

*К 60-летию
Великого
Октября*

АКАДЕМИКИ РАССКАЗЫВАЮТ

**УЧЕННЫЕ О ДОСТИЖЕНИЯХ
СОВЕТСКОЙ НАУКИ**

**МОСКВА
„МОЛОДАЯ ГВАРДИЯ“
1977**

001
А38

Х у д о ж н и к и
Г. БОЙКО,
И. ШАЛИТО

А $\frac{70500-183}{078(02)-77}065-77$

© Издательство «Молодая гвардия», 1977 г.

СОДЕРЖАНИЕ

- АКАДЕМИК А. АЛЕКСАНДРОВ**
ОБ ЭНЕРГЕТИКЕ БУДУЩЕГО ● 4
- АКАДЕМИК Н. ФЕДОРЕНКО**
О ЛЮДЯХ, МАТЕМАТИКЕ И ЭКОНОМИКЕ ● 20
- АКАДЕМИК Н. ЖАВОРОНКОВ**
О НОВОЙ КРАСОТЕ МИРА ● 38
- АКАДЕМИК Б. ПЕТРОВ**
О ПЕРВЫХ ШАГАХ ВО ВСЕЛЕННУЮ ● 60
- АКАДЕМИК Р. САГДЕЕВ**
ОБ ОРБИТАХ ДРУЖБЫ И ПОИСКА ● 70
- АКАДЕМИК В. ГЛУШКОВ**
О КОМПЬЮТЕРАХ В ЖИЗНИ И НАУКЕ ● 78
- АКАДЕМИК Б. КАДОМЦЕВ**
О КВАНТАХ И ЗВЕЗДАХ ● 102
- АКАДЕМИК Н. МЕЛЬНИКОВ**
О ДИАЛОГЕ ЧЕЛОВЕКА С ПРИРОДОЙ ● 128
- АКАДЕМИК В. ЭНГЕЛЬГАРТ**
О ПРОНИКНОВЕНИИ В ТАЙНЫ ОСНОВ ЖИЗНИ ● 150
- АКАДЕМИК АМН Е. ЧАЗОВ**
О СЕРДЦЕ
И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ ● 178
- АКАДЕМИК С. ШВАРЦ**
О ЧЕЛОВЕКЕ В ИНДУСТРИАЛЬНОМ МИРЕ ● 212



Академик
С. Шварц
о человеке
в индустриальном
мире

Слово «экология» сейчас знают все: экология стала одной из модных наук. Когда сегодня в газетах и журналах говорят об экопиде или о нарушении экологического равновесия, то уже не считают нужным объяснять значения этих терминов — предполагается, что всем известно и так. И в общем-то оно верно, потому что, в бытовом понимании слова, экология — это наука о взаимодействии в природе, точнее, в живой природе.

Экология как отрасль биологии сложилась в 60-х годах прошлого века. Своей задачей она поставила изучить законы, которые управляют жизнью животных и растений в естественной среде обитания. У нас в стране экологическим исследованиям посвятили себя многие выдающиеся ученые, среди которых первым следует назвать академика В. Сукачева. В начале 40-х годов он создал новое направление в естествознании, ставшее составной частью сегодняшней экологии — биоценологию. Суть учения В. Сукачева о биогеоценозах заключается в единстве живых и косных компонентов, в котором ведущим, активным началом является живое.

Вот эта особая, определяющая активность живого должна быть как-то подчеркнута, по одному тому хотя бы, что оно слишком часто забывается. В развитых сообществах изменения биогеоценозов подчиняются прежде всего биологическим закономерностям — разумеется, изменения неживых компонентов биогеоценозов, имеющие характер катастроф (извержения вулканов, землетрясения и т. п.), не учитываются. В эволюции биосферы активное начало принадлежит живому — это отчетливо продемонстрировали работы другого крупнейшего советского ученого, академика В. Вернадского. Он доказал в своих трудах, что развитая жизнь стала ведущим фактором геологического развития планеты. Эволюция живого привела к тому, что создан совершенно новый элемент Земли — почвенный покров, бионосное вещество. Биологические, а не физико-химические или геологические закономерности стали отныне определять темпы и даже формы трансформации вещества и энергии на нашей планете.

Но далее, с появлением человека и развитием человечества, положение вещей вновь в корне меняется. Деятельность человека во все большей степени опреде-

ляет структуру и функции покрова Земли, функцию всей биосферы и тем самым становится фактором планетарного значения. Возникает ноосфера, сфера разума. Последняя статья, опубликованная при жизни В. Вернадского, называлась «Несколько слов о ноосфере». В ней он писал: «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».

После работ В. Вернадского стало ясно, что люди воздействуют на природу не как сумма отдельных индивидуумов — нет, главное в этом процессе взаимодействие 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.

Эти новые представления о роли людской деятельности в жизни планеты вызвали, с одной стороны, развитие самой экологии, а с другой — дали толчок к практическим мерам, направленным на улучшение природных условий в различных районах нашей страны. Примером могут послужить полезашитное лесоразведение и другие грандиозные мероприятия, проводимые в те годы и осуществляемые нами сейчас.

Я не ставлю себе здесь целью обсуждать технологию полезашитного лесоразведения и анализировать характер влияния лесных полос на урожайность степного полеводства, моя задача совсем другая — подчеркнуть их значение как фактора «обогащения природы» (при всей расплывчатости этого термина мы хорошо все-таки понимаем, что он обозначает). В далеком сегодня 1940 году мне в составе группы студентов Ленинградского университета довелось обследовать некоторые лесостепные полосы Заволжья. Неизгладимое впечатление о так называемых Богдинских посадках сохранилось у меня до сих пор. Полосы эти расположены в резко засушливой зоне. Бесконечная выжженная солн-

цем степь. Небольшая, всего 170 метров, гора Богда, давшая название лесным посадкам, у подножия которой простирается знаменитое соленое озеро Баскунчак, на фоне однообразной равнины казалась горным хребтом. Типичная растительность — кустарники, главным образом полынь. Из птиц почти одни жаворонки да степные орлы, выслеживающие многочисленных сусликов.

И вот лесные посадки, заложенные здесь в 1925 году и занимающие территорию чуть более сотни гектаров, создали в этой безводной полупустыне новый тип биогеоценоза. Видовой состав деревьев весьма богат: вяз, берест, тополь, дуб, клен, белая акация, тамариск, груша, шелковица. Правда, деревьям в пустыне приходится туго — их высота редко превышает три-четыре метра, листва опадает рано, естественное возобновление резко сокращено. Поэтому без постоянной помощи человека Богдинские полосы не могли бы существовать. Тем не менее они содействовали увеличению урожая сельскохозяйственных культур и привели к обогащению фауны. Здесь стали обычными такие лесные птицы, как иволга, чернолобый сорокопуд и сорокопуд-кулан, 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 он нуждается в помощи человека. Но со временем биоценоз этот окрепнет, сам для себя создаст лучшие условия окружающей среды, и его уже трудно будет отличить от биоценозов естественных. Старые лесные посадки, за которыми мы имели возможность наблюдать в течение десятилетий, делают этот вывод достаточно обоснованным.

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 в Средней Азии возникла вторая по величине область зимовий водоплавающих птиц — ежегодно в районе канала останавливается на зимовку 300 тысяч птиц. Так как условия зимовки в значительной степени определяют численность птиц на будущих гнездовьях, значение Каракум-

ского канала для поддержания их численности в нашей стране огромно.

Ограничимся приведенными примерами — их можно было бы собрать в изобилии, и каждый из них свидетельствовал, во-первых, о важности экологии, а во-вторых, о тех крупных достижениях, что дали и дают экологические исследования в нашей стране за последние десятилетия.

Человек изменяет природу, и не изменять ее он не в силах. Всякие разговоры о том, что можно будто бы не трогать природу, — это пустословие. Технический прогресс остановить невозможно, да и не нужно — он единственное средство избавить человечество от нищеты. Ведь и сейчас минимум полтора миллиарда людей на Земле живут впроголодь. Значит, мы должны и будем изменять этот мир, а потому нужна «теория создания измененного мира» — наука экология. С ее помощью люди на Земле должны суметь согласовать интересы развития промышленности с требованиями поддержания оптимальной природной среды.

И вот здесь один парадокс, который не очень хорошо понимают даже специалисты, и потому говорить о нем надо особенно громко. Обычно думают, что экологические исследования нужны лишь там, где есть еще неосвоенные или полуосвоенные пространства, где в экономике главную роль играет непосредственное использование биологических ресурсов. Конечно, в этих районах наша наука имеет большое будущее. Но важно понять вот что: больше всего нужна экология как раз в тех регионах земного шара, которые подверглись наибольшему изменению из-за развития промышленности и бурного роста городов. Эти два явления — индустриализация и урбанизация — знамение нашего времени, и последствия их надо изучать и по возможности делать менее вредными в первую очередь.

Ведь где-нибудь, скажем, в пустынях Австралии эколог может лишь стремиться сохранить неизменным данное состояние среды. А в промышленных районах, где среда эта изменяется прямо на наших глазах, необходима научная теория, которая позволяла бы сочетать урбанизацию и индустриализацию планеты с нуждами охраны природы — в самом широком понимании этого слова.

Вот именно поэтому в развитых индустриальных

районах перспективы развития экологии чрезвычайно велики. Хотим мы или не хотим, но мы постоянно изменяем окружающую нас богатую и разнообразную природу: реки, леса, недра. И потому задача эколога — самая большая, перспективная задача — сводится к тому, чтобы при генеральном планировании, когда на многие годы вперед просматривается развитие края, была учтена необходимость сохранения природы. А для этого нужны строгие научные данные.

За последние годы мы еще больше укрепились в мысли, что нынешний экологический кризис может быть преодолен, и пути к этому намечаются сегодня.

Не в первый раз биосфера переживает эпоху кардинальных изменений, непреодолимых, казалось бы, трудностей, и все-таки она всегда находила в себе силы с ними справляться. Вот лишь один из таких моментов. На заре развития человечества земная природа столкнулась с ранее не испытанной ситуацией: человек, самый опасный хищник, стал вдруг самым многочисленным видом животных. Это не могло, разумеется, не вносить кардинальных изменений в структуру древних сообществ. В самом деле, даже львы и тигры не решались нападать на слонов и носорогов, а для человека каменного века они стали постоянной добычей. Это было настоящей революцией в функционировании сложившихся сообществ, особенно если учесть, что численность древних людей в сотни раз превышала численность других хищников. Биосфера, очевидно, могла воспринять складывающиеся изменения только как надвигающуюся катастрофу. Но, как известно, она прекрасно сыграла свою «самоохранительную» роль.

Впрочем, играла она ее не впервые — грандиозный спектакль приспособления к новым условиям не был ни премьерой, ни даже генеральной репетицией. Задолго до появления человечества произошло еще одно событие, также вполне революционное для биосферы: на Земле появились теплокровные животные. Необходимость строго следить за температурой тела требует от животного усиленного обмена веществ — ему теперь приходится тратить массу энергии на перенос кровью тепла, переработку жиров, дающую это тепло, и на множество других процессов, направленных на оптимизацию физиологического состояния. Поэтому льву требуется в шесть-семь раз больше корма, чем крокодилу

такого же веса. Следовательно, в новых биоценозах самым решительным образом изменился баланс между растениями и животными.

Раньше, в древних ценозах, биомасса растений всего в четыре-пять раз превышала биомассу животных, а теперь, в сообществах нового типа, ей пришлось стать больше в сотни и даже тысячи раз — иначе не прокормятся прожорливые теплокровные. Если теперь рассматривать все сообщество в целом, то сразу видно, как резко снизилась экологическая эффективность биоценозов — они перешли на «работу» с очень низким КПД, всего 2—3 процента.

Как было воспринимать эти изменения биосфере? Естественно, как катастрофу. Она ведь «не знала» еще, что теплокровные животные, которые могут жить почти где угодно и потому способны к дальним миграциям, соединят дотопе разрозненно живущие биогеоценозы Земли в одно целое, установят прямые биологические контакты между различными ее регионами и впервые, по сути дела, создадут единую биосферу: экологические события, развертывающиеся, скажем, в Арктике, станут теперь в большой степени предопределять ход важнейших биоценологических процессов в тропиках, и наоборот, потому что более 60 процентов птиц в экваториальных зонах — мигранты из высоких широт и, следовательно, любые причины, вызывающие снижение числа птенцов, родившихся в тундре, приведут к уменьшению птичьего поголовья в биоценозах тропической Африки. Мало того, именно благодаря высшим животным создались почвы высокого плодородия — превращая огромное количество сырой растительной массы в легко усваиваемые растениями вещества, они стали мощными катализаторами биоценологических процессов.

Уходя еще дальше в глубь миллионолеть, мы увидим много других важных вех в развитии биосферы: появление многоклеточных, установление строгого баланса круговорота кислорода с круговоротом углерода и другие революции, каждая из которых поначалу могла бы показаться губительной для биосферы, но в конечном итоге приводила к ее расцвету.

Как обстоит дело теперь? Сталкиваемся ли мы с ситуацией, уже знакомой Земле по ее прошлому, или же нынешнее положение дел уникально, ни на что ранее бывшее непохоже?

Бесчисленные — и вполне проверенные — факты, говорящие о том, что природный баланс, поддерживаемый биосферой в течение миллионов лет, ныне нарушается ежедневной деятельностью человека, нельзя рассматривать как свидетельства поломки сложного механизма. Такое упрощение происходящих на наших глазах планетарных явлений равноценно искажению, но именно на подобных позициях стоят «алармисты» — «бьющие тревогу» («аларм», как известно, по-английски значит «тревога»). Но представьте себе, что кто-либо из них оказался в меловом периоде, в самый разгар смены царства рептилий на царство млекопитающих и птиц. Со свойственным этим людям чувством тревоги за судьбу планеты он бы в ужасе наблюдал падение экологической эффективности биоценозов Земли, о которой мы с вами говорили. Естественно, наш «пред-алармист» посчитал бы, что биосфера деградирует, стремительно ухудшается. Как все мы сегодня знаем, его выводы были бы поспешными и ошибочными. Такая же ошибка — распространенное стремление представить все совершающиеся на наших глазах изменения биосферы как ее деградацию. Разумеется, отравление реки или внесение в почву ядохимикатов губит природу. Но подобные акции, как бы широко они ни были распространены, не следует рассматривать как выражение единственно возможной стратегии поведения индустриального общества. Наоборот, все это отклонения от оптимальной технической политики. И точно так же природу нельзя рассматривать лишь как бессильного страдальца, ничего не способного сделать в свою защиту от безжалостного убийцы. Биосфера тысячами доступными ей средствами отвечает на любое воздействие. Вопрос состоит в том, чтобы познать законы этих реакций и вести свою хозяйственную деятельность в соответствии с ними.

«Алармисты» — люди, которые не устают обращать наше внимание на те пагубные последствия, что несет биосфере индустриализация и связанная с ней урбанизация, рисуют нам ужасы почти апокалиптические. Нет оснований сомневаться ни в их внутренней честности, ни в их искренней озабоченности судьбой грядущих поколений. Но они не учитывают одного важного обстоятельства. Промышленность оказывает всевозрастающее влияние на состояние природной среды — это несомненно. Более того, любые меры предосторожности

и любая степень совершенствования производства в экологическом смысле, включая сюда даже недостижимые, пока еще замкнутые циклы и полную очистку отходов, могут лишь ослабить воздействие человека на природу, но не исключить его — потому хотя бы, что само производство изымает из биологического круговорота огромные территории и акватории — не менее нескольких тысяч гектаров в день. Все это азы, очевидные для любого несклонного к неоправданному оптимизму человека. Но если он достаточно разумен и умеет смотреть правде в лицо, лозунг «Назад, к природе», по существу провозглашенный «алармистами», не должен найти отклика в его сердце. Призыв этот во все времена был реакционен, а теперь он еще и антинаучен, потому что стало очевидным: при нынешней численности населения и темпе его роста неиндустриальные методы производства приносят окружающей нас среде вред куда больший, чем самые большие промышленные комплексы. Возьмите примитивное сельское хозяйство, до сих пор сохранившееся во многих районах Земли, например в Индии. Рост плотности населения привел в этих местах к вытеснению лесов степными и полевыми сообществами. А поскольку индийский крестьянин вдобавок для обогрева и готовки пищи использует главным образом сухой помет коровы, то издавна установившийся естественный круговорот вещества в природе оказывается нарушенным: травоядные животные съедают растения, но почва не получает взамен «причитающиеся» ей вещества, которые сжигаются людьми. Речь идет отнюдь не о ничтожных количествах — ежегодно земля недополучает 300 миллионов тонн «кизяков». Можно с уверенностью сказать, что громадные территории, ныне представляющие собой житницу для миллионов людей, неизбежно превратятся в выжженную пустыню, и это лишь вопрос времени, и не слишком большого. Где же выход? В развитии промышленности, которая принесет с собой другую энергетическую базу — электричество, газ, уголь и минеральные удобрения, способные возратить почве ее угасающее плодородие.

Как видите, вопросы «охраны среды» не столь просты, как видятся «алармистам». Вот знаменитый препарат ДДТ, многократно приводимый ими в пример пагубности нынешнего способа хозяйствования на земле. Действительно, он ныне запрещен, и вполне справедли-

во. Но если вам случится бывать в долине Брамапутры, в той же Индии, то вы увидите на крестьянских хижинах белыми цифрами написанную дату последнего применения ДДТ — в знак благодарности за то, что препарат этот спас миллионы людей от малярии.

Все яснее становится, что эмоции не могут более заменять знания, что нужна наука, позволяющая согласовывать интересы развития современного общества с поддержанием оптимальной для этого развития природной среды. А возможности к тому есть — и немалые. Вот только один, но яркий пример. Там, где люди, — там ошибки, и, значит, не исключена возможность, что вдруг повысится радиационный фон того или иного региона Земли. И потому необходимо точно установить, во-первых, как влияет на организм животных, а значит, и на организм человека эта радиация, во-вторых, как распространяется в среде радиоактивное загрязнение. Частный вопрос этой очень важной проблемы — природа так называемых «накопителей», таких живых организмов, главным образом водных (иначе их называют «гидробионты»), которые обладают способностью накапливать в своем организме громадное количество радиоактивных элементов. Концентрация усвоенных таким организмом радиоактивных веществ в десятки тысяч раз превышает концентрацию этих же элементов в окружающей среде! Термин «биологическая дезактивация водоемов» уже прочно вошел в научный язык, а, познав закономерности, управляющие поведением гидробионтов-накопителей, мы сможем еще больше сделать для борьбы с радиоактивным заражением. Именно поэтому мы со всем пристрастием изучаем в своих лабораториях эти организмы — концентраторы — многие одноклеточные пресноводные водоросли, личинки некоторых насекомых и определенные виды ракообразных.

Прогресс общества неизбежен, и потому сквозящая во многих выступлениях технофобия часто оборачивается безразличием к судьбам людей — вопрос ставится так, будто в охране нуждается природа, а не мы, люди. В конце концов, люди — это тоже один из видов, населяющих планету, и далеко не самый малочисленный или малозначительный, и если условия жизни для него ухудшатся, природе тоже от этого не поздоровится...

Мне представляется безусловным, что в наших силах найти научно обоснованные способы сочетать инду-

стриализацию и связанную с ней урбанизацию — процессы, неизбежно сопутствующие прогрессу человеческого общества, с требованиями сохранения биосферы. Для подобного оптимизма есть немало оснований.

Прежде всего далеко не всегда индустриализация пагубна для природы. Некоторые изменения, приносимые ею, можно даже рассматривать как факторы, благоприятствующие развитию биосферы, хотя бы потенциально. Например, увеличение содержания в атмосфере углекислого газа создает предпосылки для образования новых сообществ, обладающих очень высокой продуктивностью и высокой способностью к самоочищению.

Под воздействием техногенных, то есть созданных техникой, факторов некоторые виды растений приобретают способность создавать стабильные и высокопродуктивные популяции в крайне неблагоприятных условиях, в отравленной среде — на почве, обогащенной, например, свинцом, медью, никелем, и вдобавок при остром недостатке кальция и фосфора. Причем происходит это в течение всего нескольких поколений и закрепляется генетически. Полевица, ценное кормовое растение, всего один из примеров успешного сочетания био- и техносфер. Другой пример — бактерии-нефтедеструкторы, перерабатывающие нефтяные отходы, эффективность деятельности которых повышается в присутствии цинка и ванадия. Чем не пример взаимовыгодного сотрудничества между промышленностью, обильно поставляющей и пищу и даже катализатор действия для бактерий, и этими природными микроскопическими тружениками, возвращающими в природную среду безвредные вещества, «обработав» губительные отходы?

Экология будущего как раз и должна дать программу, как вывести растения и животных, способных процветать в новых условиях существования, утилизируя неизбежные вредные для природы в целом продукты промышленного производства. Нам надо помочь полезным растениям и животным адаптироваться к изменяемому нами миру. Иными словами, овладеть процессом эволюции, чтобы уметь убыстрять его или направлять в нужную сторону. Как ни фантастично звучат эти слова сегодня, подобная задача появится в рабочих планах институтов и лабораторий всего через несколько лет. Залогом тому работы последних лет, позволяющие по-

дойти к этой грандиозной проблеме на вполне профессиональном уровне.

Намечаются ли какие-либо конкретные пути в этом направлении? Да, и идут они к единой цели с разных сторон.

Тщательные исследования, проведенные в разных странах и на разных организмах, показали, что под влиянием быстро меняющихся условий среды приспособительная эволюция также убыстряет свой бег. Стало ясно, что любая популяция процветающего в данный момент вида обладает колоссальным резервом скрытой изменчивости, который в благоприятных условиях никак себя не проявляет. Но стоит произойти серьезным изменениям привычных условий жизни, и генетический состав популяции быстро — несравненно быстрее, чем думалось раньше, — меняется: остаются особи, обладающие врожденными качествами, подходящими для новых условий обитания. Позволю себе привести лишь одну иллюстрацию. Курильщики не напрасно пугают образом лошади, погибшей от никотина одной сигареты. Здесь нет гиперболы. Но посевы табака остро нуждаются в защите от насекомых, которые безо всякого вреда для своего организма уничтожают их! Ядостойкость — качество, приобретенное ими в ходе эволюции, позволяет этим насекомым существовать в уникальной, смертельной для всего живого среде. Диапазон возможностей природы необычайно широк... Мы в лабораторных условиях умеем уже сегодня направить подобную приспособительную эволюцию в ту или иную сторону, и есть уже теоретические разработки, подсказывающие способы направленного вмешательства в эволюцию природных популяций в естественной среде обитания. Не надо быть пророком, чтобы сказать, что это коренной поворот в наших отношениях с природой: впервые появляется возможность создавать специфически приспособленные формы растений и животных, способные давать богатую биологическую продукцию в новых, созданных нашим техническим веком ландшафтах. Есть и другой путь — управлять не развитием популяций отдельных видов, а жизнью целых сообществ растений и животных различных видов, населяющих данную территорию, то есть биогеоценозов. Здесь тоже открылись новые возможности и новые подходы к проблеме.

Прежде всего биогеоценоз, создавшийся в изменен-

ной человеком среде, совсем не обязательно хуже первоначального. Изменение природной среды, ее отход от «естественного» состояния нет никаких оснований непременно считать ухудшением. Во всей Западной Европе практически не осталось естественных лесов, не считая, конечно, заповедников и некоторых горных районов. Но современные лесные биогеоценозы Европы ничем не хуже исходных, а в известном смысле и лучше их — они куда больше приспособлены к нынешним условиям жизни.

Не боясь повториться — мысль слишком важна: нельзя рассматривать биосферу как пассивный объект наших воздействий, способный лишь деградировать в ответ на непривычные условия. Эта точка зрения и не научна и не конструктивна: прогрессирующее изменение природной среды человеком — это закон развития общества, бороться с которым бессмысленно, и потому беззаветное стремление любой ценой «сохранить природу», то есть оставить ее в первозданном виде, противоречит и практике и теории.

Я сознаю, что это очень ответственное утверждение и что его легко истолковать как отказ от борьбы за охрану природы. Но означает оно прямо противоположное: призыв вести эту борьбу грамотно, не прекраснодушествуя и донкихотствуя, а учитывая действие неизбежных законов и природы, и общественного развития. А это значит, что нам следует сознательно, целенаправленно создавать новые биогеоценозы, способные к развитию и процветанию в изменившихся условиях.

Но задача эта не из простых. Биогеоценоз не просто сообщество разных видов, но такое их «сожитительство» на некой общей территории, при котором все входящие в него элементы объединены сложными связями, зависимостями, действующими не только между непосредственно контактирующими видами, но и опосредствованно — через цепь видов, влияющих друг на друга. Поэтому изменение в одном звене этих связей приводит к сбоям, подчас катастрофическим, во многих других звеньях. Но в силу тех же самых причин весь биогеоценоз в целом обладает огромной защищенностью от любых изменений, случающихся вовне и внутри его. В том-то и необыкновенная сила экосистем — так еще по-другому называют биогеоценозы, — что это системы саморегулирующиеся, то есть способные поддерживать

относительное постоянство своего состава, структуры и функций. Системы, таким образом, крайне сложные и, хотя самые интенсивные исследования их ведутся во всем мире, мало до сих пор изученные. Но некоторые общие положения удалось установить, и каждое из них вновь напоминает о необычайной сложности биогеоценозов и, следовательно, о тех трудностях, что стоят на пути искусственного их создания.

Любой биогеоценоз имеет в своей основе триаду: продуценты — консументы — редуценты. То есть фотосинтезирующие растения, создающие первичное органическое вещество; животные, питающиеся растениями и другими животными, и наконец, бактерии, переводящие органические вещества в доступную для растений форму. Эти процессы создания, накопления и распада согласованы между собой, чтобы обеспечить непрерывность круговорота вещества и энергии. Но важнейшая особенность «работы» биосферы — существенное превышение продукционных процессов над деструкционными — созидания над распадом. Ежегодная продукция живого вещества оценивается гигантской цифрой — 380 миллиардов тонн. Из них 300 миллиардов тонн извлекается буквально из воздуха — растения аккумулируют углекислый газ. Человечество потребляет не более одного процента чистой продукции биосферы даже сегодня, когда эффективность ее работы снижена развивающейся индустриализацией. Экологическая конфронтация, таким образом, возникает не из-за слишком высоких потребностей человека — сегодня, во всяком случае, природа еще легко может удовлетворить их. Нет, беда в том, что в нашей деятельности мы не учитываем структуру и функции биосферы. Ее главное оружие в борьбе за выживание — разнородность, огромное, невообразимо большое число различных видов растений, животных, бактерий. Каждый из уровней триады представлен сотнями тысяч видов. Зачем это? Академик Ухтомский писал: «Среда, физически одинаковая, физиологически различна для обитающих в ней животных видов». В этом великая мудрость природы «Помехоустойчивость» биосферы, позволяющая ей поддерживать оптимальные для своего развития условия среды в течение многих миллионов лет, несмотря на резкие изменения климата, горообразование и провалы земной коры и даже движение материков, — все это ре-

зультат разнообразия входящих в нее видов, при котором всегда находятся такие, что с успехом выживают в изменившихся условиях и при этом могут выполнять работу отсеенных этими изменениями видов. Первая линия обороны биосферы от возможных нарушений ее развития заключается в организованной разнородности.

Мысль эта в последнее время становится ясной многим. Составляется «Красная книга» исчезающих видов, ибо вымирание любого из них невосполнимая утрата для биосферы в целом. Мы не знаем ведь, чего лишаемся с исчезновением даже самого скромного из организмов, и только абсолютно экологически неграмотные люди могут ставить вопрос сегодня так: «Среда изменилась, один вид вымер, мы его заменим другим!» Каким? И возможна ли такая замена в принципе? Сегодняшняя наука ответа на эти вопросы пока не дает. А вот случаев невосполнимых утрат она насчитывает множество. Мы, скажем, уже потеряли возможность приобрести когда-либо морское домашнее животное, после того как вымерла морская корова.

Все это при нынешней возросшей экологической грамотности азы. Но достаточно ли мы отдаем себе отчет в том, что любые, даже самые низшие звенья «цепей жизни» играют решающе важную роль?

Точнее сказать, не «даже», а «именно» самые низшие ее звенья... Парадоксальный вопрос: почему природа, сумевшая создать столь совершенный инструмент, как человеческий мозг, сохранила и крайне просто организованные организмы? Ведь известно, что чем точнее реагирует животное на изменения внешней среды, тем больше шансов у него выиграть битву за жизнь. Отсюда совершенствование центрального органа связи со средой — мозга.

Но растущий мозг требует увеличения размеров органов, питающих его, и, стало быть, увеличения размеров тела. Именно этот процесс — морфофизиологический прогресс — привел в конечном итоге к появлению человека. Но он же с неизбежностью закона вызывает снижение численности организмов, упрощение их популяций: увеличение размеров тела не проходит бесследно. А упрощение популяций с такой же неизбежностью приводит к тому, что организмы становятся все более биологически уязвимыми. Вот в чем истинная причина наблюдаемого нами сегодня огромного разли-

чия в уровнях организации организмов! Победителями в эволюционной гонке с выбыванием оказались не только высшие животные и растения, но и многочисленные группы низших организмов, для которых характерны громадная численность и сложная популяционная структура. Сочетание в едином биогеоценозе организмов с принципиально различными типами освоения окружающей среды гарантирует стабильность экологических систем и биосферы в целом. Вторая линия обороны биосферы, таким образом, — иерархичность структурных уровней живого.

Здесь у нас есть еще один повод поразиться мудрости природы. Чем сложнее организм, тем хуже он умеет использовать поступающую энергию. На уровне клетки и ткани КПД удивительно высок — 70—80 процентов, но вот, скажем, использование энергии организмом для получения новых тканей идет с КПД от 0,0002 до 0,05 процента! Это соотношение биологической эффективности на разных уровнях интеграции жизни гарантирует сохранение ее первоосновы — способных к самовоспроизведению организмов. Что бы ни случилось на верхних этажах природы, какие бы катастрофы и катаклизмы ни обрушились на биосферу, высокий КПД клеток и тканей обеспечит жизнь простейшим организмам, а уж они со временем восстановят структуру жизни на всех этажах ее проявления, пусть даже в новой форме, наилучшим образом соответствующей новым условиям среды.

Рассказывая коротко о некоторых законах, управляющих жизнью биогеоценозов, я хотел продемонстрировать, насколько сложны вопросы для людей, поставивших перед собой цель создать новую жизнестойкую экосистему. Из всего этого встает настолько ошеломляюще сложная картина организации биогеоценоза, что кажется невероятным построить его когда-либо искусственно. И все-таки сегодня в принципе такое возможно. Если бы научная организация вроде нашего Института экологии растений и животных бросила все свои силы на то, чтобы «построить» где-либо биогеоценоз, не существовавший в этом месте ранее, то я думаю, мы бы с этой задачей справились — даже для случая ландшафта, сильно измененного человеком. Но понадобилось бы время, силы и средства, которые пока еще нельзя тратить на решение частной задачи.

А общей теории, доведенной до такой степени детализации, что ею можно было бы воспользоваться без прямого участия большого научного коллектива, еще не создано. Но она непременно должна появиться, потому что уже пришло время переходить от пассивной «охраны природы» к созданию оптимальной природной среды — биогеоценозов, способных к саморегулированию в мире, измененном и изменяемом человеком.

Природа часто сама идет нам навстречу в этом деле. Известно, что в любой экосистеме можно выделить некое ядро, состоящее из немногих видов — доминантов, выполняющих основную геохимическую работу и работу по накоплению биомассы, а многочисленные виды — сателлиты поддерживают эту деятельность. Именно таким образом реализуется «организованная разнородность». Если же биоценоз подвергся сильному воздействию извне, число доминирующих видов снижается, и работа по поддержанию природного равновесия ложится теперь уже на плечи одного-двух из них. Такое упрощение биоценоза могло бы привести к его гибели, ибо какое уж тут разнообразие?

Но природа нашла выход из этого трудного положения. Она научилась поддерживать стабильность сообщества не только за счет огромного разнообразия входящих в него видов, но и благодаря биологической пластичности и популяционной внутривидовой разнородности одного вида — доминанта. Вот пример из недавних работ нашего института. И. Хохуткин занимался в 1975 году моллюсками, обитающими в мелких озерах лесостепного Зауралья. Ему, можно сказать, повезло за счет природы — год был необычайно засушливым, и моллюски собирались в остающиеся от озер лужи. В результате их удалось пересчитать с точностью до одного экземпляра. Выяснилось, что эти небольшие создания играют важную роль в круговороте веществ — они накапливают в течение летнего сезона биомассу, исчисляемую сотнями тонн на квадратный километр, перерабатывая десятки тонн растений. Но куда интереснее другое наблюдение. Число видов моллюсков довольно велико, но лишь один из них — прудовик — действительно многочислен. При этом микропопуляции этого доминирующего вида имеют разную структуру — возрастную и прочую. Так работает механизм, призванный спасти всю популяцию в целом от резкого сокращения



численности при самых неблагоприятных изменениях среды — механизм, основанный на том, что реакции микропопуляций различной структуры, даже не полностью идентичные изменениям условий существования, всегда неодинаковы.

Даже это небольшое исследование ясно показывает, что хорошо — в популяционном смысле — организованный вид — доминант действительно способен поддерживать биологическое равновесие целого сообщества. В современной биосфере эти популяционные механизмы играют немного более существенную роль, чем в «нетронутой» природе. В этом видно проявление важнейшего закона жизни больших биологических систем — макросистем, как чаще говорят. А именно: для поддержания стабильности биогеоценозов, характеризующихся малым видовым разнообразием, то есть упрощенных современных биоценозов, запускается новый механизм: гомеостаз доминирующих видов

Таких механизмов в арсенале природы немало. Но из этого факта не следует, что у нас нет оснований для беспокойства о ее будущем. Беспокоиться о будущем надо всегда. Но не надо впадать в пессимизм. Нельзя не видеть загрязнения атмосферы, водоемов, растущих индустриальных пустынь, деградации лесов и других последствий научно-технического прогресса. Но я не считаю их неизбежным, и в этом состоит моя позиция. Нынешний конфликт между биосферой и ноосферой, то есть между природой и сферой разума и труда, — результат не слишком быстрого развития техники, а недостаточно быстрого развития науки — я имею в виду весь комплекс экологических дисциплин. Дело в том, что нет пока развернутой теории, описывающей закономерности взаимодействия природы и общества — именно общества как определенной социально-экономической системы, а не отдельных людей.

Но она создается на наших глазах, и многое ясно уже сегодня. Возьмите тот же Крайний Север, изучению которого мы посвятили много лет работы. Экология Крайнего Севера — тема комплексной работы, выполняемой многими лабораториями института. У нас есть большое богатство — Салехардский стационар, расположенный на полуострове Ямал, в поселке Лабитнанге, в пригороде Салехарда. Это единственное академическое учреждение широкого профиля, которое достаточно

хорошо оборудовано, чтобы вести серьезную научную работу в тяжелых условиях тундры. Мы гордимся нашим флотом — он состоит из двух солидных катеров и нескольких маленьких. Стационар располагает двумя вездеходами, неплохо оснащенными лабораторными помещениями и, что немаловажно, приспособленным для жизни в тех широтах жильем. Базируясь на этот Салехардский стационар, каждый год большая группа сотрудников нашего института отправляется исследовать экологию тундры — комплексно изучать ее особенности. Почвоведы, ботаники, радиобиологи, энтомологи, ихтиологи, зоологи — одним словом, специалисты самых разных профилей вот уже много лет работают в южной тундре Ямала. Сам я участвую в этой работе с 1957 года, и не было сезона, чтобы я не побывал в нашем стационаре. Он, кстати сказать, называется «Харп», что в переводе значит «Северное сияние».

Длительные комплексные работы привели нас к парадоксальному выводу. Он заключается в том, что представления о крайней бедности биологической продуктивности тундры ошибочны. Мы имели возможность исследовать отдельные ее участки, которые мы называем «тундровыми оазисами». Один из них — Хадыта, это лес далеко за Полярным кругом, в зоне хотя и южной, но вполне настоящей тундры. Преобладают в этом лесу лиственница, ель, береза, но там есть и такие растения, как жимолость, красная смородина и даже черемуха. Это, конечно, истинное чудо, когда в тундре цветет черемуха, — правда, случается оно много позже, чем в средней полосе, во второй декаде июля. В Хадыте хорошо представлены и животные, отнюдь не свойственные этим северным широтам. Из птиц, известных всем, скажем, трехпалый дятел, шур, свиристель и еще много других лесных обитателей, о которых знают специалисты. В некоторых местах хадытинского оазиса травостой вполне соизмерим по своему богатству с травостоем наших средних широт.

Мы очень детально изучили «хадытинский феномен» и пришли к выводу, что животные и растения Крайнего Севера настолько хорошо приспособлены к местным условиям, что могут давать громадную — я не преувеличиваю, именно громадную — биологическую продукцию за полтора-два месяца холодного полярного лета. Ежегодные экспедиции в наш поселок Лабитнанге, что,

между прочим, переводится как «Семь лиственниц», убедили нас в том. А ведь если взять общую сводку, характеризующую биологическую продуктивность разных ландшафтных зон земного шара, то в любом руководстве против слова «тундра» вы увидите цифру 0.

Чем же объясняются феномены вроде хадьтинского и отчего они крайне редки? В самом общем виде дело состоит в следующем. Местные виды растений и даже местные формы распространенных в других местах видов способны создавать богатейшую биологическую продукцию, сравнимую с тем, что мы привыкли видеть в лесах и лугах где-нибудь под Москвой. Но у них есть могучий враг — это мох. Под его покровом близко к поверхности подходит вечная мерзлота, которая служит препятствием для развития растительности и из-за этого и животного мира.

Но есть известные теоретические предпосылки к тому, чтобы на отдельных участках — причем очень крупных — направить развитие тундры не в сторону моховых, а в сторону травянистых сообществ. И этого оказывается достаточным, чтобы тут возникла богатая растительная и животная жизнь. Мы, люди, соответствующим образом подбирая видовой состав животного-растительного населения отдельных регионов, можем превратить тундру в плодородный край. Если нам удастся разработать теорию повышения биологической продуктивности тундры и претворить ее затем в практику, то это будет равносильно тому, что вовлечь в хозяйственный оборот Земли Луну — ведь пространство, занимаемое тундрой, равно поверхности нашего естественного спутника. Это тем более важно, что промышленность на Крайнем Севере неуклонно развивается, за Полярным кругом возникают новые города. Но где города — там дети, детям нужно молоко, коровам необходимо сено. В конце этой цепочки стоит наше умение заменить мох сочной травой. Потому-то мы работаем на Севере не только ради чрезвычайной ценности этих исследований для теории, но и сознавая, насколько труд наш нужен людям, осваивающим этот край.

Его огромное биологическое богатство, и в первую очередь необыкновенно вкусная и полезная рыба, используется еще далеко не достаточно и, главное, без нужной научной основы, что позволяло бы много брать, но не истощать ту базу, на которой мы все сидим.

Сегодня представление о таких рыбах, как ряпушка, муксун, тугун, нельма, имеем разве что мы, зоологи, бывающие на Крайнем Севере, где доводится отведать их не в консервированном виде. Но ведь вполне возможно поднять продуктивность этих ценнейших, ни с чем не сравнимых рыб и дать возможность людям иметь их на столе в достаточном количестве.

...Итак, получается, что ничего феноменального в «хадытинском феномене» нет, по всей южной тундре уже сегодня можно создавать подобные лесные оазисы. Эти мероприятия, стоимость которых исчезающе мала по сравнению со стоимостью работ по промышленному освоению Крайнего Севера, имела бы планетарное значение. И дело не только в том, что вековой спор — кто наступает: тундра на лес или лес на тундру — был бы решен со всей определенностью в пользу леса и тем самым в пользу человека. Главное — природа должна быть улучшена всюду, по всей планете. Данные экологии говорят, что ограничиться созданием заповедников и лесопарков, музеев отдыха и хранилищ генофонда не удастся. Земля уже давно стала единым организмом.

Это представление о единстве биосферы позволяет обнаружить громадный резерв биологической продуктивности в местах, ранее никогда не попадавших в поле зрения исследователей. Приполярные территории, пустыни, высокогорья, другие регионы, составляющие около 40 процентов земной суши, едва ли в ближайшее время будут давать «полезную» продукцию. Но огромное нормализующее влияние этих территорий на режим атмосферы и гидросферы планеты в целом диктует явную выгоду вкладывания сил и средств в развитие этих территорий. Причем даже поверхностные расчеты показывают, что затраты эти не столь уж велики. Нельзя, однако, решать биологические проблемы чисто гехническими средствами. Человек не должен брать функции биосферы на себя, а должен облегчить ей ее трудную работу в расчете на ее мудрость и внутреннюю силу. Я не могу найти лучших слов, чем отношения, основанные на доверии, — так и только так надлежит нам взаимодействовать с природой.

Увы, мысль эта не стала аксиомой. Людям все время кажется, что природу надо покорять или ей надо помогать, но не сотрудничать с ней. Общая площадь защитных насаждений во всем мире примерно равна площади

лесов Западной Сибири. Но лишь по площади, а не по своей биологической сути!

Главное свойство естественных лесных биогеоценозов — способность к саморазвитию и самозащите — недоступно им, даже простое самовозобновление свойственно далеко не всем лесам паркового типа. Сила и слабость технической мысли, ставящей себя над природой, сказались во всей работе по созданию искусственных лесов. Логика такова: если уж без деревьев не обойтись, то возьмем на себя все, что связано с восстановлением и воссозданием лесных массивов! В результате многомиллиардные расходы на восстановление и поддержание посадок. А ведь возможен и иной путь — содействовать природе в создании специализированных лесных биогеоценозов в измененной человеком среде. Чтобы эта задача была решена, необходима разработка принципов биологической инженерии, позволяющих направить ход эволюции биосферы по нужному нам пути. При этом не следует противопоставлять себя природе, а надо руководствоваться ее законами.

Что существенно нового могут предположить экологи сегодня? Я говорил уже кое о каких возможностях, открываемых экологией. Хочу сказать еще об одном, наиболее важном, по моему глубокому убеждению, направлении наших работ.

Исследования, проведенные на животных, растениях, микроорганизмах, показали нам, что все без исключения процессы, важные для жизни, протекающие на уровне популяций и сообществ, определяются в решающей степени химическим фоном, который возникает в процессе жизнедеятельности самих этих организмов. У себя в лаборатории мы можем изменять скорость роста и развития животных, добиваться существенных изменений в их физиологии, воздействовать на генетический состав природных популяций, вмешиваться в борьбу конкурирующих видов — и все это лишь за счет изменения химического фона, применяя абсолютно безопасные биологические методы. В конечном итоге удастся направлять эволюцию отдельных видов и их сообществ в нужную сторону.

Крупнейшее открытие нашего времени — расшифровка кода индивидуального развития. Овладеть кодом, управляющим жизнью целых популяций, — задача не менее захватывающая, а решение ее для практики даже

оценить нелегко. Опасная «химия ядов» сможет тогда уступить свое место «химии жизни» не в результате пропаганды, а просто потому, что станет ненужной. Сегодня, чтобы поддерживать оптимальный природный режим на освоенных человеком пространствах, мы вполне сознательно используем популяционные механизмы — изменяем видовой состав биогеоценозов и численность доминирующих видов. Но делается это всегда абиологическим путем — внося в среду принципиально чуждые ей вещества, нередко яды. 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, подводящий 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. Я говорил уже о работе, проведенной на личинках лягушек, насекомых и на рыбах, в ходе которых 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 (то есть ускоряют или тормозят рост и развитие, определяют скорость деления клеток, задерживают или ускоряют метаморфоз и т. п.) на животных разных генетипов, разных стадий развития, разных размеров и т. п. Иными словами, химический сигнал воспринимается членами данного сообщества как приказ, регламентирующий скорость их размножения, рост, развитие. При высокой численности животных данного вида экзометаболиты сдерживают их размножение.

Если «химический код», определяющий развитие определенного вида или группы экологически сопряженных видов, будет расшифрован — а 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 биоцентрически допустимыми нормами.

Экспериментами в природе показано, что химическая сигнализация определяет не только численность вида, но его «качество», генетическую структуру его популяций. Это значит, что химический код определяет в конечном итоге через численность доминирующих видов и структуру биоценоза, и структуру популяций составляющих его видов, и их численность. Овладев химическим кодом регуляции биоценологических и популяционных процессов, мы получим возможность управлять сложнейшими природными процессами, не опасаясь неблагоприятных побочных последствий.

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 насекомоядных, 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 процентов времени бодрствования зверек находится в состоянии нервного напряжения, он погибает. Но если периоды нервного напряжения снижаются на 10 процентов, зверек тоже гибнет. «Царствовать, лежа на боку» (вспомним сказку Пушкина) оказывается не менее вредным, чем непрерывно нервничать.

Нет сомнения в том, что нервная система человека обладает неизмеримо большей способностью к 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» 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 условий всюду, где живут и работают люди, следует рассматривать в качестве одной из важнейших задач общества. Живая природа, общение с миром живых существ — непереносимое 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.

...Глядя на сегодняшнюю экологию, я думаю, что лет через двадцать будет создана развернутая экологическая теория, которая соединит в себе идеи популяционной экологии и биогеоценологии. Это позволит разработать экологические основы природопользования и генеральной стратегии поведения человека эпохи всеобщей индустриализации.

Ближайшее десятилетие представляется мне временем резкого совершенствования методов экологических исследований. Автоматическая маркировка животных, в том числе с помощью радиоизотопов, телеметрии, дистанционное наблюдение за физиологическим состоянием животных, учет их численности с самолетов и вертолетов, приборы ночного видения и много других технических новинок войдут в повседневную практику эколога. Я предвижу и психологические сдвиги в сознании своих коллег. Видимо, мы приучимся применять в своей работе весьма сложные средства исследований, значительно упрощающие реализацию теоретических идей. Например, электрофорез белков плазмы крови дает возможность быстро и точно определить границы популяций, а современные методы анализа гормонального состояния животных позволяют прогнозировать численность вида.

Ну а в ближайшие годы нам нужно подумать о воспитании ученых новой формации — инженеров-биологов или биологов-инженеров, назовите как хотите. Думаю, что к 1980 году у нас будут уже такие люди, очень нам нужные, без которых успех экологии может быть лишь временным и локальным.

А вообще перспективы развития экологии кажутся мне светлыми. Я верю в мудрость человечества.

А38 Академики рассказывают. (Ученые — о достижениях советской науки.) Художники Г. Бойко, И. Шалито. М., «Молодая гвардия», 1977.

240 с. с ил. (Эврика.)

В вып. дан. сост. Т. Чеховская.

В сборнике, посвященном 60-летию Великой Октябрьской революции, видные ученые, академики рассказывают об успехах в различных областях советской науки.

001

А $\frac{70500-183}{078(02)-77}$ 065-77

В работе над этой книгой принимали участие **Б. ВОЛОДИН, В. ГУБАРЕВ, Г. ЗЕЛЕНКО, З. КАНЕВСКИЙ, К. ЛЕВИТИН, Г. МАКСИМОВИЧ, Ю. СЛЮСАРЕВ, А. СПИРИДОНОВ, В. ТЕМЧИН.**

ИБ № 1352

АКАДЕМИКИ РАССКАЗЫВАЮТ

Составитель **Т. Чеховская**

Редактор **С. Михайлова**

Художественный редактор **А. Косаргин**

Технические редакторы **Н. Строева, Т. Цыкунова**

Корректоры **Н. Павлова, Г. Василёва**

Сдано в набор 7/1 1977 г. Подписано к печати 15/VI 1977 г. А00676. Формат 84×108¹/₃₂. Бумага № 1. Печ. л. 7,5 (усл. 12,6). Уч.-изд. л. 13. Тираж 100 000 экз. Цена 64 коп. Т. П. 1977 г., № 65. Заказ 2238.

Типография ордена Трудового Красного Знамени издательства ЦК ВЛКСМ «Молодая гвардия». Адрес издательства и типографии: 103030, Москва, К-30, Сущевская, 21.