взаимосвязи со средой обитания. М., «Наука», 1976.
Фридерикс К. Экологические основы прикладной зоологии и энтомологии. Л.-М., Сельхозгиз, 1932.
Фюрон Р. Проблемы воды на земном шаре. Л., Гидрометеоиздат, 1966.
Хищническое истребление природных ресурсов в странах капитала. М., «Знание», 1969.
Холодковский Н. А. Учебник зоологии и сравнительной анатомии. СПб, 1909.
Холодный Н. Г. Атмосфера как возможный источник витаминов. — «Докл. АН СССР», 1944, т. 43, № 6.
Холодный Н. Г. Среди природы и в лаборатории. М., Изд. МОИП, 1949.
Человек и биосфера. Под ред. П. А. Садименко. Ростов-на-Дону, Изд-во ун-та, 1973; 1977, изд. 2-е.
Человек и окружающая среда. Под ред. Б. Г. Тарасова. Кемерово, 1976.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Человек и окружающая среда. Проблемы охраны и рационального использования природных ресурсов. Под ред. К. П. Селезнева и Ю. С. Васильева. Л., Изд. политехн. ин-та.

Человек и среда. Под ред. З. И. Барбашовой. Л., «Наука», 1975.

Человек и среда обитания. Под ред. М. И. Будыко и М. П. Петрова. Л., Изд. географ. общ. СССР, 1974.

Человек, общество и окружающая среда. Под ред. И. П. Герасимова. М., «Мысль», 1973.

Чичварин В. А. Охрана природы и международные отношения. М., «Международные отношения», 1970.

Шапошников Л. К. Охрана природы СССР. М., «Знание», 1961.

Шапошников Л. К. Вопросы охраны природы. М., «Просвещение», 1971.

Шварц С. С. Эволюционная экология животных. Свердловск, 1969.

Шварц С. С. Эволюция и биосфера. — В сб.: «Проблемы биогеоценологии», М., «Наука», 1973.

Шварц С. С. Экология и эволюция. М., «Знание», 1974.

Шенников А. П. Экология растений. М., «Советская наука». 1950.

Шулейкин В. В. Физика моря. М.-Л., Изд-во АН СССР, 1941.

Экология и политика (проблемы защиты природной среды). Международные дискуссии марксистов. Под ред. К. И. Зародова. Прага, «Мир и социализм», 1972.

Экономические проблемы оптимизации природопользования. Под ред. Н. П. Федоренко. М., «Наука», 1973.

Элтон Ч. Экология животных. М.-Л.. Биомедгиз, 1934.

Элтон Ч. Экология нашествий животных и растений. М., Изд-во иностр. лит-ры, 1960.

Яковлев Н. Н. Организм и среда. М.-Л., Изд-во АН СССР, 1956.

Яхонтов В. В. Экология насекомых. М., «Высшая школа», 1969.

Azzi G. Agricultural ecology. London, 1956.

Bodenheimer F. S. Precis d'ecologie animale. Paris, 1955.

Braun-Blanquet J. Pflanzensoziologie. 2. Aufl. Wien, 1951.

Brown A. L. Ecology of Fresh Water. London, 1971.

Chapman R. N. Animal ecology with special reference to insects. New York, 1931.

Clarke G. L. Elements of ecology. New York, 1954.

Clements F. E. Plant succession and indicators. New York, 1928.

Colinvanx P. A. Introduction to Ecology. New York — London, 1973.

Collier B. D., Cox G. W., Johnson A. W., Miller P. C. Dynamic Ecology. London, 1973.

Commoner B. The Closing Circle. Nature, Man, Technology. New York, 1971.

Dahl F. Grundlagen einer ökologischen Tiergeographie. Jena, 1921.

Dreux Ph. Precis d'ecilogie. Press. Univers. de France, 1974.

Drude O. Die Ökologie der Pflanzen. Brannschweig, 1913.

Duvigheaud P., Tanghe M. Ecosystemes et Biosphere. Bruxelles, 1967.

Ehrlich P. R., Ehrlich A. H. Population Resources Environment. Issues in Human Ecology. San Francisco, 1970.

Eilart J. Man, ecosystems and culture. Tallinn, «Perioodica», 1976.

Elton Ch. S. Animal ecology. London, 1927.

Eskandar F. Environment Iran. — «Nat. Soc. for the conservat. of natural Resonrc. and Human Environment», 1974.

Forrester I. W. World Dynamics. New York, Wright-Allen Press, 1971.

Haeckel E. Generelle Morphologie der Organismen. Berlin, 1866.

Iuva K., Hrabal A., Tlapak V. Ochrana pudy, vegetace, vod a ovzdusi. Praha, 1977.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Knodel H., Kyll U. Ökoloqie und Umweltschutz. Stuttgart, 1974.
Lack D. The natural regulation of animal numbers. Oxford, 1954.
Looduskaitse. Koostanud Prof. Dr. E. Kumari. Tallinn, «Valgus», 1973.
Mac-Fadyen A. Animal ecology. Aims and methods. London, 1963.
Man and Environment. Edit. Prof. E. Kumari. Tallinn. «Volgus», 1973.
Meadows D. H., Meadows D. L. The Limits to Growth. New York, 1972.
Meadows D. L. und Meadows D. H. Das globale Gleichgewicht. Stuttgart, 1973.
Milne L. and M. The Arena of Life. The Dynamics of Ecology. London, 1972.
Möbius K. Die Auster und die Austernwirtschaft. Berlin, 1877.
Moore R. Man in the Environment. New York, 1975.
Multilingual dictionary of conservation terms. Morges, 1976.
Odum E. P. Fundamentals of Ecology. 2. Aufl. Philadelphia and London, 1959.
Osche G. Ökologie. Grundlagen — Erkenntnisse — Entwicklungen den Umweltforschung. Basel-Wien, 1973.
Raunkiaer C. Types biologiques pour la geographie botanque. «Overs. kongl. Danske Vidensk. Selsk. Forhandl.», 1905, № 5.
Saint Marc Ph. Socialisation de la Nature. Paris, 1971.
Shelford W. E. Animal communities in temperate Amerien. Chicago, 1913.
Sozologia; Sozotechnina. Krakow, 1971.
Steele J. H. The Structure of Marine Ecosystems. Harvard Univers. Press, Cambridgs, Massachusetts, 1974.
Stugren B. Ecologie generala. Bucurest, 1965.
Stugren B. Grundlagen der allgemeinen Ökologie. Veb custav Fischer Verlag, Jena, 1974.
Stugren B. Ecologie generala. Bucuresti, 1975.
Szczesny T. Ochrona przyrody i krajo brazu. Warszawa, 1977.
Tansley A. G. The use and abuse of vegetational concepts and terms — «Ecology», 1935, № 16.
Taylor W. P. Ecology or bio-ecology. — «Ecology», 1927, № 8.
Thienemann A. Grundzüge einer allgemeinen Ökologie. Stuttgart, 1939.
Tischler W. Synökologie der Landtiere. Stuttgart, 1955.
Warming E. Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie. Berlin, 1902.
Woltereck R. Grundzüge einer allgemeinen Biologie. Stuttgart, 1932.
Woodbury A. Principles of general ecology. New York and Toronto, 1954.
Zlatnik A. a kolektiv. Zaklady Ekologie. Praha, 1973.

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие 3

Часть 1. ЭКОЛОГИЯ

Глава 1. Экология как наука 5
Глава 2. Учение о средах жизни 16
Глава 3. Учение о факторах среды 32
Глава 4. Учение о популяции и внутривидовых отношениях . . 54
Глава 5. Учение о биоценозе и межвидовых отношениях . . 79
Глава 6. Проблемы экологии 87

Часть 2. БИОГЕОЦЕНОЛОГИЯ

Глава 7. Биогеоценология как наука 96
Глава 8. Учение о биогеоценозе 108
Глава 9. Учение об экосистеме биогеоценоза и биологической продуктивности 125
Глава 10. Учение о типах биогеоценозов и биогидроценозов . . 141
Глава 11. Учение о системах биогеоценозов 156
Глава 12. Проблемы биогеоценологии 164

Часть 3. ОХРАНА ПРИРОДЫ

Глава 13. Охрана природы как наука 173
Глава 14. Учение о биосфере 187
Глава 15. Учение о взаимодействии общества и природы . . . 200
Глава 16. Учение о сохранении окружающей природной среды . . 211
Глава 17. Учение о рациональном использовании природных ресурсов 228
Глава 18. Проблемы охраны природы 238
Заключение 244
Литература 246

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

Бодо Германович **ИОГАНЗЕН**
Иннокентий Прокопьевич **ЛАПТЕВ**
Юрий Алексеевич **ЛЬВОВ**

ЭКОЛОГИЯ, БИОГЕОЦЕНОЛОГИЯ И ОХРАНА ПРИРОДЫ

Редактор **Н. С. Поддубная**
Технический редактор **Р. М. Подгорбунская**
Корректоры **Т. В. Зибарева, Г. В. Астапенко**

К303108 Сдано в набор 2/I-79 г. Подписано к печати 25/VI-79 г.
Формат 60×90 1/16; бум. типографская № 1. Гарнитура Литературная.
Высокая печать. П. л. 16+4 вкл.; уч.-изд. л. 15,8.
Заказ 7787. Тираж 3000. Цена 2 руб. 40 коп. ИБ 357

Издательство ТГУ. 634029, г. Томск, ул. Никитина, 17
г. Томск, типография издательства «Красное знамя».

Digital Library (repository)
of Tomsk State University
http://vital.lib.tsu.ru

1-847666

2400 г

Цена 2 руб. 40 коп.

Томский госуниверситет 1878
Научная библиотека 00555023