

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОХРАНЫ БИОСФЕРЫ

Доклад академика
С. С. ШВАРЦА

Влияние индустриализации и урбанизации на биологическую продуктивность нашей планеты общеизвестно. Вряд ли необходимо иллюстрировать это положение новыми примерами. Поэтому я не буду говорить ни о климатообразующей и гидрологической роли лесов, ни о важности поддержания оптимального химического режима внутренних вод, ни об опасности загрязнения океанов. Само распространяющееся на Западе движение «алармистов» (так стали сейчас называть себя люди, тревожащиеся за судьбы нашей биосферы) достаточно красноречиво. Бить тревогу безусловно нужно, однако еще важнее определить конкретные пути решения противоречий между интересами развития современного общества и задачами сохранения биосферы в оптимальном состоянии. Мне кажется, что современная биология, и в частности экология, обладает достаточно развитой теорией, которая позволяет наметить эти пути и может стать научной основой активной охраны биосферы.

Нужно понять, что даже в том случае, если промышленные предприятия будут свято выполнять все меры охраны среды, о которых говорилось в предыдущих докладах, развивающееся общество будет оказывать на природу прогрессирующее воздействие. Замена сложных биогеоценозов агроценозами, строительство городов и различных сооружений, снижающих биопродуктивность громадных территорий, химизация сельского хозяйства, локальное изменение гидротермического режима акваторий и территорий, промышленное использование все большего числа видов животных и растений — эти и многие другие неизбежные спутники современного общества оказывают и будут оказывать на природу все более сильное влияние даже при соблюдении всех мыслимых мер предосторожности. Отсюда следует, что борьба за «здоровую биосферу» должна вестись в двух направлениях: путем сведения к минимуму непосредственных вредных последствий индустриального давления на природу и путем разработки системы мероприятий, обеспечивающих возможность нормального функционирования биосферы и слагающих ее биогеоценозов в новых условиях.

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, чтобы живой покров Земли мог реализовать заложенную в его структуре и организации способность в измененных человеком условиях среды создавать стабильные и продук-

тивные сообщества, должна быть разработана генеральная стратегия поведения индустриального мира по отношению к природе. Задача биологов как раз заключается в том, чтобы содействовать разработке такого рода стратегии. Она 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 такие примеры всем известны. Важнее подкрепить их теоретическими соображениями.

Пока производительные силы природы сильнее производительных сил человека. Как мы ни горды своим могуществом, но это так. 300 млрд t сухого живого вещества планеты, т. е. 300 млрд t активнейших согласованно действующих катализаторов согласованных реакций, выполняющих геохимическую и энергетическую работу, которую еще не в состоянии выполнить человечество. Но силы человека становятся соизмеримыми с силами природы, и, поскольку, как известно, «ломать — не строить», человек уже сейчас может серьезно нарушить согласованность биосферных реакций в пределах крупных регионов, а в отдельных случаях, увы, это делается: мы нарушаем тот баланс биосферы, который и есть основное условие нашего существования. К сожалению, мы вспоминаем об этом лишь в тех случаях, когда дискоординация функций биосферы непосредственно бьет по человеку. Кстати, «охрана природы» — это только выражение, так как охраняем-то мы сами себя. Скажем, реке безразлично, что будет в ней — рыба или фенолостойкие бактерии, а нам это безразлично. Поэтому мне кажется не лишним привести не очень хорошо известные цифры, которые могут показать, как мало еще мы учитываем силы природы, обеспечивающие баланс биосферы.

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 млн t — почти в 10 раз больше, чем весит все людское население Советского Союза. Вес насекомых одних только дубрав нашей страны превышает 250 тыс. t , 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. Специальные эксперименты показали, что за один сезон они трансформируют не менее 100 млн t 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 должным опасением 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. В тех же случаях, когда мы об этом вспоминаем, мы нередко впадаем в состояние, напоминающее истерику.

Недавно громадным тиражом появилась у нас переводная книга П. Фарба «Популярная экология». Превосходно изданная, насыщенная интересными фактами, она действительно завоевала популярность. Но вот ее основной вывод: связи природных явлений столь многообразны и опосредованы, что познать их мы не в состоянии, поэтому наши попытки вмешиваться в жизнь природы, продиктованные самыми благими намерениями, равносильны ремонту телевизора с помощью гаечного ключа. Этот вывод один из наших журналов распространил среди своих читателей миллионным тиражом. Он начинает буквально овладевать массами. Одна-

ко вывод этот не только ошибочен, но и опасен. По сути дела он означает идеализацию природы и объективно обезоруживает человека. У нас уже есть достаточно развитая теория, позволяющая работать в природе отнюдь не по принципу «молотком по телевизору». Возможность есть, но ее надо реализовать.

Экология как наука о жизни природы переживает сейчас вторую молодость. Возникшая более 100 лет назад как учение о взаимосвязи «организм — среда», она на наших глазах трансформировалась в науку о структуре природы, науку о том, как работает живой покров Земли в его целостности. Но работа живого все в большей степени определяется деятельностью человека, поэтому наиболее прогрессивно мыслящие экологи видят будущее экологии в разработке теории создания измененного мира. Не изменять мир мы не можем, — хотим мы того или не хотим, он измениться будет. Значит, мы должны разработать теорию создания измененного мира.

Экология на наших глазах становится теоретической основой поведения человека индустриального общества в природе. Однако, чтобы экология могла справиться с возложенной на нее задачей, необходимо обратить внимание на одну весьма опасную тенденцию в ее взаимоотношениях 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, его работа выглядит в глазах неспециалиста не очень импозантно, так как она далеко не всегда требует внушающего к себе почтение оборудования и далеко не всегда может быть представлена в форме строгих математических зависимостей. Соответственно она далеко не всегда оценивается по достоинству и 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 попытки дать рекомендации, касающиеся активной охраны биосферы, будут аналогичны работе инженера, стремящегося поддержать оптимальную работу автомобиля на основе общей теории двигателя внутреннего сгорания и считающего себя вправе не знать, как работают карбюратор, коробка скоростей или сцепление. Поэтому мне 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 — это элементарная группировка организмов определенного вида, обладающая всеми необходимыми условиями для поддержания своей численности необозримо длительное время в постоянно изменяющихся условиях среды, это 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 потенции 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, я попытаюсь лишь показать, на каких принципах «работает» популяция как биологическая макросистема.

Основной из этих принципов — сигналность. Изменение условий среды приводит к резко повышенной смертности животных. В популяции возникает сигнал «нас становится мало». Этот сигнал вызывает кардинальное изменение физиологии всех членов популяции, направленное к единой цели — мобилизовать все ее экологические резервы 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 популяции в любой подходящий для этого момент. Производительность популяции растет. Чтобы показать масштаб и подлинное биологическое величие подобных преобразований, достаточно сказать, что в генерациях, которым предстоит пережить неблагоприятный период, сохранить жизнь вида до благоприятных для размножения времен, сам темп процесса старения снижается в несколько раз и резко изменяется структура популяции. Относительное число самок сильно увеличивается, а у ряда видов численность популяции возрастает за счет самок, которые 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, губельных для отдельных животных, бесконечно разнообразны. Но один пример нельзя не привести. Когда в популяции 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-каннибалы спасают популяцию от неизбежной гибели, становясь бедой своих родных братьев.

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 основание считать пессимальными. Я не могу останавливаться на конкретных механизмах, определяющих кажущуюся парадоксальность этой ситуации, и отмечу 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 депрессированна, 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.

Популяция определяет свою судьбу, дирижируя физиологическим состоянием слагающих ее индивидов. Однако организмы способны про-

гностически 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, 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 разрушения популяционной структуры.

Не имея, по понятным причинам, возможности подробно обосновать этот важнейший тезис, я вынужден еще раз воспользоваться примером. Климатические катастрофы, не выходящие, однако, за пределы многовековых колебаний, могут снизить численность мелких млекопитающих в десятки и сотни тысяч раз, но через два-три 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, ведут не к катастрофической смертности животных, а к разрушению их популяций. Гибель вида становится при этом лишь вопросом времени.

Правильно понятое и по достоинству оцененное, это важнейшее положение современной экологии даст возможность путем изменения, нередко даже не очень существенного изменения, системы хозяйственного освоения отдельных регионов согласовать интересы развития промышленности и сельского хозяйства с поддержанием оптимального состояния природной среды. Важнейший практический вывод, который может быть в связи с этим сделан, заключается в необходимости создания в нашей стране службы качества популяций.

Я упоминал 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 я остановлюсь только на одном типе этих сигналов — химических. 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 популяции 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 сказать, что метаболиты старших животных сдерживают развитие младших и стимулируют развитие животных более поздних стадий. Система метаболической регуляции работает таким образом, что даже катастрофически высокая смертность не вызывает нарушения популяционной структуры, гарантируя тем самым возможность восстановления численности популяции в кратчайшие сроки.

Мне кажется, что будущее охраны природы лежит в овладении теми сигналами, при помощи которых природа сама себя регулирует.

Освоение методов популяционной регуляции численности животных и растений делает излишними дорогие и опасные методы химического подавления или стимулирования развития организмов. Можно надеяться, что на этом пути будут найдены биологически адекватные методы управления процессами в биосфере. Естественно, что направление исследований в данной области требует координированных работ экологов и представителей других специальностей.

Вторым важнейшим разделом современной экологии является учение о биогеоценозах. Благодаря трудам В. Н. Сукачева и его учеников и сотрудников с термином «биогеоценоз» знакомы, пожалуй, все образованные люди. Учение о биогеоценозе в отличие от учения о популяции приобрело в последние годы широкую известность, поэтому я позволю себе отметить лишь те его аспекты, которые имеют непосредственное отношение к охране биосферы.

Прибегая к достаточно грубой аналогии, можно сказать, что биогеоценоз — это машина, трансформирующая вещество и энергию на нашей планете. В ее основе лежит единство животного-растительного сообщества с косными элементами среды, проявляющееся прежде всего в том, что не только «среда» определяет состав сообщества, но и сообщество, достигнув определенной степени интеграции, определяет все важнейшие параметры неживой составляющей биогеоценоза (климатические условия, химизм подстилающей почву породы, гидрологический режим и т. п.). Жизнь способна сама для себя создавать оптимальные условия среды. Это положение и должно стать основой теории охраны биосферы.

Нельзя забывать, что биогеоценозы и есть та «природа», в которой мы живем, поэтому они должны быть первым объектом нашей охраны. Как ни парадоксально, но в настоящее время лес больше влияет на климат, чем климат на лес, о чем свидетельствует немало фактов. Конечно, это справедливо только в отношении хорошо интегрированных зрелых экологических систем, но большинство экологических систем на земном шаре зрелые, и они оказывают более сильное влияние на климат, чем климат на них.

Принципиальная схема любого биогеоценоза предельно проста: косная компонента — фотосинтезирующие растения — животные-консументы, для которых растения служат пищей, — редуценты, возвращающие почве питательные вещества. Эту схему упоминал в своем докладе А. П. Виноградов. Он же подчеркнул, что к.п.д. использования фотосинтетиками энергии Солнца крайне низок, в среднем для Земли — 0,1%. Можно, пожалуй, добавить только одно: 0,1% — это использование фотосинтетиками энергии Солнца для создания углеводов в растениях. Но мы-то, люди, нуждаемся прежде всего в животном белке. Живая же природа создает животный белок, например, мясо коровы, с колоссальной неэффективностью: наивысший к.п.д. использования в природных условиях энергии для получения животного белка — 0,0042%. Это максимальная цифра, которую мне удалось разыскать. Так что с нашей человеческой точки зрения, биогеоценозы работают совсем не с таким поражающим воображение совершенством, как можно было бы предполагать! Чем разнообразнее биогеоценоз, тем выше его стабильность, помехоустойчивость, но общая его продуктивность при этом падает.

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

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

У этой проблемы есть и иной аспект. Единство биосферы стало в настоящее время аксиомой. Отсюда следует, что повышение общей биологической продуктивности регионов, вклад которых в общую энергетику планеты равен нулю 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 этих регионах нужно, вероятно, вести расчет на то, чтобы повысить как общую биологическую их продуктивность, так и вклад их в обеспечение биосферы кислородом.

Человек, хочет он того или не хочет, все время изымает кислород из атмосферы, снижает фотосинтетическую деятельность растений, и, по-видимому, чрезвычайно важна разработка методов ее усиления там, где это можно сделать сейчас. Так, в настоящее время вклад растительности тундры в кислородный баланс планеты принимается равным 0,2%. Подсчеты показали, что замена мха «бесплодными» травами позволила бы тундре выделять в атмосферу до 10% кислорода по отношению к кислороду, который дает вся суша земного шара. Эти цифры вряд ли нужно комментировать. Следует лишь добавить: как ни велики научные и технические трудности осуществления мероприятий в подобном масштабе, видимо, трудности преодоления психологического барьера (что важно, а что не важно!) окажутся серьезнее.

Еще большее значение в разработке теории охраны биосферы имеют законы жизни биогеоценоза второго порядка. Разрешите пояснить это положение 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... биогеоценоз развалится. Подобная точка зрения самоочевидна и, 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 опыт, проведенный в природе и сопровождавшийся строгими количественными оценками, потребовал пересмотра устоявшихся взглядов. 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 составляет почти 1000 зверьков на гектар, продукция травостоев спускается ниже «спокойной» нормы. Другими словами, система организована таким образом, что давление на низшие ярусы вреда не приносит. На некоторых насекомых экспериментально показано, что максимальная продукция их популяций наблюдается в тех случаях, когда свыше 90% личинок гибнет от болезней.

Подобные наблюдения, а их накопилось уже немало, однозначно свидетельствуют о том, что максимальная продукция определяется не индивидуальными свойствами слагающих биогеоценоз видов, а его структурой. Более того, не общее энергообеспечение биогеоценоза, 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 биогеоценозе.

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! Таким образом, в природе все согласовано.

Другой аспект той же проблемы: вид «заботится» о благосостоянии биогеоценоза в целом. Взрослые лягушки — влиятельные члены наземной подсистемы водно-наземного биогеоценоза. Они откладывают в воду икру, развиваются личинки, молодые 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. В противном случае любое событие в жизни водной или наземной подсистем биогеоценоза привело бы к полной его дезорганизации. Если учесть, что животные, личинки которых развиваются в воде, а взрослая фаза включается в наземные биогеоценозы, выносят из водоемов тысячи тонн биомассы, значение подобных закономерностей станет очевидным. В биогеоценозах связи построены таким образом, что во вред сообществу в целом ничто собственно не работает.

Охрана биогеоценозов — 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 биогеоценоза «ударом молотком по телевизору». В действительности дело обстоит иначе.

Экспериментальное изучение реальных биогеоценозов разных типов показало, что «лицо» каждого из них определяется относительно небольшим числом видов доминантов, образующих биогеоценозическое ядро, и громадным числом видов спутников-сателлитов. Доминанты определяют продуктивность биогеоценоза и характерный для него тип и масштаб геохимической работы, его место в биосфере, сателлиты в значительной степени ответственны за стабильность экологической системы. Познавание взаимоотношений «ядра» и сателлитов подсказывает принципиально новые пути и охраны биогеоценозов и управления их развитием. Если мы достаточно хорошо разберемся в системе взаимосвязи между доминантами и сателлитами, то, я думаю, мы сможем разработать рациональную систему управления жизнью природных ценозов.

Развиваясь в условиях относительной изоляции от других разделов современной экологии, биогеоценология приняла следующую 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, причем обычно в биогеоценозах, уже нарушенных человеком, а в чистом виде не реализуется никогда. Задолго до того, как вид достигает той численности, при которой он может стать нарушителем равновесия биогеоценоза, срабатывают механизмы популяционной регуляции и численность вида снижается до оптимума. Знание структуры биогеоценоза (ядро — сателлиты) и основных механизмов популяционной регуляции протекающих в них процессов — прочная основа 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, чтобы выжить в этой измененной человеком среде. 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 относительно медленно размножающиеся лягушки и сурки стали обладать свойствами, которые их заставил приобрести человек. Эволюция совершается на наших глазах, совершается быстро и в громадном большинстве случаев против человека. 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, формы, 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 возникновения специфически приспособленных вредных форм, содействовать 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. Мне кажется, что эти исследования заслуживают расширения и углубления.



Главной задачей моего доклада было показать, что современная экологическая теория может стать прочной основой решения биологических аспектов проблемы «Человек и биосфера». Области практического применения этой теории трудно обозрими. Поэтому я позволю себе отметить лишь главнейшие направления, по которым должен идти научно-практический поиск:

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 биогеоценозов, отличающихся повышенной стабильностью и характеризующихся повышенной, специализированной функцией биологической очистки;

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

г) разработка и внедрение системы мероприятий, направленных на реализацию перспективного планирования эксплуатации биологических природных ресурсов и исключающих возможность подрыва воспроизводительных сил биосферы, исходя при этом из следующих принципиальных положений: популяция — элементарный объект промысла; биогеоценоз — элементарный объект хозяйственного освоения биосферы.

Кардинальное решение проблемы охраны биосферы требует разработки развернутых характеристик отдельных биомов (степь, лесостепь, тай-

га, предтундровое редколесье, тундра, горные страны). Эти характеристики должны содержать общие рекомендации, касающиеся предельно допустимых форм и масштабов антропогенного воздействия на биогеоценозы разных типов, оптимального размещения промышленных объектов, необходимых специальных мероприятий по охране биогеоценозов и повышению их продуктивности и стабильности. Составленные на основе точных экологических оценок отдельных явлений и процессов, такие характеристики 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 высказанных положений требует резкого усиления работ по популяционной и эволюционной экологии и биогеоценологии. Здесь нет нужды называть даже важнейшие направления этих работ. Но о двух из них сказать необходимо.

Недавно Президиум Академии наук СССР принял постановление о развитии биогеоценологических работ, подчеркнув при этом значение исследований на левом (биохимия, молекулярная биология) и правом флангах биологии. Это решение было воспринято биологами экологического, т. е. правого, фланга как поворотный пункт в развитии советской биологии. Сейчас было бы крайне важным сделать еще один шаг вперед. Будущее биологии — в синтезе обоих направлений. В рамках настоящего доклада достаточно сказать, что биогеоценозы 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 ряд отраслей народного хозяйства. Есть, в частности, веские основания полагать, что именно на этом пути будет найдена достойная замена отнюдь не безопасной химизации сельского хозяйства. Поэтому мне кажется целесообразным всемерно поддержать те учреждения, которые уже сейчас способны осуществить синтез левого и правого флангов биологии.

Другой вопрос — традиционный. Необходимо хотя бы в немногих пунктах развернуть комплексные биогеоценологические работы — от изучения геологии, геохимии и геофизики ландшафта до исследования химической регуляции биогеоценозов и популяционных процессов. Создание стационаров — дело дорогое. Поэтому я считал бы целесообразным установить научное шефство Академии наук СССР над заповедниками путем организации на их основе комплексных лабораторий, где будут проводить исследования академические институты.

В заключение несколько слов о взаимоотношении теории и практики.

Конкретизация хорошо обоснованных принципов и методов применительно к местным условиям или специфическим требованиям 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 в хорошо оснащенных современным оборудованием лабораториях может успешно решать определенную теоретическую проб-

лему 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 применительно к задачам определенной производственной организации. Изменяется не только цель работы, но и ее масштаб. Для ее проведения 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, что в свою очередь настоятельно требует подготовки биологов-инженеров различных специальностей. До тех пор, пока это не будет обеспечено, научно-технический прогресс в тех отраслях практики, которые связаны с использованием природных ресурсов, 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 важнейших задач на ближайший период.

Целесообразно, по-моему, поручить соответствующим отделениям Академии наук СССР составить для Министерства высшего и среднего специального образования СССР развернутые предложения, касающиеся подготовки кадров биологов-инженеров различного профиля. Если подготовка таких инженеров-биологов будет организована, то мы сможем смело утверждать, что разумное, основанное на знании законов жизни биологических макросистем использование природных ресурсов — наиболее верный путь охраны биосферы.