

ISSN 0131-2506

# охота

и охотничье хозяйство

7

1988



# БИОСФЕРА И ЧЕЛОВЕК

Н. ТИМОФЕЕВ-РЕСОВСКИЙ,  
профессор

**З**адача настоящей статьи — краткое и неизбежно конспективное изложение той проблемы, которая, по моему мнению и по мнению многих современных ученых, является «проблемой № 1» современного естествознания и естествознания ближайшего предвидимого будущего. Это проблема взаимоотношения численно растущего и приумножающего свою промышленно-техническую мощь человечества с биосферой нашей планеты, частью которой само человечество является и с которой человечеству предстоит наладить рациональные, разумные взаимоотношения. Без таких рациональных взаимоотношений человечеству может угрожать уже в предвидимом будущем очень много неприятностей.

Сперва напомним некоторые предпосылки, из которых приходится исходить, определяя вышесказанное как «проблему № 1». Мы сейчас переживаем время, которое некоторые демографы и экономисты называют временем «демографического взрыва»: ускорение прироста численности людей на Земле. Сейчас нас около 4 млрд, по расчетам демографов, к 2000 г. будет около 7—7,5 млрд; некоторые демографы считают возможным предсказывать, что через 100 лет людей на Земле будет больше 20 млрд. Последние предсказания, видимо, менее точны, но, во всяком случае, мы вправе утверждать, что современный демографический взрыв будет иметь некоторую инерцию и какого-нибудь резкого снижения темпов прироста численности людей на Земле в ближайшее время ожидать не приходится. 100 лет — это три человеческих поколения. Следовательно, такая очень высокая численность людей на Земле ожидается к тому времени, когда Землю будут населять внуки и правнуки современных людей. Значит, это не какое-то туманное и отдаленное, а действительно предвидимое будущее.

Экономисты и различные специалисты в соответствующих областях считают, что если люди будут хозяйствовать на Земле вполне рационально и организованно — примерно так, как они хозяйствуют сейчас (и на тех научных основах, на которых ведется эксплуатация всех полезных ископаемых, всех сил природы, и в особенности живых сил биосферы Земли), Земля сможет прокормить и убаготворить примерно от 10 млрд до 15 млрд людей. Из этого следует, что через три поколения значительной части людей — если люди чего-то существенного не предпримут — будет «ничего делать» на Земле. Тут и возникает эта «проблема № 1». Очень часто, к сожалению, современные люди думают, что живая пленка Земли — биосфера нашей планеты является лишь основой питания людей, что она поставляет углеводы, белки и жиры, которые к тому же во

все большем масштабе мы сможем производить как-то синтетически («благодаря развитию химии лет через 50 мы, вместо того чтобы завтракать, обедать и ужинать, будем, дескать, глотать пилюли»). Надо сказать, что это довольно наивная утопия, и такого не будет. Биосфера, это, конечно, не просто «фабрика пищи» для людей.

Основное значение биосферы заключается не в снабжении человечества пищей, а в поддержании планетарного равновесия на лике Земли. Нормальная биогеохимическая работа биосферы поддерживает равновесное состояние газового состава атмосферы и — в основном — поддерживает нормальный состав природных вод (природные воды — это не  $H_2O$ , а более или менее сложный набор различных растворов). Следовательно, благополучное состояние биосферы Земли определяет не только пищевое богатство людей, но и нормальное равновесное состояние всего лика Земли, включая человечество. Можно сказать, что если люди загубят биосферу Земли, то им просто нечего будет есть, им нечем будет дышать и нечего будет пить.

После таких, несколько пессимистических, на первый взгляд, предпосылок и прогнозов, я постараюсь в очень краткой форме показать, что, теоретически рассуждая, если люди действительно «возьмутся за ум» и поймут, что взаимоотношение человечества и биосферы — это действительно «проблема № 1», то сделать можно очень много. Положение вовсе не трагично, и наша Земля может прокормить, наверное, не 20 млрд людей, а много больше.

Чтобы кратко рассмотреть эту проблему, начнем с самой общей схемы биосферы. Открытая система: энергия поступает в нее извне в виде солнечной энергии (другими источниками космической энергии, кроме солнечной, пока, по крайней мере по нашим представлениям, можно количественно пренебречь). В биосфере эта энергия используется живыми организмами. Растения-фотосинтетики, микроорганизмы-хемосинтетики превращают эту солнечную энергию с помощью своих систем и ряда веществ в органику. В этом заключается замечательная сторона жизни планеты Земля.

Биосферу можно назвать фабрикой макромолекул. Мелкомолекулярный материал превращается в крупномолекулярный в знаменитом большом веществоно-энергетическом круговороте. Этот круговорот не замкнутый: из него есть выход. Часть веществ и энергии из этого гигантского биологического круговорота биосферы выходит, образно говоря, «в геологию». Значительная часть осадочных горных пород — иногда на 100%, иногда в меньшей степени — обязана жизнедеятельности организмов. Кроме того, происходит отложение органики в почвах, микрофлора почв минерализует эту органику, часть этих уже относительно простых солей поступает обратно в гигантский биологический круговорот, а часть уходит в растворы и с растворами (почвенными, подпочвенными, грунтовыми водами) уходит к базису эрозии —

в Океан. Следовательно, биосфера Земли — это гигантская открытая система со своим входом и своим выходом.

Рассмотрим, что же можем мы, люди, проделать с этой системой биосферы, чтобы не портить ее, а повышать ее производительность. Начнем с краткого, совершенно общего определения. Мы сейчас примерно знаем общую биомассу нашей планеты. В. И. Вернадский ее определил как  $10^{14}$  т, сейчас считают —  $10^{15}$  т. Много это или мало? Все зависит от точки зрения. По сравнению с массой планеты — мало. Но, с другой стороны, это с трудом воображимое конкретно количество живого вещества. Однако нас должна интересовать не биомасса сама по себе, а биологическая производительность Земли. Все на нашей планете в конечном счете конечно: запасы полезных ископаемых можно когда-то (одни скоро, другие не скоро) истощить, все неживое можно рассеять. Лишь живое вещество характеризуется тем, что живые организмы живут, растут, плодятся и умирают. Это вечное движение, смена жизни и смерти. Теоретически в биосфере Земли мы имеем некий вечный капитал, вечно дающий проценты в виде биологической производительности.

Общее понятие о биологической производительности очень просто и понятно каждому: наша сельскохозяйственная деятельность сводится к тому, что мы собираем урожай. Мы сеем на гектаре 2,5—3 ц пшеницы и собираем с него 10—20 ц. Вот это и есть производительность, нас интересующая. Совершенно ясно: если мы выведем какую-то пшеницу, которая в наших условиях будет давать не одно, а два поколения за сезон, биологическая производительность удвоится. Отсюда видно, что в понятие «биологическая производительность» входит среднее время, необходимое для завершения биологического цикла теми или иными живыми организмами. Чтобы определить биологическую производительность нашей Земли, достаточно знать биомассу, нужно знать, так сказать, еще «среднюю оборачиваемость оборотных средств», т. е. среднюю длительность биологических циклов. Скорости биологических циклов в живой природе, как известно, варьируют в очень широких пределах: от 20 мин у некоторых бактерий до 750 лет у мамонтова дерева. Казалось бы, для того чтобы в первом приближении, как это сделано для общей биомассы Земли, определить биологическую производительность нашей планеты, нужно просто разбить существующие миллионы видов живых организмов на группы по скорости биологических циклов. А затем раздельно для каждой такой группы примерно высчитать биомассу входящих в эту группу видов.

Это не сделано, и не сделано по одной весьма существенной причине. Все мы знаем, что Карл Линней в XVIII в. создал основы современной систематики; систематика занималась инвентаризацией форм — видов. Но до сих пор биологи, прельщаясь новинками и презируя порой классические направления в зоологии, ботанике и микробиологии, не дали себе труда хотя бы «полуколичественно» инвентаризировать свое живое окружение. А выше я уже отметил, что для подсчета в первом приближении биологической производительности нашей планеты такая инвентаризация — необходимая вещь. Отсюда важный завет от «проблемы № 1» всем, имеющим дело с наукой: не презирать зоологию, ботанику и микробиологию — это

\* Статья перепечатывается с небольшими сокращениями.

честные и совершенно нужные людям дисциплины. Только они, эти дисциплины, через полуколичественную фаунистiku и флористику дадут основу для определения общей биологической производительности Земли.

Перед тем как перейти к основному — к рассмотрению вопроса, как же мы, люди, можем выйти из положения, не только не ухудшив, а улучшив работу биосферы Земли, необходимо напомнить одно очень существенное обстоятельство. В окружающем нас мире почти нет вещей в состоянии идеальных континуумов<sup>1</sup>. Рассмотрим это положение применительно к жизни. В. И. Вернадский любил говорить о «всюдности» жизни. Действительно, жизнь характеризуется всюдностью: мы сейчас уже знаем, что горные вершины, полярные ледяные области не лишены жизни, и всюду, даже в этих экстремальных условиях, жизнь никогда не представлена моноспецифичными континуумами, состоящими из одного вида, а всегда представлена биоценозами, сообществами. Эти сообщества, населяющие конкретные пространства на лике Земли, и суть биогеоценозы, впервые определенные нашим выдающимся соотечественником В. Н. Сукачевым. Биогеоценозы являются всегда в определенной степени дискретными, имеющими свои границы элементарными хорологическими<sup>2</sup> подразделениями биосферы Земли. Одной из главных характеристик биогеоценозов служит вектор стока, и поэтому биогеоценозы являются элементарными единицами биогеохимической работы биосферы. Это всегда нужно иметь в виду. Биогеоценозы находятся вечно во взаимодействии друг с другом, и все вместе они-то и образуют гигантский биосферный биологический круговорот. Биогеоценозы (и вся биосфера) находятся в состоянии относительных длительных динамических равновесий. Если бы не человек и<sup>2</sup> не вызванные без участия человека какие-либо «аварии» в биосфере (пожары, катастрофические наводнения, землетрясения), большинство ландшафтов (луга, болота, леса и т. д.) долго, — а с помощью в значительной мере развитого В. Н. Сукачевым пыльцевого анализа мы знаем, что и очень долго, — сохраняется примерно в том виде, в каком они находятся и сейчас. Даже в Европе есть леса почти десяти тысячелетней давности. А с другой стороны, мы знаем, что даже простенький биоценоз какого-нибудь сухого сосняка на песочке есть сообщество, состоящее из примерно 1000 видов живых организмов.

Эти сложнейшие сообщества находятся в состоянии длительных динамических равновесий с «косными», по выражению В. И. Вернадского, условиями существования. Благодаря этому биосфера Земли и работает так, как она работает, и поддерживает равновесное состояние и в других оболочках нашей планеты, в частности поддерживает длительное равновесное состояние газового состава атмосферы, растворов природных вод и т. д.

Одной из первых научных проблем, которая может быть решена еще до того, как мы произведем полуколичественную инвентаризацию окружающей нас фауны



и флоры, должно быть математическое моделирование таких сложнейших равновесных состояний в биогеоценозах, а затем и каких-то равновесных состояний высшего порядка во взаимодействии многих пространственно соседствующих биогеоценозов. Это интереснейшая проблема, изучение ее только начинается, к ней привлекается все большее и большее число математиков-энтузиастов, положение которых тяжелое в том смысле, что им приходится, будучи математиками, т. е. людьми абстрактного мышления («важно, чтобы корректно выведены были формулы, а дальше хоть трава не расти»), параллельно знакомиться с тем, как трава растет, т. е. знакомиться с тем биологическим материалом, обработкой которого они занимаются. Эта работа уже началась, но не следует обольщаться: она еще не скоро закончится. А результаты ее нужны будут скоро.

Теперь рассмотрим, что же можно сделать с биосферой. Начнем со входа, куда поступает солнечная энергия. Ясно, что используется жизнью не вся солнечная энергия, а лишь та ее часть, которая поглощается в основном зеленым покровом Земли — растениями-фотосинтетиками (по принципу — непоглощенная энергия не работает). К счастью, разные виды растений-фотосинтетиков обладают различным к. п. д. фотосинтеза. И вот тут опять приходится отметить наше презрение к «немодному» и описательному в науке: физиологи растений занимаются интересными вещами, но, к сожалению, относительно простая работа по определению, хотя бы в первом приближении, к. п. д. фотосинтеза у разных видов и групп растений проделана в до смешного малых масштабах. В ближайшем предвидимом будущем, по-видимому, придется просто обязать физиологов наряду с интересными их делами в каком-то размере проделывать работу по определению к. п. д. фотосинтеза у все большего числа видов растений. Эта работа важна потому, что эти к. п. д. сильно и очень сильно различаются: мы знаем на нескольких сотнях изученных видов, что они могут отличаться на порядок величин.

Биостанция Миассово располагалась в центре Ильменского государственного заповедника. Г. Попов [«Наука и жизнь», № 3, 1988] дважды говорит о «секретной лаборатории Миассово, на Урале», но это ошибка. Биостанция Миассово была полевым стационаром лаборатории Биофизики Уральского филиала АН СССР. В одном из этих домов [крайний справа, правая половина] Зубр жил во время летнего полевого сезона с 1955 по 1964 г. Однажды он мне сказал: «А знаете, годы, проведенные в Миассово, — самое счастливое время моей жизни».

Итак, из поступающей солнечной энергии ниже десятка процентов поглощается зеленым покровом, и из этого количества солнечной энергии действительно «срабатывает» в фотосинтезе опять-таки лишь некоторая незначительная часть, порядка +10%. Отсюда следует очень важный вывод: общая работа первичных продуцентов прямо пропорциональна плотности зеленого покрова Земли. И вот первое правило для нас (если мы хотим жить в качестве культурных цивилизованных людей на Земле, а не варварами): нужно не уменьшать, а всеми мерами увеличивать среднюю плотность зеленого покрова Земли, потому что это прямо пропорционально увеличивает первичную биологическую производительность биосферы.

Некоторые прикидочные подсчеты позволяют предполагать, что при использовании уже имеющихся промышленно-технических мощностей и средств можно примерно в два раза увеличить среднюю плотность зеленого покрова Земли, в широком смысле этого слова. А двойное увеличение биологической производительности Земли — это то, что через 100 лет человечеству совершенно необходимо.

Рассмотрим большой биосферный круговорот дальше. Люди сейчас совершают перевод все больших и больших площадей биосферы из состояния природных ландшафтов и биогеоценозов в состояние культурных (к сожалению, часто бескультурных) ландшафтов и биогеоценозов. Но на этом пути у человечества огромные возможности. С помощью того, что уже

<sup>1</sup> От лат. continuum — непрерывное, сплошное.

<sup>2</sup> Хорологическими, т. е. пространственными.

известно и что человек по технической своей мощи уже может делать, можно сейчас рационально перестраивать как природные, так и в особенности культурные биогеоценозы. При этом нужно исходить из двух очень существенных предпосылок. Во-первых, надо исходить из хотя бы приближенного знания условий равновесия в сложных сообществах. Эта перестройка не должна приводить к биологическим катастрофам типа той, что вызвана расселением кроликов в Австралии, захламления больших территорий никому не нужными сорняками и т. д. И, во-вторых, при перестройке биогеоценозов надо исходить из желательности заменять виды с низкими к. п. д. фотосинтеза видами с высокими к. п. д. На этом пути, как показывают ориентировочные расчеты, можно еще в 2—3 раза увеличить биологическую производительность биосферы Земли. Значит, без каких-либо утопических новых научных открытий, теми средствами, которые уже есть в распоряжении человечества, и можно в предвидимом будущем повысить производительность биосферы в среднем в 5 раз.

Мы рассмотрели энергетический вход и круговорот биосферы. Остается выход в геологию. На геологическом выходе из биосферного круговорота людям выгодно получать макро-, а не молекулярные материалы. И это можно сделать. Для этого тоже не нужно каких-то принципиальных научных открытий, а нужно лишь как следует заняться проблемой, решение которой в течение последних пятидесяти лет как-то не очень продвигается: проблемой сапропеля.

Мы все с вами время от времени едим сапрпель (поскольку и у нас во все кондитерские изделия поступает некоторое количество сапрпеля). Больше и лучше всех используют сапрпель японцы, у которых высший сорт сапрпеля идет в пищу человеку, второй сорт — в корм скоту, а третий используется в качестве органических удобрений и возвращается обратно в почву. Так вот, несмотря на наличие Сапрпелевой комиссии в Академии наук СССР, ряда сапрпелевых лабораторий и у нас, и за рубежом, все-таки мы не знаем точно, как получается сапрпель. И не знаем, почему в одних озерах на дне воючий ил лежит, а в других — преотличный сапрпель. Людям нужно научиться стопорить в нужном месте минерализацию биосферных продуктов и ловить «на выходе» в геологию не «известку», а «сапрпель», не микро-, а макромолекулярные материалы. И на этом, как уверяют специалисты, можно еще получить увеличение биологической производительности биосферы в 1,2—1,3 раза.

Как видно, картина, несмотря на пессимистические предпосылки, получается в общем оптимистическая. Есть ли на самом деле основания для оптимизма или их нет? Это решать человечеству в целом своими организационными мерами. Во всяком случае, с научной стороны, со стороны естествознания, дело обстоит оптимистично.

Человек может современную свою промышленность привести в такое состояние без каких-либо новых, утопических изобретений, чтобы не портить биосферу. Для этого в первую очередь нужна должная охрана природы и ее богатств, должный надзор за использованием, прежде всего живых богатств (все время памятуя, что живые богатства — вечный капитал, в идеале дающий вечные проценты). В об-



Этот почерневший от времени дом, где находились лабораторные помещения биостанции Мнасосо, все мы называли «Корпусом». На первом этаже «Корпуса» располагался рабочий кабинет Н. В. Тимофеева-Ресовского.

щем, человечеству нужно строить свои хозяйственные мероприятия так, чтобы не подрывать работы биосферы.

Во вторую очередь нужно срочно всеми силами и, главное, всем своим психологическим устремлением современным людям настроиться на перестройку биосферы. Нужно повышать плотность зеленого покрова (включая океан, моря, озера, реки); повышать биологическую производительность природных и искусственных биогеоценозов, повышая процентное содержание видов с высокими к. п. д. фотосинтеза, с одной стороны, и сокращая среднюю длительность биологических циклов — с другой.

И, наконец, надо в предвидимом будущем на «выходе в геологию» держать инженеров-биотехников и стремиться к тому, чтобы получать максимум «сапрпеля», а не «известки». Все это в принципе возможно.

Чтобы закончить этот очерк, остается отметить следующее. Как видно, всюду в биосфере мы сталкиваемся с замечательным биологическим равновесием. Биологическое равновесие — это в то же время центральная теоретическая проблема биогеоценологии. Первое, что мы должны познать — уже в предвидимом будущем — это условия и механизмы равновесия внутри биогеоценозов и условия и механизмы нарушения этих равновесий. Добавлю, что, когда мы говорим о равновесии, под этим не понимается «вечного» равновесия. Биогеоценозы — динамические системы. Всем ботаникам широко известны сукцессии, состояния климакса растительных сообществ. Поэтому под «равновесием» подразумевается длительное динамическое равновесие. Даже в этом кратком очерке «проблемы № 1», проблемы биосферы и человечества, видно, какое большое практическое значение имеет развитие биогео-

ценологии. Нам в этой области не следует отставать. Мы являемся наследниками длительной, почти двухсотлетней традиции развития естествознания в этом направлении: от М. В. Ломоносова через минералога (и не только минералога) В. М. Севергина, далее через идеи великого натуралиста В. В. Докучаева до его ученика — создателя учения о биосфере В. И. Вернадского и последователей Докучаева и Вернадского — Г. Ф. Морозова, В. Н. Сукачева. Мы должны явиться продолжателями и носителями этой традиции общего естественно-исторического подхода к рассмотрению и изучению того, что нас окружает на Земле.

«Проблема № 1» требует уже сегодня пристального внимания не только биогеоценологов, но и генетиков, биогеографов, зоологов, ботаников, микробиологов, гидробиологов, ландшафтоведов, географов, климатологов, геологов, геохимиков, всех естествовников, а также математиков и инженеров. Поэтому в заключение очерка мне кажется целесообразным перечислить некоторые (в ряде случаев тесно связанные друг с другом и перекрывающиеся проблемы и вопросы, решение которых должно в первую очередь привлечь внимание исследователей):

а) количественная и полуквантитативная инвентаризация фауны и флоры в наземных, водных и педоценозах, определение биомассы и связанной с нею биопродуктивности различных ландшафтов и регионов мира;

б) возможно полное изучение веществно-энергетических круговоротов в различных биогеоценозах;

в) всестороннее изучение культурных биогеоценозов (агроценозов);

г) работы в области экспериментальной биогеоценологии в природе и на модельных биогеоценозах и в их важнейших компонентах (почвах, растительном покрове, гидроценозах и т. д.);

д) оценка последствий хозяйственно-промышленной деятельности человека и разработка рациональных принципов природопользования;

е) разработка принципов рационализации взаимоотношений между развивающимся хозяйством человека и развитием биологической производительности природных биогеоценозов;

ж) экспериментально-теоретическое изучение проблемы динамического равновесия и его нарушений в биогеоценозах как основной задачи, связанной с пониманием структуры и биогеохимической работы биосферы и с возможными мелиоративными преобразованиями ее участков;

з) построение математических и машинных моделей для анализа процессов, текущих в популяциях и биогеоценозах, что связано в первую очередь с решением проблемы динамических равновесий в сообществах живых организмов;

и) разработка подходов к изучению проблем эволюции биогеоценозов.

Жизненная необходимость человечества делает совершенно неизбежным и необходимым вынесение «проблемы № 1» в конкретный план всего естествознания. В нашей стране к этому обязывают нас и передовые традиции отечественной науки, и важность решения ее при построении коммунистического общества.

Фото из архива О. ГУСЕВА, публикуются впервые