

БУДУЩЕЕ НАУКИ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЕЖЕГОДНИК

**Выпуск
девятый**

**ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЗНАНИЕ»
Москва 1976**

001
Б90

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

**В. И. ГОЛЬДАНСКИЙ, В. А. КИРИЛЛИН,
Б. Г. КУЗНЕЦОВ (председатель),
И. М. МАКАРОВ, В. П. МАСЛИН,
В. И. СИФОРОВ**

**Ответственный редактор
Е. Б. ЭТИНГОФ**



СТАНИСЛАВ СЕМЕНОВИЧ ШВАРЦ — зоолог широкого профиля, эколог, академик, директор Института экологии растений и животных Уральского научного центра АН СССР. Основные направления исследований в последние годы — экологические проблемы Крайнего Севера, эволюционная экология, химическая экология.
Скончался в мае 1976 г.

ЭКОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА: НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ПРОБЛЕМЕ «ЧЕЛОВЕК И ПРИРОДА»

Экология человека — наука, еще не получившая прав гражданства, не определившая своего предмета и метода исследования, — уже стала одной из популярнейших отраслей знания. При этом публицистические статьи резко преобладают над работами экспериментального и теоретического характера. Естественно поэтому, что в экологию человека разные авторы вкладывают разное содержание.

Главная задача работ, имеющих отношение к проблеме экологии человека, заключается в том, чтобы продемонстрировать влияние урбанизации и индустриализации отдельных территорий и акваторий Земли на состояние природной среды. Большое значение подобных исследований очевидно: человек должен знать не только непосредственные, но и отдаленные, косвенные последствия своей деятельности. Однако большинство работ этого

направления страдает одним общим недостатком: в них практически отсутствует конструктивная программа действий. То, что промышленность оказывает на состояние природной среды серьезное влияние, несомненно. Несомненно и то, что любые меры предосторожности (совершенно необходимые) и любая степень совершенствования производства (замкнутые циклы и т. п.) лишь ослабят степень воздействия человека на природу, но не ликвидируют опасность ухудшения природной среды (хотя бы по одному тому, что самое культурное производство изымает из биологического круговорота громадные территории и акватории). Мне кажется, что это положение должно быть очевидным для любого человека, не склонного к самообольщению. Но из этого отнюдь не следует, что человек должен идти по линии свертывания производства.

Тезис «назад к природе» всегда был, по существу, реакционен, а в настоящее время он и антинаучен. Борьба за прогрессирующее повышение уровня жизни людей требует неуклонного развития промышленности (и сопровождающей ее урбанизации). И дело здесь не только в том, что «индустриализация» (в широком смысле слова) повышает производительность труда и приводит к благоприятным социальным последствиям. Не менее важно, что при современной численности населения неиндустриальные методы производства оказывают на развитие природной среды не менее пагубные последствия, чем применение самых «грозных» (с точки зрения традиционного понимания охраны природы) индустриальных комплексов. Эта сторона дела совершенно обходится «алармистами» (от англ. *to alarm* — бить тревогу), что создает совершенно ложные (нередко опасные) представления о путях развития общества.

В качестве иллюстрации этой важной закономерности приведем наблюдения одного из крупнейших современных натуралистов — директора зоопарка в Дрездене В. Ульриха *. В своей книге «Казиранга — животный рай на Брампутре» он приводит данные, показывающие, к каким последствиям ведет примитивное хозяйство индийского крестьянства. Увеличение плотности населения привело к выгеснению лесов, к замене их степными и полевыми сообществами. В качестве топлива используется сухой помет коров (широко известные в Средней Азии «кизяки»). Ежегодно сжигается 300 млн. т «кизяков» (энергетический эквивалент 68 млн. т. дров или 35 млн. т угля). Естественный круговорот вещества в природе оказался нарушенным: травоядные животные потребляют растения, но почве не возвращаются изъятые из нее вещества, они сжигаются. В этих условиях превращение громадных территорий «рая» в пустыню — это лишь вопрос времени. «Чертов круг», по

* Статью В. Ульриха «Исчезнут ли дикие звери?» см. в пятом выпуске ежегодника «Будущее науки» (1972). — Ред.

выражению Ульриха, замкнулся. Где же выход? Только в одном: в развитии промышленности, которая заменит «кизяки» углем и нефтью, даст минеральные удобрения, которые возвратят обедненной почве ее плодородие.

Проблемы «охраны среды» не столь просты, как это кажется «алармистам». Знаменитый препарат ДДТ (ныне запрещенный) вызвал гнев (гнев справедливый) со стороны всех людей, любящих природу, всех, кто понимает грозную опасность нарушения природного баланса. Но в той же Индии на хижинах крестьян в долине Брампутры белыми буквами указана дата последнего применения ДДТ: препарат спас миллионы людей от малярии. Проблема оказалась неизмеримо сложнее, чем казалось в начале века. Стало ясным, что эмоции не могут заменить знания, что нужна наука, которая позволила бы согласовать интересы развития современного общества и его индустриальной основы с поддержанием оптимальной природной среды. Очевидно, что подобной наукой могла бы стать экология человека. Поэтому необходимо попытаться определить ее специфику.

Прежде всего полезно задать себе «странный» вопрос: а является ли экология человека экологией? Однако этот вопрос странен лишь на первый взгляд, ведь говорим же мы об «анатомии буржуазного общества», хорошо понимая, что в данном случае слово «анатомия» — это простое заимствование термина одного цикла наук у другого, не более чем *façon de parler*. Это предположение могло бы найти себе оправдание и в том, что на многих совещаниях (в том числе и на заседании «круглого стола» «Вопросов философии» в ноябре 1972 г.) профессиональные экологи оказываются в совершенно явном меньшинстве. Не было бы ничего страшного, если бы экология человека оказалась вполне самостоятельной наукой — не экологией. Но тогда неизбежно встал бы вопрос о роли экологии (в точном и привычном смысле слова) в решении глобальной проблемы «человек и природа».

В последнее время сложилась практика определять комплекс глобальных проблем взаимодействия человека и природы как глобальную экологическую проблему, а комплекс наук, исследующих эту проблему, — как глобальную экологию, или экологию человека. Против такого употребления самого термина «экология» вряд ли стоит возражать, поскольку это тоже не более чем *façon de parler*. Экология как отрасль биологии сложилась в 60-х годах XIX века и имеет вполне определенный предмет в биологическом познании. Экология человека складывается в 60—70-х годах XX века и объединяет комплекс наук с разным предметом и методом для решения глобальной экологической проблемы.

Это различие следует подчеркнуть, поскольку нам представляется крайне важным определить роль экологии в изучении законов развития человеческой цивилизации и на этой основе определить

содержание рождающейся на наших глазах новой науки — экологии человека.

Задача экологии заключается в изучении законов, которые управляют жизнью животных и растений в естественной среде обитания. Можно полагать, что в ближайшем будущем развитие экологии приведет к дальнейшей консолидации ее основных задач. и экология трансформируется в науку о биологических системах надорганизменного уровня интеграции — популяциях и биогеоценозах*, однако в настоящее время в экологии явно различаются три раздела: факториальная экология, популяционная экология и биогеоценология** . Пятая Всесоюзная экологическая конференция (Москва, 1973) показала, что подобное понимание экологии в целом верно отражает современное состояние этой науки и удовлетворяет большинство специалистов—экологов. Поэтому при анализе соотношения понятий «экология» и «экология человека» целесообразно исходить из указанного определения.

Человек — живое существо, и любые колебания внешних условий (изменение температуры, влажности, атмосферного давления и парциального давления кислорода, химизм воды и т. п.) отражаются на его состоянии. Поэтому «факториальная экология человека» имеет, казалось бы, право на существование. Но, во-первых, действие любого фактора внешней среды на человеческий организм опосредуется экономическими и социальными факторами. Вряд ли нужно доказывать, что человек, работающий на открытом воздухе в не очень хорошей одежде, воспринимает изменение температуры не так, как человек, работающий в помещении, оборудованном кондиционерами и другими благами цивилизации. Поэтому «факториальная экология человека» неизбежно потеряла бы свою экологическую специфику. Можно, конечно, возразить, что есть и такие факторы среды, «снять» которые не в силах современная техника и цивилизация (изменение атмосферного давления, ионизация воздуха и т. п.). Однако соответствующие главы физиологии

* О них см. в статье Н. Н. Данилова и С. С. Шварца «О биологических макросистемах», опубликованной в ежегоднике «Наука и человечество. 1975». — Ред.

** Многие исследователи уже в настоящее время ограничивают задачи экологии исследованием биологических систем высших уровней интеграции — Г. Г. Винберг, 1973; Е. Одум (США, 1959); Р. Маргалеф (Испания, 1969) и др. Симптоматично определение Одума: экология — это «изучение структуры и функции природы». В целом я придерживаюсь близкой точки зрения. Но нельзя забывать, что эта точка зрения не всеобщи. Так, один из основоположников современной экологии, Ч. Элтон (Англия), в новом издании своей «Экологии животных» (1973) пишет: «Экология означает отношение животных и растений к среде». В обзорной теоретической статье Н. П. Наумова сказано, что принципиально неправильно определение экологии как науки о взаимоотношениях организмов со средой, а в предисловии к I тому ныне хорошо известного издания «Advances in Ecological Research» его редактор И. Крагг (Англия) подчеркивает, что экологию можно определить как изучение взаимосвязей между организмами и физическими компонентами их среды.

человека (физиология труда, физиология сна и отдыха, спорта и т. п.), медицины и социологии справятся с возникающими проблемами несравненно лучше, чем экология человека. Естественно, что, изучая, например, влияние климата на организм человека, современная курортология или другая частная медицинская дисциплина будет опираться на опыт экологии (чем в большей степени, тем лучше), но использование одной наукой выводов другой — не причина для провозглашения новой науки. Я убежден, что внедрение экологического мышления в теорию и практику медицины, экономики и социологии более плодотворно, чем создание «факториальной экологии человека», основное содержание которой неизбежно сведется к анализу медицинских, экономических и социологических проблем.

Если сомнение в целесообразности развития «факториальной экологии человека» как самостоятельной науки возникает у меня преимущественно по мотивам практическим и организационным, то сомнение в «популяционной экологии человека» имеет принципиальную сторону.

Главное содержание «популяционной экологии» заключается в изучении пространственной структуры популяций, их генетического состава, механизмов динамики численности, соотношения разных возрастных групп, факторов ранжирования и группообразования, внутривидовых средств сигнализации и связи, консолидирующих популяцию в единое целое и т. п. В этом отношении популяция человека и популяции животных — это принципиально разные явления, подчиняющиеся разным законам: первые — социальным, вторые — биологическим. Нельзя же, в самом деле, серьезно обсуждать вопрос о том, не играет ли химическое маркирование территорий роль регулятора пространственной и возрастной структуры популяции не только у животных, но и у человека. Подобных отнюдь не риторических вопросов можно было бы поставить немислимое множество. Анализ любого из них показал бы, что прямой перенос эколого-популяционных закономерностей с животных на человека приводит к абсурду, нередко отнюдь не безвредному. Если такой великий мастер эколого-эволюционных исследований, как австрийский ученый К. Лоренц, пытаясь экстраполировать на человека выводы, полученные на животных, пришел к заключению, которое можно обобщить в двух словах: «агрессия — фактор прогресса», то нетрудно себе представить, к чему может привести широкое распространение зоологического подхода к анализу законов, которым подчиняется жизнь популяций человека, жизнь общества.

Сказанное отнюдь не означает, что закономерности, вскрытые популяционной экологией, не должны учитываться науками, изучающими человека. Никто лучше эколога не знает, как много популяционных явлений в поведении человека. Многие проявления «эф-

фекта группы» в преформированном виде наблюдаются и в общественной жизни людей. Психология «популяционного доминанта» дает о себе знать чаще, чем мы это представляем (особенно в спорте и в детских коллективах). Различные формы стресс-реакций играют в жизни человека едва ли не большую роль, чем в жизни животных. Взаимосвязь динамики территориальной структуры популяций с динамикой ее генетического состава заслуживает тщательного изучения социологов и демографов. Не меньший интерес представляет и исследование взаимосвязи между возрастной структурой популяции и динамикой народонаселения. Все это так. Подобных примеров можно было бы привести много. Тем не менее нет основания говорить о «популяционной экологии человека», ибо главная задача популяционной экологии (ее конечная цель, придающая ей самостоятельность) заключается в исследовании законов динамики численности, законов становления и саморегуляции популяций как элементарных форм существования вида. Частные вопросы (некоторые из них мы назвали выше) служат решению этой основной задачи. Жизнь человеческих популяций, как уже сказано, подчиняется иным, социальным, а не экологическим законам. Поэтому нам представляется, что «популяционная экология человека» не заслуживает выделения в самостоятельный раздел науки, хотя социология, социальная психология, психология, демография и другие науки о человеке не могут не учитывать выводов «популяционной экологии». Но и при этом нельзя забывать, что между структурой и функцией популяций животных и человека различие принципиальное, неизмеримо большее, чем между физиологией человека и животных. Этому утверждению могла бы быть дана развернутая аргументация, нам же оно представляется самоочевидным.

Третий раздел современной экологии — биогеоценология (экология сообществ, учение об экосистемах; в данном случае дело не в названиях) заслуживает в плане определения задач экологии человека более пристального внимания. Суть учения В. Н. Сукачева о биогеоценозах заключается в единстве живых и косных составляющих (компонентов), в котором ведущим, активным началом является живое. Здесь не место входить в детали учения В. Н. Сукачева, но последнее обстоятельство должно быть подчеркнуто особо, хотя бы по одному тому, что оно слишком часто забывается. В развитых сообществах изменения биогеоценозов подчиняются прежде всего биологическим закономерностям*. В эволюции биосферы активное начало принадлежит живому. основополагающие работы В. И. Вернадского ясно показали, что развитая Жизнь стала ведущим фактором геологического развития

* Изменения неживых компонентов биогеоценозов, имеющих характер катастроф (извержения вулканов, землетрясения и т. п.), не учитываются.

планеты. Эволюция живого привела к созданию принципиально нового элемента Земли — биокосного вещества, почвенного покрова. Биологические, а не физико-химические и геологические закономерности определяют темпы и формы трансформации вещества и энергии на нашей планете. Вот почему представление об экологии как учении о структуре и функции природы (Е. Одум) вполне оправдано. Но этого мало.

С появлением человека и развитием человечества положение вещей в корне изменяется. Деятельность человека все в большей степени определяет структуру и функцию биогеоценотического покрова Земли, функцию биосферы и тем самым становится фактором планетарного значения. Возникла «ноосфера». В последней статье, опубликованной при жизни автора, «Несколько слов о ноосфере» (1944) В. И. Вернадский пишет следующее: «Ноосфера есть новое геологическое явление на нашей планете. В ней впервые человек становится крупнейшей геологической силой. Он может и должен перестраивать своим трудом и мыслью область своей жизни, перестраивать коренным образом, по сравнению с тем, что было раньше. Перед ним открываются все более и более широкие творческие возможности» («Биосфера». М., 1967, с. 356).

Свое воздействие на биосферу, на природу человек оказывает в форме взаимодействия между человеческими коллективами и окружающей живой и косной природой. Характер этого взаимодействия определяется, с одной стороны, развитием производительных сил и производственных отношений (в их конкретном проявлении — в данное время и в данном месте), а с другой — свойствами природной среды, в которой развивается и с которой взаимодействует данный социальный коллектив.

Первое положение не требует пояснений. Примитивные земледельческие племена Африки, ежегодно сжигающие громадные территории саванн и лесов (весенние палы), оказывали на природу принципиально иное действие, чем хозяйственная деятельность их потомков, осваивающих современную горнорудную промышленность. Теоретически кажется ясным и обратное положение: одинаковая хозяйственная деятельность в разной среде ведет к различным следствиям. Ограничимся простейшим примером. Громадное количество промышленных и сельскохозяйственных производств (практически почти все) возможно лишь благодаря биологической самоочистке водоемов и почвы. В противном случае накопление загрязненных сточных вод очень быстро сделало бы существование человека невозможным. Но в условиях умеренной климатической зоны самоочистка реки происходит при удалении на 200—300 км от места загрязнения, а на Крайнем Севере — до 2000 км (С. М. Драчев). Естественно, что это требует коренного изменения технологии практически любого производства, — захоронения или нейтрализации отходов. К сожалению, «зональный принцип»

крайне медленно внедряется в производство и не стал еще генеральной стратегией индустриальной политики. Причина этого заключается вовсе не в косности отдельных хозяйственников, как это нередко приходится читать в газетах и популярных книжках (нерадивые хозяйственные руководители будут всегда, но не они определяют прогресс общества). Главная причина заключается в отсутствии развернутой теории, описывающей общие закономерности взаимоотношений природы и общества (именно общества как определенной социально-экономической системы, а не отдельного человека), учитывающей принципиальные изменения этих взаимоотношений в различных социально-экономических системах.

В создании подобной теории мы видим существо экологии человека.

Разработка подобной теории должна исходить из некоторых общих принципов. Мне кажется, что важнейший из них заключается в неизбежности прогрессирующего антропогенного изменения природной среды. Стремление любой ценой сохранить «природу» (в большинстве случаев подразумевается живая природа) в условиях современного урбанизированного ландшафта в ее первозданном, «естественном» состоянии противоречит и теории и практике. Это очень ответственное утверждение, так как его легко истолковать как отказ от борьбы за охрану природы. Нам же представляется, что признание неизбежности антропогенного изменения природных компонентов должно быть положено в основу реалистической политики по охране природной среды. В основу этой политики могло бы быть положено следующее утверждение: экологические системы в индустриальном и урбанизированном мире не могут быть сохранены в первозданном, естественном состоянии, но нет никаких объективных причин для их неизбежного ухудшения. Изменение природной среды (ее отход от «естественного» состояния) нет никаких оснований считать ее ухудшением. В Западной Европе (за исключением некоторых горных районов и заповедников) практически не осталось естественных лесов. Но вряд ли можно утверждать, что современные лесные биогеоценозы Европы хуже исходных.

Затронутый вопрос может быть проиллюстрирован на примере полезащитного лесоразведения и других грандиозных мероприятий, проводимых в нашей стране.

Здесь не место обсуждать технологию полезащитного лесоразведения и анализировать характер влияния лесных полос на урожайность степного полеводства. В рамках нашей темы важнее подчеркнуть их значение как фактора «обогащения природы» (при всей расплывчатости этого термина мы хорошо понимаем, что он обозначает). В далеком 1940 г. мне в составе группы студентов Ленинградского университета довелось обследовать некоторые

лесостепные полосы Заволжья. Неизгладимое впечатление о Богдинских посадках сохранилось у меня до сих пор.

Полосы расположены в резко засушливой зоне Нижнего Заволжья. Бесконечная выжженная солнцем степь. Небольшая гора Богдо (170 м), у подножья которой простирается знаменитое соленое озеро Баскунчак, на фоне однообразной равнины кажется горным хребтом. Типичная растительность полукустарников с преобладанием полыни. Из птиц резко преобладают жаворонки. Многочислен степной орел, для которого популяции суслики создают прочную кормовую базу.

Лесные посадки, заложенные здесь в 1925 г. и занимающие территорию чуть больше 100 га, создали в безводной полупустыне новый тип биогеоценоза. Видовой состав деревьев весьма богат (вяз, берест, тополь, дуб, клен, белая акация, тамариск, груша, шелковица). Деревьям в пустыне приходится туго — их высота редко превышает 3—4 м, листва опадает рано, естественное возобновление резко сокращено. Без постоянной помощи человека Богдинские полосы не могли бы существовать. Тем не менее они содействуют увеличению урожая сельскохозяйственных культур и привели к обогащению фауны. Здесь стали обычными такие лесные птицы, как иволга, чернолобый сорокопуд и сорокопуд-жулан, пеночка-весничка, обыкновенная славка, соловей, горихвостка. Появляются и лесные виды насекомых, происходят изменения в почвенной флоре и фауне. Возник особый биоценоз, более богатый, чем биоценозы окружающей степи. Первое (и немалое) время этот биоценоз нуждается в помощи человека. Но со временем он окрепнет, сам для себя создаст лучшие условия среды и его уже трудно будет отличить от биоценозов естественных. Старые лесные посадки делают этот вывод достаточно обоснованным.

Перенесемся мысленно с юга на Крайний Север. Стационар нашего института расположен в поселке Лабытнанги — пригороде Салехарда. Лабытнанги — семь лиственниц. Так местные жители переводят название поселка. Здесь, на пределе северного распространения леса, деревья еще могут расти и образовывать на сухих возвышенностях своеобразные лесные оазисы в тундре. Но они нуждаются в охране. И вот на нашем стационаре, расположенном на небольшом холме, энтузиасты посадили ряд видов деревьев местных пород — ель, лиственницу, несколько видов берез. И зашумел на стационаре лес. Адрес стационара — Зеленая Горка. Для того чтобы его найти, не нужно спрашивать дорогу. Зеленая Горка оазисом выделяется на окружающем фоне. Подобные лесные биоценозы в тундре могут быть созданы без особого труда, так как природа уже создала для этого необходимые предпосылки — формы деревьев, способных произрастать далеко за пределами лесной зоны.

Мне уже не раз приходилось писать о «Хадытинском феноме-

не». Так один из журналистов после беседы со мной назвал лесной оазис на реке Хадыга в Ямальской тундре. Здесь настоящий лес: лиственница, ель, береза, красная смородина, черемуха (она зацветает здесь в середине июля), жимолость, на лугах — травы по пояс. Не будем сейчас говорить о том, чем объясняется «Хадытинский феномен». Обратим внимание на другое. Местные растения превосходно приспособились к субарктическому климату. Они могли бы быть использованы в качестве бесценного посадочного материала для создания подобных лесных оазисов во всей южной тундре. Эта работа, стоимость которой по сравнению со стоимостью работ по промышленному освоению Крайнего Севера исчезающе мала, имела бы планетарное значение. Многовековой спор — кто наступает: тундра на лес или лес на тундру — мог бы быть решен в пользу леса и (об этом и надо помнить в первую очередь) в пользу человека.

Хорошо известно, какое благотворное влияние оказывает на природные комплексы пустынь создание каналов и других искусственных водоемов. Для того чтобы оценить масштаб этих изменений, достаточно указать, что с созданием Каракумского канала возникла вторая по величине область зимовки водоплавающих птиц в Средней Азии. Ежегодно в районе канала останавливается на зимовку более 300 тыс. птиц. Так как условия зимовки в значительной степени определяют численность птиц на будущих гнездовьях, значение Каракумского канала для поддержания численности птиц в нашей стране в целом трудно переоценить.

Ограничимся приведенными примерами и попытаемся ответить на вопрос: что такое «хорошая» экосистема и что такое экосистема «плохая», что такое «хороший» биогеоценоз и что такое биогеоценоз «плохой»? На подобные вопросы отвечать всегда трудно, хотя интуитивно мы все понимаем, «что такое хорошо, а что такое плохо». Тем не менее в первом приближении на поставленный нами вопрос ответить можно. «Хороший» биогеоценоз должен отвечать следующим основным требованиям.

1. Продукция (биомасса) всех основных звеньев трофических (пищевых) цепей высокая. Характерное для антропогенных ландшафтов резкое преобладание фитомассы над зоомассой выражено не резко. Это обеспечивает синтез большого количества кислорода и синтез большого количества продуктов животного и растительного происхождения.

2. Высокой продукции соответствует высокая продуктивность. Производство «продуктивность \times биомасса» максимально. Это создает предпосылки для быстрой компенсации возможных потерь биомассы на отдельных трофических уровнях в результате случайных или закономерных внешних воздействий. Это обстоятельство особенно важно. Высокая продукция не гарантирует высшую компенсаторную активность. Теория показывает, что богатейшие тро-

пические леса не могли бы выдержать ту степень промысловой нагрузки даже в течение нескольких лет, которую в течение многих веков выдерживает наша скромная северная тайга *.

3. Структура системы в целом и разнородность отдельных трофических уровней обеспечивают высокую стабильность (гомеостаз) биогеоценоза в широком диапазоне внешних условий. Высшее совершенство гомеостатических реакций характерно не только для популяций доминирующих видов животных и растений, но и для экосистемы в целом. Поддержание биоценоза в состоянии динамического равновесия обеспечивает состояние гомеостаза неживых составляющих биогеоценоза, в том числе и гидрологического режима территории и газового состава атмосферы. Экосистема обладает высшей степенью «помехоустойчивости».

4. Обмен вещества и энергии протекает с большой скоростью. Процессы редукции (распада) обеспечивают вовлечение в биогеоценотический круговорот всей продуцируемой биоценозом биомассы в течение немногих годовых циклов. Это обеспечивает максимальную скорость биологической самоочистки системы.

5. Высшая степень продуктивности и стабильности экосистемы сопровождается высшей «резервной активностью» — способностью к быстрой перестройке структуры сообщества и к быстрым эволюционным преобразованиям популяций доминирующих видов при изменении внешней среды. Это обеспечивает поддержание биогеоценоза в оптимальном состоянии при изменении условий среды.

Если биогеоценоз удовлетворяет указанным требованиям, есть все основания считать его хорошим, независимо от того, развивается ли он в естественной или урбанизированной среде. Отсюда следует, что перспективная задача экологии человека заключается в разработке метода, способствующего развитию «хороших биогеоценозов» в условиях антропогенного ландшафта. При этом мы сталкиваемся с еще одним вопросом принципиальной трудности: должны ли мы стремиться создавать «хорошие» экосистемы по всей Земле или достаточно сосредоточить внимание на некоторых, специально отведенных «под природу» местах, подвергая остальную часть планеты ничем не лимитируемой урбанизации? Этот вопрос очень важен, разберем его с известной детализацией.

Как говорилось, примеров, показывающих, что человек может не только ухудшать, но и улучшать природу, можно было бы привести много. К их числу, несомненно, надо также отнести ликвидацию эндемичных очагов особо опасных заболеваний, резкие сокращения площади потенциальных очагов размножения саран-

* Причина этого кажущегося парадокса ясна. В процессе эволюции тайга как экологическая система приспособлена к частым «естественным катастрофам», связанным с колебаниями погоды и климата.

човых, осушение ряда территорий, служащих постоянным источником массовых размножений кровососущих двукрылых (настоящего бича не только человека, но и многих животных, переносчиков опаснейших заболеваний) и т. п. Человеку есть чем гордиться и в рассматриваемой нами области. К сожалению, однако, большинство из приведенных примеров — локальны. Дело не в том, что если начать подсчитывать «случаи», когда деятельность человека пошла на пользу природе и когда во вред, то, по всей вероятности, баланс получился бы отрицательным (хотя «счет» здесь был бы и не столь разгромным, как это нередко представляется). Дело в том, что природа должна быть улучшена всюду, всюду, где бы ни был человек, он должен жить в условиях оптимальных. Думать, что мы и наши не столь уж отдаленные потомки смогут ограничиваться созданием природных парков, в которых будет сохранен природный ландшафт как место отдыха, музей и хранилище генофонда, а сам человек будет жить в каменных джунглях, сооруженных по последнему слову санитарной техники (кондиционеры и т. д.), — так думать весьма опасно. Дело не только в том, что пища и кислород человеку будут нужны всегда. И вряд ли по-хозяйски обеспечение человечества кислородом перекладывать на плечи техники, даже если эта задача и может быть решена.

Но давайте пофантазируем. Допустим, что мы научились изготавливать синтетическую пищу, кислородом нас обеспечивает химическая промышленность, техника обеспечивает оптимальный гидрологический режим всей планеты... Все это требует колоссального развития техники, но в принципе возможно. В этом случае сможем ли мы обойтись «без природы»?

Здесь автор должен коснуться очень тонкого вопроса, риска приобрести репутацию современного Паганеля, ратующего за природу ради ее первозданной красоты. Нет. Автор, увы, не поэт, скорее «физик», чем «лирик», к березкам и мотылькам подходит с позиций анатома, а не поэта. Но именно поэтому кажется важным затронуть еще один необычный аспект проблемы. Все мы знаем, что общение с природой способствует созданию у человека хорошего настроения. Хорошее настроение — вещь, несомненно, важная. Но можно ли сравнивать такую трудно уловимую субстанцию, как «настроение», с такими земными проблемами, как обеспечение человека пищей, жильем и другими земными благами? Последние данные науки говорят не только о возможности, но и необходимости такого сопоставления.

Одной из наиболее быстро развивающихся современных биологических наук является этология — наука о поведении животных. Показателем высокого признания вклада этологии в современную науку является присуждение трем ее основателям — К. Лоренцу, К. Фришу (Австрия) и Н. Тинбергену (Англия) —

Нобелевской премии. Один из важнейших выводов современной этологии сводится к следующему. Каждому виду животных свойствен стереотип поведения, определяющий возможность жить и продолжать свой род. Однако стереотип поведения проявляется лишь во вполне определенной среде — среде не только (и не столько) в физическом, но, главное, в психологическом смысле слова. Непривычная обстановка, иногда ничтожные ее изменения приводят к нарушению того нервно-психологического настроя, который определяет возможность реализации стереотипа поведения. Чем выше организация животного, тем выше способность нервной системы к приспособлению к необычным внешним стимулам. Но ни один вид животного не свободен от среды в ее психологическом аспекте. Этот вопрос заслуживал бы подробного специального рассмотрения, но мы ограничимся лишь примером, который должен пояснить сказанное. Животное попадает в неволю. Заботливый и грамотный хозяин (зоопарк) обеспечивает питомца всеми необходимыми кормами, поддерживает в вольере оптимальную для вида температуру и влажность, избавляет от врагов, паразитов, болезней, но животное постепенно становится все более вялым, «тоскует» и погибает.

«Тосковать» по родине животное не может (это умеет только человек), да во многих случаях оно ее никогда и не видело. В течение многих веков в Индии используют слонов в качестве рабочего скота. Но вплоть до последнего времени оказывается более легким отлавливать, приручать и обучать диких слонов, чем заставить рабочих слонов размножаться в неволе. А ведь они продолжают жить у себя на родине. Чего же им не хватает для поддержания нормального физиологического состояния? Громадный успех в разведении диких животных в неволе (сейчас в зоопарках размножаются не только слоны, но и носороги, гориллы и тупайи) позволил сделать вывод, по своему значению далеко выходящий за пределы чистой зоологии. Оказалось, что для поддержания нормального психофизиологического состояния животному необходима естественная для него среда, естественные нервно-психические раздражители, которые никакими витаминами и кондиционерами заменены быть не могут.

Сейчас много говорят и пишут о стрессе, о вреде нервных перегрузок. Но нельзя забывать и о другой стороне медали. Возьмем таких интересных животных, как тупайи. Это небольшие, обитающие в лесах Южной Азии зверьки, относящиеся к отряду насекомыхоядных, но очень близкие к предкам обезьян, а значит, и человека. По некоторым признакам их поведения оказалось возможным точно определить, сколько времени животное находится в стрессовом, а сколько — в спокойном состоянии. Выяснилось, что, если более 50—60% времени бодрствования зверек находится в состоянии нервного напряжения, он погибает. Но если периоды

нервного напряжения снижаются за 10%, зверек тоже гибнет. «Царствовать лежа на боку» (вспомним сказку Пушкина), оказывается, не менее вредно, чем непрерывно нервничать.

Нет сомнения в том, что нервная система человека обладает неизмеримо большей способностью адаптации к «эволюционно-непривычным» условиям, чем нервная система любого животного. Но вряд ли можно сомневаться и в том, что человек не свободен от влияния среды на его психофизиологическое состояние. Единственная «привычная» (в эволюционном плане) среда человека, обеспечивающая его оптимальное психофизиологическое состояние, — это природа, которая не может быть заменена даже самой лучшей имитацией. Совершенство нервной системы человека создает возможность адаптации к непривычным условиям. Но чем раньше мы зададим себе вопрос «какой ценой» — тем лучше. Есть достаточно веские основания полагать, что поддержание (а в ближайшей исторической перспективе — создание) оптимальных природных (естественных) условий всюду, где живут и работают люди, следует рассматривать в качестве одной из важнейших задач общества. Живая природа, общение с миром живых существ — неперемнное условие поддержания того нервно-психологического настроя, который необходим для оптимального физиологического состояния человека. Естественно, что эта задача может быть поставлена только в условиях социалистического общества.

О возможности решения этой грандиозной задачи говорит способность организмов создавать процветающие популяции в поистине экстремальных условиях среды. Достаточно сказать, что популяции некоторых видов растений в течение немногих поколений приобретают генетически закрепленную способность создавать продуктивные и стабильные популяции, казалось бы, не в просто неблагоприятной, а в отравленной среде, например, на землях, обогащенных свинцом, медью, никелем, да и к тому же при явном недостатке кальция и фосфора. К числу подобных видов относится, например, полевица *Agrostis tenuis* — ценное кормовое растение (Х. Райли, США). Вполне возможно и создание сообществ, работающих в качестве специфических «нейтрализаторов» потенциально вредных отходов промышленности. Среди бактерий известны, например, специализированные «нефтедеструкторы», эффективность работы которых повышается в присутствии ванадия и цинка. Подобные примеры, конечно, не более чем иллюстрация, но иллюстрация недостаточности используемых возможностей. Так как подробный анализ затронутого вопроса не входит в нашу задачу, то мы ограничимся лишь еще одним примером. Никотин — страшный яд. Излюбленный прием устрашения курильщиков: никотин одной сигареты убивает лошадь — отнюдь не гипербола. Но ведь посевы табака нуждаются в специальной защите от «бес-

страшных» насекомых. Это ясно указывает, что принципиальных преград для развития специализированных сообществ в уникальной среде нет. А это значит, что человек должен помочь полезным видам животных и растений адаптироваться к новым условиям существования, должен овладеть процессом эволюции. Сейчас эта задача звучит почти фантастически, но уже через несколько лет она займет свое место в будничных планах институтов и лабораторий. Более того, она может быть поставлена на вполне профессиональном уровне уже в настоящее время.

Могущество человека, его кажущаяся власть над природой привели к убеждению, что природа — всего лишь пассивный объект нашего воздействия. Применительно к неживой природе это в известной степени справедливо, но живые организмы отнюдь не пассивны по отношению к антропогенным воздействиям. Хорошо известно, что длительное применение ядов приводит к созданию ястойких насекомых, бактерий и других организмов. Приходится или постоянно увеличивать дозу яда, или постоянно менять ядохимикаты. И то и другое — лишь временная (и отнюдь не безопасная) мера, свидетельствующая прежде всего о нашем бессилии.

Тщательные исследования, проведенные в разных странах на разных организмах, показали, что новые свойства организмов (в рассматриваемом случае их ястойкость) — результат их приспособительной эволюции, их приспособления к условиям существования, которые создаются человеком. Под влиянием быстро изменяющихся условий среды эволюция идет значительно быстрее, чем это предполагалось ранее. Это значит, что человечество столкнулось с необходимостью разработать методы управления ходом эволюционного процесса, которые позволили бы свести к минимуму возможность приспособительной эволюции вредных форм и создавать полезные формы, способные давать максимальную биологическую продукцию в измененной человеком среде. Исследования показали, что эта задача вполне разрешима.

Оказалось, что любая популяция процветающего вида обладает колоссальным резервом скрытой изменчивости. При изменении условий среды эта скрытая изменчивость мобилизуется, что проявляется в быстром изменении генетического состава популяции, в ее генетическом приспособлении к своеобразным условиям. Современная экология обладает методами, позволяющими направить ход эволюционной изменчивости популяций в желательном для человека направлении. Пока мы умеем делать это лишь на модельных объектах в экспериментальных условиях. Но теория подсказывает уже пути направленного вмешательства в эволюцию природных популяций в естественной среде обитания. Можно предвидеть, что это будет означать коренной поворот в наших отношениях с природой. Возникнет реальная возможность создания специфически приспособленных форм, способных давать

богатую биологическую продукцию в условиях ландшафтов антропогенного происхождения.

Другой аспект проблемы сводится к разработке методов управления не развитием популяций отдельных видов, а жизнью сообществ в измененной человеческой деятельностью среде. Следует отметить еще раз, что «индустриализация» не всегда губительна для биосферы.

Более того, некоторые общие изменения, которые вносит индустриализация в среду, можно рассматривать как фактор, потенциально благоприятствующий развитию биосферы. Повышение содержания CO_2 в атмосфере создает предпосылки для формирования сообществ повышенной продуктивности, обладающих высокой способностью к самоочищению. Человеческая деятельность резко усиливает энергетический обмен в экосистемах, что способствует общему «омолаживанию биосферы» (Р. Маргалевф), ускоряет эволюционный процесс и создает объективные предпосылки к развитию прогрессивных биогеоценозов. Многие (хотя, к сожалению, далеко не все) работы по обводнению пустынь, мелиорации земель, осушению болот, ликвидации эпизоотий «работают» в том же направлении.

Сказанное отнюдь не означает, что автор не видит и другой стороны вопроса — возникновения индустриальных пустынь, загрязнения водоемов, деградации лесов и других последствий (отнюдь не неизбежных) научно-технического прогресса. Это, однако, известно сейчас всем, об этом много говорят и пишут, этому вопросу посвящаются конференции и специальные издания (в том числе и периодические — «*Ecologist*» — в Англии, «*Das Leben*» — в ФРГ и т. п.). Поэтому важно подчеркнуть другую сторону вопроса: существование объективных предпосылок для развития процветающих природных комплексов на урбанизированных территориях.

Человеческая деятельность оказывает на природу неисчерпаемо разнообразное действие. Однако в первом приближении это, повторим еще раз, неисчерпаемое, необозримое разнообразие может быть сведено к двум основным явлениям.

1. Снижение численности (или вымирание) отдельных видов, представляющих для человека непосредственную ценность, не связанное с общим ухудшением состояния природной среды. Строительство плотин или других гидротехнических сооружений в принципе может и не вызывать ухудшения среды (а может вызвать и улучшение), но влечет за собой сокращение численности ценнейших проходных рыб. В подобных случаях задача эколога заключается в разработке специальных мероприятий, которые позволили бы путем специальных технических мероприятий создать возможность для процветания популяций рыб в новых условиях. В подобной ситуации эколог должен работать в тесном содружестве с

экономистами и инженерами на самых первых этапах проектирования.

Возможен и иной подход к проблеме. Перспективной может оказаться работа по созданию специализированных непроходных (оседлых) форм (рас) аборигенных видов. Здесь нет возможности входить в специальные детали этого вопроса, но реальность его постановки могла бы быть показана на конкретных примерах. Речь идет о создании специализированных форм животных и растений, способных давать высокую биологическую продукцию в новой среде обитания. Работа эта, безусловно, очень трудная, во многих отношениях пионерская, но экологи должны быть к ней готовы, так как возможны случаи, когда экономические и чисто инженерные соображения делают первый путь решения задачи практически невозможным. Однако и эта работа (работа уже чисто экологическая) должна планироваться на стадии проектирования, ее затраты должны предусматриваться в общем проекте строительства.

2. Деятельность человека вызывает общее ухудшение (или во всяком случае изменение) природной среды, что имеет следствием существенное обеднение фауны и флоры, разрушение биogeоценозов со всеми вытекающими последствиями*. Это явление уже принципиально иного свойства, чем угроза гибели отдельного вида. Любимый вид животного или растения биологически уникален. Его вымирание — принципиально невосполнимая утрата. С вымиранием морской коровы человечество потеряло (по-видимому, навсегда) возможность создать морское домашнее животное. К сожалению, это становится понятным *post factum*, и мы, люди, не знаем, что мы теряем, когда вымирает любой, пусть самый скромный вид организмов. Поэтому нельзя ставить вопрос так: среда изменилась, один вид вымер, мы его заменим другим**.

В отношении природных сообществ допустима иная постановка вопроса. Надо уметь смотреть правде в глаза. Целый ряд промышленных и сельскохозяйственных мероприятий, абсолютно необходимых для прогресса общества, для обеспечения благосостояния людей, делает, как уже было сказано, объективно невозможным сохранение биogeоценозов в их первоначальном состоянии. Стремление сохранить природные сообщества в их первоначальном виде любой ценой заранее обречено на неудачу. Это значит, что на основе ясных представлений о том, что такое «хороший биogeоценоз», должна быть проведена работа по созданию новых биogeоценозов (может быть, нообиogeоценозов), выполняющих свою плане-

* Необходимо подчеркнуть, что подобная ситуация может возникнуть и при строжайшем соблюдении всех мыслимых мер технического порядка по охране природы.

** Истребление даже явно вредных видов должно проводиться с крайней осторожностью. Не случайно термин «щадящая борьба» стал весьма популярным среди работников защиты растений.

тарную функцию не хуже естественных. Зная, как человек изменяет среду (в данном месте, на данном уровне развития экономики и техники, в данной физико-географической среде), зная требования, которые предъявляют к среде отдельные виды, зная потенциальные возможности их эволюционной изменчивости, зная законы их сложения в сообщества и, наконец, зная законы, которыми определяются продуктивность и стабильность сообществ и эффективность их самоочистки, эколог может разработать генеральную схему развития процветающих биогеоценозов в урбанизированной среде. Эта схема может быть реализована лишь в комплексе с мероприятиями по промышленному освоению края, она должна рассматриваться как неперенная составная часть общего плана развития страны. Поэтому работа эколога в этом направлении вполне заслуживает названия экологии человека.

Основная задача этого раздела науки, по нашему мнению, должна заключаться в разработке общей схемы развития биогеоценотического покрова единого экономико-географического региона. Эта работа исходит из технико-экономических предпосылок и (такова логика науки!) завершается выходом в экономику на новом, более высоком уровне, завершается разработкой генеральной схемы развития экономики края, сопровождающейся оптимизацией биогеоценотического покрова Земли.

Решение этой задачи требует кардинально новых подходов к общим биологическим проблемам. Расскажем об одном из путей научных поисков в рассматриваемом направлении.

Из сказанного ранее кажется очевидным, что поддержание оптимального природного режима на освоенных человеком пространствах требует направленного изменения видового состава биоценозов и численности доминирующих видов. В той или иной степени человек делает это уже сейчас. Практический пример — истребление (или ограничение численности) вредных форм. Делается это иногда успешно, иногда — без видимого эффекта, но всегда абиологическим путем — путем внесения в среду принципиально чуждых ей веществ, нередко — ядов. Мы действуем в данном случае по принципу: из двух зол выбираем меньшее. Есть, однако, и иной путь: действовать так, как действует в подобных ситуациях сама природа.

В последние годы в пределах экологии стала бурно развиваться новая ее отрасль — химическая экология. Это очень молодая наука, совсем недавно состоялся первый симпозиум, подводивший первые ее итоги. Главный вывод химической экологии может быть сведен к следующему: в процессе своего роста и развития организмы выделяют в среду химические вещества, которые работают в качестве регуляторов популяционных процессов. В нашем институте мы исследовали этот вопрос очень подробно на личинках лягушек и насекомых и на рыбах. Было установлено, что животные

в процессе своего развития выделяют в среду специфические вещества (экзометаболиты), которые определяют скорость роста и развития других особей. Оказалось, что экзометаболиты не только разных видов, но и разных генетических линий популяции одного вида специфичны; они по-разному действуют (ускоряют или тормозят рост и развитие, определяют скорость деления клеток, задерживают или ускоряют метаморфоз и т. п.) на животных разных генотипов, разных стадий развития, разных размеров и т. п. Иными словами, химический сигнал воспринимается членами данного сообщества как приказ, регламентирующий скорость их размножения, роста, развития. При высокой численности животных данного вида экзометаболиты сдерживают их размножение. Для того, чтобы показать, какого совершенства достигает экзометаболическая регуляция популяционных процессов, достаточно сказать, что один и тот же химический фон, создаваемый популяцией определенного вида, сдерживает развитие животных на ранних стадиях развития и ускоряет развитие старших (возможны и обратные ситуации), тормозит рост «своего» вида и ускоряет развитие «чужого» и т. п.

Остается добавить, что экзометаболиты действуют в ничтожных концентрациях. Все это уже твердо установленные факты. Они открывают перед нами заманчивые перспективы.

Если «химический код», определяющий развитие определенного вида (или группы экологически сопряженных видов), будет расшифрован (для наиболее изученных видов мы уже близки к этому) и аналоги соответствующих метаболитов будут синтезированы, то борьба с определенным видом сведется к тому, что в среду его обитания будет подан соответствующий химический сигнал, ограничивающий численность вида хозяйственно и биоценотически допустимыми нормами.

Экспериментами в природе показано, что химическая (экзометаболическая) сигнализация определяет не только численность вида, но его «качество», генетическую структуру его популяций. Это значит, что химический код определяет в конечном итоге и структуру биоценоза (через численность доминирующих видов), и структуру популяций составляющих его видов, и их численность. Овладев химическим кодом регуляции биоценотических и популяционных процессов, мы получим возможность управлять сложнейшими природными процессами, не опасаясь неблагоприятных побочных последствий. Это гарантируется не только высшей специфичностью действия метаболитов, но и ничтожной продолжительностью «жизни» экзометаболитов: уже через несколько дней они теряют свою активность.

Мы с известной подробностью остановились на одной из проблем, сама постановка которой знаменует новые подходы к проблеме «человек и природа». Естественно, однако, что решение

этой проблемы во всей ее сложности требует расширения исследований во многих направлениях. Важнейшие из них следующие.

1. Изучение экологии урбанизированных биогеоценозов. Исследование биогеоценозов, развивающихся под влиянием различных форм антропогенного воздействия на фоне различных физико-географических условий. Все это позволит установить предельно допустимую норму антропогенного воздействия разного характера в пределах разных биомов (биом — вся совокупность животных и растений данного района).

2. Изучение обратного влияния изменения природной среды на человека и общество. Это приведет к составлению эколого-экономических характеристик крупных регионов Земли.

3. Конструирование идеальной схемы гармоничного развития биогеоценотического покрова единого экономико-географического района.

4. Конструирование идеальной схемы гармоничного развития природы и экономики единых географических систем.

5. Разработка генеральной схемы оптимального развития экономики края, сопровождающегося оптимизацией биогеоценотического покрова.

В развитии экологии человека значительная роль принадлежит «традиционной» экологии — отрасли биологического знания. Связующим звеном между этими науками служит учение о биогеоценозах, развивая которое, экология вносит свой вклад в решение глобальных проблем взаимодействия человека и природы.

«Из поля зрения советских ученых не должны выпадать обострившиеся за последнее время проблемы окружающей среды и народонаселения, — отмечено в Отчетном докладе ЦК XXV съезду партии. — Улучшение социалистического природопользования, разработка эффективной демографической политики — важная задача целого комплекса естественных и общественных наук» (Материалы XXV съезда КПСС», стр. 73.) В этот комплекс входит и экология человека. ■