

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ФИЛОСОФСКИМ ВОПРОСАМ
СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ
ИНСТИТУТ ФИЛОСОФИИ

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ
АСПЕКТЫ
ИССЛЕДОВАНИЯ
БИОСФЕРЫ



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
МОСКВА 1975

Книга посвящена исследованию методологических аспектов познания и преобразования биосферы. Авторы сосредотачивают основное внимание на анализе тенденций к синтезу знаний в исследованиях биосферных процессов, на изучении путей формирования целостной концепции взаимодействия человека и природы. Значительное место уделено критике современных буржуазных воззрений на взаимоотношение общества и природы. В книге подчеркивается значение опыта природопользования в условиях развитого социалистического общества.

Редакционная коллегия:

И. Б. НОВИК (ответственный редактор),
Г. Ф. ХИЛЬМИ, А. Т. ШАТАЛОВ,
А. В. КАЦУРА (ученый секретарь)

С. С. Шварц

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОХРАНЫ БИОСФЕРЫ

Влияние индустриализации и урбанизации на биологическую продуктивность планеты общеизвестно. Вряд ли есть необходимость иллюстрировать это положение новыми примерами. Поэтому нет нужды в данной связи подробно говорить о климатообразующей и гидрологической роли лесов, о необходимости поддерживать оптимальный химический режим внутренних вод, об опасности загрязнения океанов. Само существование распространяющегося на Западе движения «алармистов» достаточно красноречиво. Бить тревогу безусловно необходимо, однако еще важнее наметить конкретные пути разрешения противоречия между интересами развития человечества и состоянием биосферы.

Здесь необходимо сделать оговорку. Даже в том случае, если промышленные предприятия будут свято выполнять все меры охраны среды, развивающаяся техника будет оказывать на природу прогрессирующее воздействие. Нельзя забывать, что замена сложных биогеоценозов агроценозами, строительство городов и других сооружений, снижающих биопродуктивность громадных территорий, химизация сельского хозяйства, локальное изменение гидротермического режима акваторий и территорий, промышленное использование все большего числа видов животных и растений — все эти и многие другие неизбежные спутники современного общества оказывают и будут оказывать на природу все более сильное воздействие даже при соблюдении всех мыслимых мер предосторожности.

Отсюда следует, что борьба за «здоровую биосферу» должна вестись с двух сторон. С одной стороны путем сведения к минимуму непосредственных вредных последствий индустриального давления на природу, и с другой — путем разработки системы мероприятий, обеспечивающих возможность нормального функционирования биосферы и слагающих ее биогеоценозов в новых условиях.

Три планетарные функции биосферы играют в жизни человечества особую роль: биологическая продуктивность, обеспечивающая все живое на Земле продуктами питания; поддержание оп-

тимального гидрологического и газового состава среды; биологическая очистка. В основе оптимистического взгляда на развитие природы в условиях социалистической системы хозяйства лежат представления В. И. Вернадского и В. Н. Сукачева, согласно которым живое само для себя создает оптимальные условия развития. Однако для того, чтобы живой покров Земли мог реализовать заложенную в его структуре и организации возможность в измененных человеком условиях среды создавать стабильные и продуктивные сообщества, должна быть разработана оптимальная генеральная стратегия. Эта стратегия должна основываться на ясном понимании законов, которые управляют развитием живого покрова Земли. Всякий иной путь чреват серьезными, порой катастрофическими ошибками. Это положение легко было бы проиллюстрировать примерами, но важнее подкрепить их теоретическими соображениями.

Пока еще «производительные силы» природы в геохимическом и энергетическом отношении мощнее производительных сил человека. 300 миллиардов тонн сухого живого вещества планеты (300 млрд тонн активнейших катализаторов согласованных химических реакций) пока еще выполняют большую геохимическую и энергетическую работу, чем ее способно выполнить человечество. Но силы человека становятся соизмеримыми с силами природы и, учитывая известный «принцип» «ломать — не строить», человек уже сейчас способен серьезно нарушить согласованность биосферных реакций в пределах крупных регионов. К сожалению, мы вспоминаем об этом лишь в тех случаях, когда дискоординация функций биосферы непосредственно бьет по человеку. Поэтому не лишне привести некоторые не слишком хорошо известные цифры.

На каждого человека на Земле приходится не менее 200 млн насекомых. Общий вес насекомых, обитающих в почве и на растительности, в пределах нашей страны составляет более 50 млрд тонн, почти в 10 раз больше, чем весит все население Советского Союза. Вес насекомых одних только дубрав нашей страны превышает 250 тыс. тонн, а в период вспышки численности — в десятки раз больше. Даже такие незаметные животные, как головастики, достигают гигантской численности. Вес головастиков озерной лягушки в низовьях Волги определяется несколькими миллионами тонн. За один сезон они трансформируют не менее 100 млн т растительной массы, переводя ее в ценнейшие «удобрения».

Мы уже научились по достоинству оценивать наши ошибки, приносящие непосредственный ущерб той части живого, которую мы включаем в понятие «ресурсы», но мы еще не научились с уважением относиться к нарушению жизни тех элементов биосферы, которые мы не используем непосредственно, которые «только» поддерживают равновесие биосферы, которые являются «только» целесообразно, на наше благо, работающими катализаторами биогеохимических процессов весом в миллионы тонн.

А в тех случаях, когда об этом подчас вспоминают, нередко впадают в состояние, сильно напоминающее истерику. Недавно появилась у нас переводная книга П. Фарба «Популярная экология»¹. Превосходно изданная, насыщенная интересными фактами «Популярная экология» завоевала популярность. Но вот ее основной вывод: связи природных явлений столь многообразны и опосредствованны, что познать их мы не в состоянии; поэтому когда мы пытаемся с самыми благими намерениями вмешиваться в жизнь природы, то это равносильно ремонту телевизора с помощью гаечного ключа. Но вывод этот не только ошибочен, но и опасен. По сути дела он означает идеализацию природы и объективно обезоруживает человека.

В действительности же у нас есть достаточно развитая теория, позволяющая работать в природе отнюдь не по принципу «топором по телевизору». Возможность есть, но ее надо реализовать.

Экология как наука о жизни природы переживает сейчас вторую молодость. Возникшая более 100 лет тому назад как учение о взаимосвязи «организм — среда», экология на наших глазах трансформировалась в науку о структуре природы, науку о том, как работает живой покров Земли в его целостности. А так как работа живого все в большей степени определяется деятельностью человека, то наиболее прогрессивно мыслящие экологи видят будущее экологии в теории создания измененного мира. Экология на наших глазах становится теоретической основой поведения человека в природе. Однако для того, чтобы экология могла справиться с возложенной на нее задачей, необходимо обратить внимание на одну весьма опасную тенденцию во взаимоотношениях экологии с другими биологическими и небιологическими дисциплинами. Когда эколог обсуждает результаты исследований планетарного масштаба (влияние газового состава атмосферы на энергию фотосинтеза, продуктивность ландшафтных зон и т. п.), его работа встречает уважение, оценивается «на равных» представителями точных наук. Но когда тот же эколог спускается вниз, изучает конкретные взаимоотношения между отдельными видами или их группировками, то эта работа выглядит в глазах специалиста не слишком импозантно, так как далеко не всегда требует внушающего к себе почтения оборудования и далеко не всегда может быть представлена в форме строгих математических зависимостей. Соответственно с этим, эта работа далеко не всегда оценивается по достоинству и так же далеко не всегда получает нужную организационную и материальную поддержку. Между тем, теория создания измененного мира может быть разработана с нужной для практики конкретностью только на основе частных исследований. В противном случае все наши рекомендации, касающиеся активной охраны биосферы, будут аналогичны

¹ П. Фарб. Популярная экология. М., 1971.

работе инженера, стремящегося поддержать оптимальную работу автомобиля на основе общей теории двигателя внутреннего сгорания, но считающего себя вправе не знать, как работает карбюратор, коробка скоростей или сцепление. Поэтому представляется крайне важным показать, каковы основные направления современной экологии, позволяющие нам с оптимизмом смотреть на взаимоотношения человека с природой.

Современная экология, не забывая о своих традиционных задачах, развивается вокруг двух фундаментальных понятий: популяция и биогеоценоз.

Популяция — элементарная группировка организмов определенного вида, обладающая всеми необходимыми условиями для поддержания своей численности необозримо длительное время в постоянно изменяющихся условиях среды. Популяция — форма существования вида, первая надорганизменная система интеграции жизни, делающая любой вид организмов потенциально (но, конечно, не реально) бессмертным. Приспособительные возможности популяции неизмеримо выше, чем приспособительные потенциалы слагающих ее индивидов. Именно поэтому учение о популяции играет решающую роль в разработке теории создания измененного мира.

Не имея возможности коснуться даже узловых вопросов учения о популяции, мы позволим себе привести лишь один пример, показывающий, на каких принципах работает популяция как биологическая макросистема.

Изменение условий среды приводит к резко повышенной смертности животных. В популяции возникает сигнал «нас становится мало». Этот сигнал приводит к кардинальному изменению физиологии всех членов популяции, направленному к единой цели: мобилизовать все экологические резервы популяции и перестроить ее организацию таким образом, чтобы свести к минимуму затраты энергии на поддержание нормальной жизнедеятельности, повысить стойкость отдельных индивидов к повреждающим факторам среды и обеспечить вспышку численности в любой подходящий для этого момент. Для того чтобы показать масштаб и подлинное биологическое величие подобных преобразований, достаточно сказать, что в генерациях, которым предназначено пережить неблагоприятный период, сохранить жизнь вида до благоприятных для размножения времен, сам темп процесса старения снижается в несколько раз. При этом резко изменяется структура популяции. Относительное число самок резко нарастает, а у ряда видов численность популяции нарастает за счет самок, которые в свою очередь рожают только самок. Популяция подчиняет себе не только физиологические, но и цитогенетические процессы, протекающие на уровне отдельных организмов. Механизмы, позволяющие популяции поддерживать свою численность в условиях, губительных для отдельных животных, бесконечно разнообразны. Но один пример невозможно не привести.

Когда в популяцию американских лопатоногов, экологических аналогов наших жаб, поступает сигнал «водоем высыхает, нас слишком много, гибель от голода неизбежна», часть животных коренным образом преобразуется, растительоядные головастики становятся активными специализированными хищниками, и эти хищники-канибалы спасают популяцию от неизбежной гибели.

Подобные наблюдения кладут конец организмоцентрическому взгляду на живую природу и открывают принципиально новые пути решения проблемы «Человек и биосфера». Сущность нового подхода к проблеме может быть пояснена следующим образом.

Хорошие условия — животных много, численность их растет, плохие — падает. Что может быть тривиальнее этого утверждения? Оказалось, однако, что в определенных ситуациях резкое падение численности вида происходит в оптимальных условиях среды, а подъем численности инициируется в условиях, которые есть основания считать пессимальными². Здесь нет возможности останавливаться на конкретных механизмах, определяющих кажущуюся парадоксальность этой ситуации. Отметим лишь принципиально важное. В оптимальных условиях популяция подает сигнал о вероятном изменении среды к худшему, этот сигнал воспринимается всеми членами популяции как приказ к снижению воспроизводства. В результате в критический период численность вида приходит в соответствие с условиями среды, биоценотическое равновесие сохраняется. Аналогичный механизм дает о себе знать и в обратной ситуации. Условия жизни пессимальны, кормов мало, популяция депрессирована. Поступает сигнал о вероятном улучшении условий жизни — это приказ о мобилизации популяционных резервов, численность вида растет, популяция встречает улучшение условий среды на том участке кривой динамики численности, который гарантирует максимальное использование вновь открывающихся возможностей.

Здесь необходимо сделать замечание, имеющее принципиальное значение. Популяция определяет свою судьбу, дирижируя физиологическим состоянием слагающих ее индивидов. Однако организмы способны прогностически целесообразно реагировать на изменение внешней среды, лишь оставаясь частью популяции. Разрушение популяции превращает ее бывших членов в беспомощный конгломерат индивидов, обреченных на гибель. Практика ряда отраслей народного хозяйства и теоретический анализ однозначно свидетельствуют о том, что связанное с изменениями среды антропогенного происхождения вымирание отдельных видов животных и растений, которое приводит или может привести к полному разрушению биогеоценоза, происходит не в результате непосредственной гибели организмов, а вследствие необратимого

² К. М. Михеева. Динамика численности и экологической структуры популяций белки северотаежного Урала. — «Экология», 1974, № 2, стр. 85—87.

разрушения популяционной структуры. В данном случае мы не ставим перед собой задачи подробно обосновать этот важнейший тезис и поэтому еще раз вынуждены воспользоваться примером. Климатические катастрофы, не выходящие, однако, за пределы многовековых колебаний, могут снизить численность мелких млекопитающих в десятки и сотни тысяч раз, но через 2—3 сезона размножения зверьки вновь восстанавливают свою численность до оптимума. Кажущееся же незначительным снижение численности животных, вызванное антропогенными влияниями, нередко приводит к массовому вымиранию вида.

Катастрофические, но естественные изменения условий существования вызывают катастрофическое снижение численности вида, но не отражаются на воспроизводительных силах популяций. Изменения же, которые вносит в среду человек, как правило, не ведут к катастрофической смертности животных, но ведут к разрушению их популяций. Гибель вида становится при этом лишь вопросом времени.

Если это важнейшее положение современной экологии будет правильно понято и оценено по достоинству — это даст возможность путем изменения, нередко даже не очень существенного, системы хозяйственного освоения отдельных регионов согласовать интересы развития промышленности и сельского хозяйства с поддержанием оптимального состояния природной среды.

Здесь неоднократно упоминалось о сигналах, воспринимаемых популяцией как приказ к мобилизации своих резервов и перестройке организации и структуры. Природа этих сигналов столь же многообразна, что и природа популяций всех обитающих на Земле видов организмов. Но об одном типе этих сигналов — химических — не сказать нельзя. Исследования, проведенные на личинках амфибий, рыбах, личинках насекомых, моллюсках показали, что качество и количество поступающих в среду продуктов обмена веществ животных регулируют скорость их роста и развития, определяют ход важнейших реакций, темп клеточного деления, скорость регенерационного процесса. Нами экспериментально показано, что действие метаболитов характеризуется высшей степенью специфичности: не только близкие формы, но разные генетические варианты в пределах популяций подают разные сигналы и по-разному на них реагируют. Более того, животные разных стадий развития реагируют на поступающие сигналы (белки определенного аминокислотного состава) в соответствии с нуждами популяции как целого. Достаточно указать, что метаболиты старших животных сдерживают развитие младших и стимулируют развитие животных более поздних стадий³.

Система метаболической регуляции работает таким образом, что даже катастрофически высокая смертность не вызывает на-

³ З. П. Степанова. О химической природе выделяемых в воду продуктов метаболизма личинок земноводных. — «Экология», 1974, № 2, стр. 67—68.

рушения популяционной структуры, гарантируя тем самым возможность восстановления численности популяции в кратчайшие сроки.

Овладение методами популяционной регуляции численности животных и растений сделает излишними дорогие и опасные методы химического подавления или стимуляции развития организмов. Можно надеяться, что на этом пути будут найдены биологически адекватные методы управления процессами в биосфере.

Вторым важнейшим разделом в современной экологии является учение о биогеоценозах (БГЦ). Это учение, в отличие от учения о популяции, приобрело в последние годы заслуженную популярность и поэтому мы позволим себе отметить лишь те его аспекты, которые к охране биосферы имеют непосредственное отношение.

Прибегая к достаточно грубой аналогии, можно сказать, что БГЦ — это машина по трансформации вещества и энергии на нашей планете. В основе этой машины — единство животного-растительного сообщества с косными элементами среды. Это единство проявляется прежде всего в том, что не только «среда» определяет состав сообщества, но и сообщество, достигнув определенной степени интеграции, определяет все важнейшие параметры неживой составляющей БГЦ. Жизнь сама для себя способна создавать оптимальные условия среды. Вот это-то положение и должно быть положено в основу теории охраны биосферы.

Нельзя забывать, что БГЦ — это и есть та «природа», в которой мы живем, и поэтому БГЦ должны стать первым объектом нашей охраны. Можно было бы привести много примеров, показывающих полную реальность следующего парадокса: в настоящее время лес больше влияет на климат, чем климат на лес.

Принципиальная схема любого БГЦ предельно проста: косная компонента, фотосинтезирующие растения, животные — консументы, для которых растения служат пищей, консументы II порядка (хищники), редуценты, возвращающие почве питательные вещества; к. п. д. использования растениями энергии Солнца весьма низок (менее 1%); с каждым последующим звеном цепи питания эффективность использования энергии повышается. Чем разнообразнее БГЦ — тем выше его стабильность, помехоустойчивость, но общая относительная продуктивность БГЦ при этом падает⁴.

Уже эти, самые общие, законы жизни БГЦ, законы первого порядка, подсказывают важные практические выводы. До сих пор, говоря об обогащении природы, мы имеем в виду обогащение ее видами, непосредственно полезными. Односторонность подхода к делу очевидна. Поддержание БГЦ разнообразия на несколько порядков величин повышает стойкость БГЦ по отношению к любым

⁴ С. С. Шварц. Эволюция и биосфера.— В кн.: «Проблемы биогеоценологии», 1973, стр. 213—228.

повреждающим воздействиям, что по понятным причинам имеет особое значение для индустриальных регионов.

Эта же проблема имеет и иной аспект. Единство биосферы стало в настоящее время аксиомой. Отсюда следует, что повышение общей биологической продуктивности регионов, вклад которых в общую энергетику планеты определяется нулем и которые по разным причинам в обозримое время не могут быть освоены под интенсивное сельское хозяйство, означало бы принципиально новый шаг в охране биосферы. В настоящее время вклад растительности тундры в кислородный баланс планеты принимается равным нулю (0,2%). Подсчеты показали, что замещение мха «бесполезными» травами позволило бы тундре подавать в атмосферу до 10% кислорода по отношению к кислороду, который дает вся суша земного шара. Эти цифры вряд ли нужно комментировать. Следует лишь добавить, что, как ни велики научные и технические трудности осуществления мероприятий в подобном масштабе, можно предвидеть, что трудности преодоления психологического барьера (что важно, а что не важно) окажутся большими.

Еще большее значение в разработке теории охраны биосферы имеют законы жизни БГЦ второго порядка. Поясним это примером.

Консументы потребляют растительность. Естественно, что между количеством животных и растений должно быть определенное соотношение, в противном случае хищник истребит свою жертву и сам погибнет... БГЦ рассыпается. Подобная самоочевидная точка зрения казалось бы подтверждается практикой: все мы хорошо знаем что такое перевыпас скота! Однако гигантская биомасса копытных в африканских саваннах, неизмеримо большая биомасса мамонтов и диких быков, населявших древние северные прерии Америки, заставили усомниться в достаточности арифметического подхода к проблеме.

Первый же эксперимент в природе заставил пересмотреть устоявшиеся взгляды. Поставленные нами эксперименты в лесотундре показали, что максимальный выход фитомассы северных травостоев имеет место не тогда, когда они полностью ограждены от потребителей, а тогда, когда «пресс консументов» достигает определенной нормы. Лишь когда численность грызунов достигает почти 100 зверьков на га, продукция травостоя спускается ниже «спокойной нормы»⁵. На некоторых насекомых экспериментально показано, что максимальная продукция их популяций наблюдается в тех случаях, когда свыше 90% личинок гибнет от болезней.

⁵ V. S. Smirnov, S. G. Tokmakova. Influence of consumers on natural phytocenosis production variation.— «Tundra Biome», Swedish IBP Committee, Wennén-Cren Center. Stockholm, 1972, pp. 122—127; В. А. Давыдов, В. П. Коробейникова. Экспериментальное изучение влияния грызунов на луговую растительность.— «Экология», 1974, № 2, стр. 98—100.

Подобные наблюдения, а их накопилось уже немало, однозначно свидетельствуют о том, что максимальная продукция определяется не индивидуальными свойствами слагающих БГЦ видов, а его структурой. Более того, не общее энергообеспечение БГЦ, а его организация определяет продуктивность природных комплексов. Вряд ли нужно говорить о том, какое значение имеет исследование подобных закономерностей для практики охраны природы.

Необходимо, однако, составить себе полное представление о степени согласованности, взаимной притертости видов в БГЦ.

Казалось бы, что может быть антагонистичнее взаимоотношений: паразит — хозяин. Но наблюдение над некоторыми видами пиявок показали, что их паразитирование на рыбах приводит к повышению эффективности использования хозяином корма, «паразит — хозяин» работают как единая система, паразит заботится о благосостоянии хозяина!

Другой аспект той же проблемы: вид «заботится» о благосостоянии БГЦ в целом. Взрослые лягушки — влиятельные члены наземной подсистемы водно-наземного БГЦ. Лягушки откладывают в воду икру, развиваются личинки, лягушки выходят на сушу. Количественный анализ этого банальнейшего явления выявил удивительную закономерность. Биомасса икры, которую вносит популяция лягушек в водоем, в точности равна биомассе покидающих водоем сеголеток. А если бы было иначе, то любое событие в жизни водной или наземной подсистем БГЦ привело бы к полной его дезорганизации. Если учесть, что животные, взрослая фаза которых включается в наземные БГЦ, а личинки развиваются в воде, выносят из водоемов тысячи тонн биомассы, то значение подобных закономерностей станет очевидным.

Охрана БГЦ — это прежде всего охрана (или воссоздание) их оптимальной структуры. Но если это так, то выходит, что правы те специалисты, которые считают всякое вмешательство в жизнь БГЦ ударом молотком по телевизору. В действительности дело обстоит иначе.

Экспериментальное изучение реальных БГЦ разных типов показало, что «лицо» БГЦ определяется относительно небольшим числом видов — доминантов, образующих ядро БГЦ, и громадным числом видов спутников — сателлитов. Доминанты определяют продуктивность БГЦ и характерный для него тип и масштаб геохимической работы, его место в биосфере; сателлиты в значительной степени ответственны за стабильность экологической системы. Познание взаимоотношений («ядра» и сателлитов подсказывает принципиально новые пути к охране БГЦ и управлению их развитием.

Дело в следующем. Развиваясь в условиях относительной изоляции от других разделов современной экологии, биогеоценология приняла такую общую схему регуляции экологических систем. Численность вида растет, он подрывает свою кормовую базу

и одновременно создает условия для размножения своих врагов и развития болезней. Эта схема логически безупречна, но реализуется она крайне редко, обычно в БГЦ, уже нарушенных человеком, в чистом же виде эта схема не реализуется никогда. Задолго до того, как вид достигает той численности, при которой он может стать нарушителем равновесия БГЦ, срабатывают механизмы популяционной регуляции, и численность вида снижается до БГЦ оптимума. Регуляция же популяционных процессов уже сейчас доступна разумному влиянию человека. Знание структуры БГЦ (ядро — сателлиты) и основных механизмов популяционной регуляции процессов БГЦ создает прочную основу для создания сообществ, достигающих высшей продуктивности и стабильности в измененной среде.

Наконец, проблема «человек и биосфера» имеет еще один аспект, который странным образом до сих пор почти не привлекает к себе внимания. Мы привыкли рассматривать живой мир в качестве пассивного объекта наших воздействий. Это представление ошибочно. В ответ на изменение внешней среды живое (и отдельные виды и их сообщества) отвечает активным приспособлением. В ответ на применение ядов возникли ядостойкие формы насекомых. Ведь это мы, люди, создали комаров, которые не боятся ДДТ. Не только популяции насекомых, бактерий и других быстро размножающихся организмов, но и медленно размножающиеся лягушки и сурки приобрели свойства, которые их заставил приобрести человек. Эволюция совершается на наших глазах, совершается быстро и в громадном большинстве случаев против человека ⁶.

В вопросах о судьбах биосферы я отношу себя к оптимистам, ибо верю в мудрость человека. Но в этом вопросе я готов стать алармистом. Эволюция, подстегиваемая химизацией и локальным повышением радиоактивного фона, грозит создать формы, с которыми трудно будет справиться даже современной технике. Но это значит, что столь же быстро могут быть созданы формы, полезные для человека, способные реализовать высшую биологическую продуктивность в антропогенном ландшафте и, что особенно важно, способные стать специализированными биологическими фильтрами. Другими словами, человек должен научиться управлять эволюцией природных популяций, свести к минимуму возможность появления специфически приспособленных вредных форм, способствовать появлению полезных. Первые шаги, которые были сделаны в этом направлении, дали обнадеживающие результаты. Было показано, что изменение экологической структуры популяции ведет к направленному, предсказуемому изменению ее генетической структуры микроэволюционного масштаба. Эти исследования заслуживают расширения и углубления.

⁶ С. С. Шварц. Экология и эволюция. М., 1974, стр. 1—64.

Я считал своей главной задачей показать, что современная экологическая теория может стать прочной основой для решения биологических аспектов проблемы «Человек и биосфера». Области ее практического применения трудно обозримы. Поэтому отметим лишь главнейшие направления научно-практического поиска.

а) Разработка и внедрение научных основ оценки и контроля функционирования экологических систем. Разработка методов ранней диагностики экологически существенных антропогенных загрязнений и прогнозирования вероятных изменений.

б) Для урбанизированных регионов — разработка методов создания БГЦ, отличающихся повышенной стабильностью, характеризующихся повышенной и специализированной функцией биологической очистки.

в) Для полуосвоенных территорий (тундры, высокогорья, пустыни) — разработка методов повышения их общей биологической продуктивности с целью повышения их роли в общем биогеохимическом балансе биосферы.

г) Разработать и внедрить систему мероприятий, направленных на реализацию перспективного межобластного планирования эксплуатации биологических природных ресурсов, исключающих возможность подрыва воспроизводительных сил биосферы. При использовании биологических ресурсов надо исходить из следующих принципиальных положений: популяция — элементарный объект промысла; БГЦ — элементарный объект хозяйственного освоения биосферы.

Кардинальное решение проблемы «Охрана биосферы» требует разработки развернутых характеристик отдельных биомов (stepь, лесостепь, тайга, предтундровое редколесье, тундра, горные страны). Эти характеристики должны содержать общие рекомендации, касающиеся предельно допустимых норм и масштабов антропогенного воздействия в БГЦ разных типов, оптимального размещения индустриальных объектов, необходимых специальных мероприятий по охране БГЦ и повышению их продуктивности и стабильности. Эти характеристики, составленные на основе точных экологических оценок отдельных явлений и процессов, могут послужить основой для математического моделирования и экспериментирования на моделях. Дело это исключительной трудности, но и исключительной важности. В конечном итоге — это единственный путь, страхующий от ошибок во взаимоотношениях с природой.

Реализация этих положений требует резкого усиления работ в области популяционной и эволюционной экологии и биогеоценологии. Здесь нет нужды отмечать даже важнейшие направления этой работы. Но о двух из них сказать необходимо.

Президиум АН СССР принял постановление о развитии биогеоценологических работ, подчеркнув значение исследований на левом (биохимия, молекулярная биология) и правом флангах биологии (популяционная биология, биогеоценология). Это решение

было воспринято биологами экологического фланга как поворотный пункт в развитии советской биологии. Сейчас было бы важно сделать еще один шаг вперед. Будущее биологии — в синтезе обоих направлений. В рамках настоящей статьи достаточно сказать, что БГЦ и популяции — высшие формы биологической интеграции — используют тончайшие биохимические механизмы гомеостатических реакций для поддержания своей целостности в изменяющихся условиях среды. Изучение биохимической индивидуальности как предпосылки популяционного генетического гомеостаза возможно лишь путем синтеза биохимического и экологического направлений. Эта почти не затронутая исследованиями область биологии может оказать революционизирующее влияние на целый ряд отраслей народного хозяйства. Есть, в частности, веские основания полагать, что именно на этом пути будет найдена достойная замена ряда отнюдь не безопасных средств химизации сельского хозяйства. Поэтому целесообразно всемерно поддержать те учреждения, которые уже сейчас способны осуществить синтез левого и правого флангов биологии.

Другой вопрос — традиционный. Необходимо хотя бы в немногих пунктах наладить комплексные исследования биогеоценозов: от изучения геологии, геохимии и геофизики ландшафта до исследования химической регуляции БГЦ и популяционных процессов. Организация стационаров — дело дорогое. Поэтому я считал бы целесообразным наладить научное шефство АН СССР над заповедниками путем организации на их основе комплексных лабораторий, где будут поставлены исследования институтов АН СССР.

В заключение несколько слов о взаимоотношении теории и практики применительно к нашей теме. Конкретизация хорошо обоснованных принципов и методов применительно к местным условиям или специфическим задачам определенной отрасли производства не должна входить в число главных задач академических учреждений или университетов, которые в большинстве случаев не в состоянии ее выполнить. Этому препятствует сама структура научного учреждения. Относительно небольшое число сотрудников высшей квалификации, входящих в состав хорошо оснащенных современным оборудованием лабораторий, может успешно решать определенную теоретическую проблему и разработать приемлемую для производства методику ее исследования. Но эта лаборатория, в силу малочисленности своего персонала, не может уточнить разработанную методику применительно к условиям различных производств и хозяйств.

Следующий этап работы заключается в конкретизации метода в соответствии с задачами определенной производственной организации. Изменяется не только цель работы, но и ее масштаб. Для ее решения в структуре практических организаций (промохотхозяйства, лесхозы, мелиоративные станции, рыбопромысловые хозяйства, станции защиты растений, службы прогнозов в

органах сельского хозяйства и здравоохранения и др.) должны быть созданы подразделения, аналогичные заводским лабораториям. Это, в свою очередь, настоятельно требует подготовки биологов-инженеров различных специальностей. До тех пор пока эта задача не будет решена, научно-технический прогресс в тех отраслях практики, которые связаны с природопользованием, может быть лишь ограниченным и локальным. Поэтому разработка системы подготовки кадров биологов-инженеров (в том числе и разработка программы их подготовки) должна рассматриваться в качестве одной из основных задач экологии на ближайший период. Решая задачу подготовки инженеров-биологов, мы смело можем утверждать: не пассивная «охрана», а разумное, основанное на знании законов жизни биологических макросистем, использование природных ресурсов — наиболее верный путь охраны биосферы.