

9 ПРИРОДА

1981



СОХРАНИМ:

10 ЛЕТ ПРОГРАММЫ
«ЧЕЛОВЕК И БИОСФЕРА»



ПРИРОДА

Ежемесячный
популярный
естественнонаучный
журнал
Академии наук СССР

Основан в 1912 году



РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор
академик
Н. Г. БАСОВ

Доктор физико-математических наук
Е. В. АРТЮШКОВ

Доктор биологических наук
А. Г. БАННИКОВ

Академик
Д. К. БЕЛЯЕВ

Доктор биологических наук
А. Л. БЫЗОВ
Заместитель главного редактора
В. А. ГОНЧАРОВ

Доктор физико-математических наук
С. П. КАПИЦА

Академик
Б. М. КЕДРОВ

Доктор физико-математических наук
И. Ю. КОБЗАРЕВ

Академик
Н. К. КОЧЕТКОВ

Член-корреспондент АН СССР
В. Л. КРЕТОВИЧ

Доктор философских наук
Н. Ф. ОВЧИННИКОВ

Заместитель главного редактора
В. М. ПОЛЫНИН

Заместитель главного редактора
член-корреспондент АН СССР
Ю. М. ПУЩАРОВСКИЙ

Заместитель главного редактора
доктор биологических наук
А. К. СКВОРЦОВ

Доктор геолого-минералогических наук
М. А. ФАВОРСКАЯ

Заместитель главного редактора
кандидат технических наук
А. С. ФЕДОРОВ

Член-корреспондент АН СССР
В. Е. ХАИН

Член-корреспондент АН СССР
Р. Б. ХЕСИН

Академик
В. А. ЭНГЕЛЬГАРДТ

Доктор биологических наук
А. В. ЯБЛОКОВ



— символ межправительственной программы ЮНЕСКО «Человек и биосфера» (The Man and the Biosphere). Этим символом обозначаются материалы, которые журнал «Природа» публикует в рамках участия в деятельности этой программы. Подробно о программе см.: «Природа», 1979, № 1, с. 28.

На первой и третьей страницах обложки. Репродукции плакатов по охране окружающей среды художников К. Г. Бабаева, А. В. Лозенко, А. М. Махоткина, В. И. Сидорчука.

На четвертой странице обложки. Волчеягодник Юлии — редкий вид степного растительного сообщества. Занесен в «Красную книгу СССР». См. в номере: Центрально-Черноземный биосферный заповедник.

Фото Б. И. Кузьмина.

В номере

Федоренко Н. П., Реймерс Н. Ф. Сближение экономических и экологических целей в охране природы	3
Из истории охраны природы и организации заповедного дела в первые годы Советской власти (1921—1925)	13
Шокин Л. И. Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде (ЮНЕП)	17
Бармин В. П., Варшавский И. Л., Гончаров В. В. Двигатели на водороде	22

ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНЫЙ БИОСФЕРНЫЙ ЗАПОВЕДНИК	30
Грин А. М., Утехин В. Д. Геосистемный мониторинг в биосферном заповеднике	30
Игнатенко О. С., Краснитский А. М. Заповедник им. В. В. Алехина — природное ядро биосферного заповедника	35
Петрова И. Ф. Использование аэрофотоснимков для определения количественных характеристик растительности [40]. Ясинский С. В. Дистанционные измерения запасов воды в снеге [41]. Порожнякова О. М. Генезис степных блюдец [42]. Кашкарова В. П. Классификация светолюбия растений [43].	

Боровиков Л. И. Геологический заповедник — база для решения геологических проблем	44
Хохлов А. Н. Гибель птиц на автодорогах	51
Мустафаев Г. Т. Городской ландшафт Большого Баку	52
Сопыев О. С. Первая гнездовая популяция сорокопутового свистателя на территории СССР	58
Овсяников Н. Г. Песец острова Медного может исчезнуть	59
Смирнов Н. Н. Военное разрушение биосферы	62
Александров В. В., Монсеев Н. Н. Модель климата и глобальная экология	68
Гегамян Г. В. Ламарк, Вернадский и биосферология	78
Бородай Ю. М. Этнические контакты и окружающая среда	82
Дианов-Клоков В. И. Спектроскопические измерения газовых примесей в атмосфере	86
Гиляров А. М. Методологические проблемы современной экологии. Смена ведущих концепций	96

НОВОСТИ НАУКИ	29, 104
КНИГИ, ЖУРНАЛЫ	120
Яблоков А. В. Экология и эволюция [120]. Штильмарк Ф. Р. Тропы, которые нельзя прокладывать [121]. Неронов В. М. Технические заметки МАБ [123]	
НОВЫЕ КНИГИ	126
В КОНЦЕ НОМЕРА	128
Крапива. Заметка фенолога	

Усилить охрану природы, земли и ее недр, атмосферного воздуха, водоемов, животного и растительного мира. Обеспечить рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов.

Основные направления экономического и социального развития СССР на 1981—1985 годы и на период до 1990 года



За последние несколько лет читатели «Природы», по-видимому, привыкли видеть на ее страницах условный значок международной программы «Человек и биосфера» (МАБ). Под этим символом опубликовано уже несколько сот материалов, которые представляют все научные дисциплины, входящие в тематику нашего журнала. Эти публикации дают разнообразную научную информацию по одной из глобальных проблем современности — взаимоотношение человечества с окружающей его природной средой — и одновременно способствуют воспитанию особого, экологического взгляда на эти взаимоотношения. Такой взгляд является неотъемлемой частью подлинно научного, т. е. в конечном счете диалектико-материалистического мировоззрения, пропаганду которого наш журнал, которому через 3 месяца исполняется 70 лет, всегда считал своей главной целью. Символично, что именно в бурные дни ноября 1917 года на наших страницах появилась впервые специальная рубрика «Охрана природы». Таким образом, «Природа» — одна из первых организаций в нашей стране, да, пожалуй, и во всем мире, которая защиту окружающей среды сразу поставила в число своих основных задач. Непосредственными сотрудниками нашего журнала были В. И. Вернадский и В. Н. Сукачев, чьи учения о биосфере и о биогеоценозах стали краеугольными камнями современной экологической науки. Их идеи, как и всегда, читатели получали в «Природе» «из первых рук». Вопросы охраны природных ресурсов, их разумного использования и воспроизводства постоянно освещались на страницах журнала.

Таким образом, у «Природы» и программы МАБ одна цель: существование и развитие человечества в гармонии с природой. Это послужило причиной того, что редакционная коллегия нашего журнала решила посвятить специальный выпуск «Природы» десятилетию благородной и плодотворной работы ученых разных государств по этой программе.

Сближение экономических и экологических целей в охране природы

Н. П. Федоренко, Н. Ф. Реймерс



Николай Прокофьевич Федоренко, академик, академик-секретарь Отделения экономики АН СССР, директор Центрального экономико-математического института АН СССР, председатель Научного совета АН СССР по комплексной проблеме «Оптимальное планирование и управление народным хозяйством». Работает в области применения математических методов и вычислительной техники в экономических исследованиях, планировании и управлении социалистической экономикой, в том числе и в сфере природопользования. Лауреат Государственной премии СССР. Основные монографии: Экономика и математика. М.: Наука, 1967; О разработке системы оптимального функционирования социалистической экономики. М.: Наука, 1968; Оптимизация экономики. М.: Наука, 1977; Некоторые вопросы теории и практики планирования и управления. М.: Наука, 1979. Неоднократно выступал на страницах «Природы».



Николай Федорович Реймерс, доктор биологических наук, старший научный сотрудник Центрального экономико-математического института АН СССР. Работает в области изучения взаимоотношений человека и природы, социально-экономических аспектов экологии и охраны природы. Автор книг: Птицы и млекопитающие южной тайги Средней Сибири. М.—Л.: Наука, 1966; Особо охраняемые природные территории. М.: Мысль, 1978 (в соавторстве с Ф. Р. Штильмарком); Азбука природы. Микроэнциклопедия биосферы. М.: Знание, 1980 и др.

СОЧЕТАНИЕ ЦЕЛЕЙ

Хороший шахматист должен видеть игру на много ходов вперед. Умный хозяйственник обязан предвидеть ближайшие и отдаленные последствия своих действий. Опрометчивый шахматист, не следящий за контратаками партнера, едва ли приведет партию к выигрышу. В экономике игнорирование «контригры» внешних ограничений, в том числе природных, также ведет к проигрышу. В шахматах даже пешка может решать исход партии. В хозяйстве также нет несущественных деталей.

До недавнего времени в экономической деятельности было принято учитывать и оценивать две категории показателей — собственно экономические и социальные.

Именно эти эффекты получали денежную и внеэкономическую оценку: Природа с большой буквы оставалась, хотя и ограничивающим, но далеким по отношению к экономическим целям фактором. Исторически такой подход был оправдан. До определенного периода времени биосфера могла считаться для человечества беспредельной средой жизни, не ставящей никаких ограничений для его экономического развития, экономика развивалась относительно независимо от общеэкологических показателей. Степень упомянутой относительности весьма высока: всегда общество зависело от природных ресурсов и условий, была тесная связь между его развитием и взаимоотношениями в системе «человек-природа». Однако ограничения общественного раз-

вития, которые определялись природными условиями, носили региональный, а не глобальный характер, и пренебрежение к ним вело людей лишь к региональным катастрофам, в целом не определявшим историю человечества.

Во второй половине XIX в. была осознана глобальность воздействий человечества на природу. Об этом писали, например, Дж. Марш¹, Э. Реклю², а позже В. И. Вернадский³ и многие другие ученые. Однако понадобился целый век, чтобы была глубоко и повсеместно понята истина об обратном воздействии измененной людьми природы (а не просто природы!) на человека, его хозяйство. В наши дни это понимание стало столь широким, что в 1978 г. была создана Ассоциация экологов-экономистов в составе представителей более десятка стран мира со специальным печатным органом — "Journal of Environmental Economics and Management"⁴.

Советские ученые разработали широкий спектр методик и подходов к рационализации природопользования, экономической оценки природных ресурсов⁵. Разбор этих теоретических работ увел бы нас в специальные области экономики и математики. Остановимся лишь на общих принципиальных положениях. Разбор этих теоретических работ увел бы нас в специальные области экономики и математики. Остановимся лишь на общих принципиальных положениях.

Основной принцип состоит в том, что представление о даровом характере природных ресурсов начало тормозить социально-экономическое развитие. Природные ресурсы и среда жизни для своего воспроизводства требуют значительных средств и усилий. Эти затраты уже не могут не

входить в окончательную цену произведенного продукта и не оплачиваться потребителем.

Совершенно очевидно, что сделанная констатация вызывает множество вопросов.

Прежде всего, каковы масштабы затрат и какова их эффективность? За период 1973—1978 гг. рост общих капиталовложений в народное хозяйство СССР составил 33,7%. Вложения в охрану природы возросли за тот же период на 60,4%, достигнув 10,3 млрд руб. Эти затраты отнюдь не бесполезны. В результате получен дополнительный продукт, важный социальный эффект и заложен фундамент дальнейшего социально-экономического развития страны и отдельных ее регионов. Общие выгоды превысили «экологические» затраты⁶.

Второй вопрос, сразу же возникающий из анализа соотношений в системе экономика — природа, состоит в определении конечных целей. Сколько же средств целесообразно вкладывать в природоохранные мероприятия? Не скажемся ли мы в положении «нулевого роста»? Ведь существует тенденция рассматривать «экологические издержки» как непроизводительные, сдерживающие экономическое развитие. Особенно сильны такие тенденции среди экономистов капиталистических стран. Экономические цели ставятся ими выше всего.

Прежде всего нужно отказаться от недифференцированного огульного подхода к проблеме, не учитывающего специфику различных ее сторон и конкретных условий места и времени. Политика разрядки даже в такой специфической области, как обсуждаемая, делает возможной иную формулировку: достижение социально-экономических целей с экологическими ограничениями.

Каждый природный регион имеет некоторые предельно допустимые уровни эксплуатации. Эти уровни определяются как самим природным потенциалом, т. е. тем, что без серьезного ущерба может дать природа, так и формой эксплуатации. Истощение природного потенциала, нарушение экологического равновесия означает резкое обеднение экономических возможностей. Отсюда необходимость четкого регионального планирования. Ошибки в нем неминуемо рано или поздно при-

¹ Марш Дж. П. Человек и природа, или о влиянии человека на изменение физико-географических условий природы. СПб., 1866.

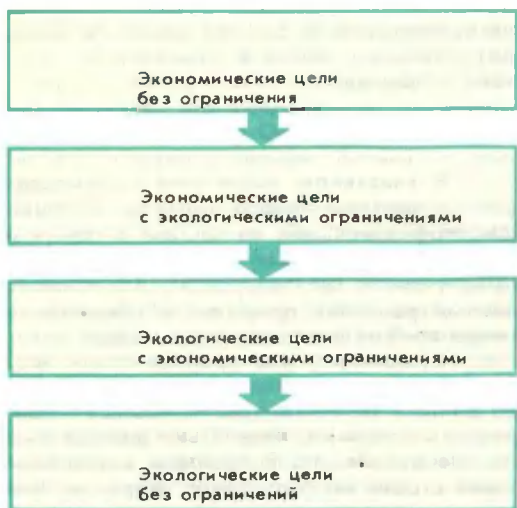
² Реклю Э. Земля. Вып. VI. Жизнь. СПб., 1901.

³ Вернадский В. И. Размышления натуралиста. Кн. 1, 2. М.: Наука, 1975, 1977.

⁴ Krutilla J. V. — J. Environ. Econ. and Manag., 1980, v. 7, № 2, p. 77.

⁵ См. напр.: Гофман К. Г. Экономическая оценка природных ресурсов в условиях социальной экономики. Вопросы теории и методологии. М.: Наука, 1977; Федоренко Н. П., Лемешев М. Я. Природные блага в региональной экономике. — В кн.: Социально-экономические аспекты проблем природопользования на Севере Сибири. Якутск, 1979, с. 67; Марчук Г. И. — Журн. вычисл. мат. и мат. физ., 1980, т. 20, № 6, с. 1365.

⁶ Барбакадзе З. В. Некоторые вопросы анализа социально-экономической эффективности затрат экологического значения. — В сб.: Проблемы экономического анализа. М.: 1980, с. 107.



Смена взаимоотношений экономики и экологии в зависимости от нарушений природной среды.

ведут к крупному экономическому ущербу, размер которого может превысить полученный эффект.

В ряде случаев экологическая ситуация такова, что приходится стремиться прежде всего к экологическим целям, отодвигая экономическую выгоду на второй план. Хорошим примером тут служит водная проблема на юге страны. Переноска вод с севера на юг при учете всех прямых и косвенных издержек может оказаться экономически нерентабельной. Если этот вариант решения приходится обсуждать, то только как попытку решить экологическую, водную проблему.

В Европейской части страны весьма перспективны мероприятия по экологической оптимизации территории, которые могут дать увеличение водности не менее чем на 10—15%⁷. В Средней Азии значительная экономия вод может быть получена путем рационализации полива, а затем и постепенного перехода на более совершенные его системы вплоть до закрытого грунта. В данном случае достижение экологических целей имеет экономические ограничения: быстрота их осу-

ществления зависит от объема капиталовложений.

Последний вариант взаимоотношения экономики и экологии заключается в достижении экологических целей, любой ценой. Например, угроза разрушения озонового экрана планеты фреонами и неизбежная глобальность этого процесса была настолько очевидной, что, несмотря на сопротивление корпораций, с 15 октября 1978 г. в США прекратили включать фреоны в продукты потребления. Еще раньше запретила использование фреонов в быту Швеция; происходит сокращение их применения и в других странах мира⁸. В данном случае не приходится считаться с экономическим ущербом — на карту поставлено здоровье и даже жизнь всего человечества.

Во взаимоотношениях экологии и экономики существует ограничение особого рода — психологическое. Ведь в каждой из упомянутых областей знания существует свой набор аксиом и сложившееся представление о другой отрасли науки. Так, натуралисты после длительного периода отрицания экономических подходов ныне склонны абсолютизировать роль экономики в решении природоохранных проблем. Следует разъяснить, что экономические механизмы способны эффективно действовать в сравнительно узкой полосе — в области эксплуатируемых ресурсов. Само понятие природных ресурсов — используемые человеком тела и явления, входящие в состав конечного продукта прямого потребления или способствующие его получению — таково, что из традиционной экономической сферы выпадает значительная часть биосферы. Экономика не может иметь дело с бесконечными величинами, например, «ценой» вымирающего вида. Он невосстановим. И если мы говорим о его ценности для человечества, то экономическая доля в этих рассуждениях сводится лишь к тому, что можно определить общественно оправданные расходы (для данного момента времени) на сохранение такого вида. Пока, как показывает опыт, такие экологические ограничения как необходимость сохранения мест обитания вида для обеспечения его существования, за редкими исключениями, в экономике практически не принимаются во внимание.

⁷ См. материалы двух совещаний: Формирование растительного покрова при оптимизации ландшафта. Мат. 2-й Всес. школы. Каунас, 10—14 сент. 1979. Вильнюс, 1979; Тезисы докладов на Всес. совещании «Защитное лесоразведение и рациональное использование земельных ресурсов в горах». Ташкент, 1979.

⁸ NASA calls for global aerosol ban.— Nature, 1980, v. 283, № 5742, p. 2. Следует заметить, что в СССР производство фреонов очень невелико и не представляет опасности.

Экологические ограничения могут быть трех функционально-пространственных уровней. Локальные воздействия предприятий на ресурсы и среду наталкиваются на экологические ограничения первого пространственного уровня. Ограничением второго, пространственно более высокого порядка служит опасность полного разрушения крупных экологических систем, что регионально повело бы к окончательному истощению ресурсов какой-то местности, к непригодности ее среды для жизни человека. Эти ограничения, как правило, мало известны, хотя значение их совершенно очевидно. Выход из положения в развитых капиталистических странах обычно находят в передислокации загрязняющих среду предприятий за рубеж («вывозе загрязнений»), повсеместно — во введении дополнительных систем очистки и тому подобных мероприятиях.

Существуют экологические ограничения третьего пространственного уровня — глобальных воздействий хозяйства на биосферу. В данном случае меры, пригодные для преодоления локальных и региональных трудностей, бесполезны, так как в глобальной системе от перемены места нахождения предприятия ничего не меняется, а очистка без нейтрализации отходов — это также лишь перемещение вредного начала в пространстве. Обще-земные экологические ограничения — тот потолок, преодолеть который в обозримом будущем ныне сложившимся традиционными методами невозможно.

Именно об этом предупреждали на шумевшие в 70-х годах модели мира Дж. Форрестера, Д. Мидоуза и других авторов. Реакцией на эти предупреждения стала пропаганда нулевого экономического роста, т. е. прекращение расширенного воспроизводства. Но такая остановка невозможна. Она означала бы не улучшение условий жизни, а их ухудшение. Нулевой экономический рост привел бы и к застою научно-технического прогресса, культурной деградации. Смысл же в ином: человечество должно свести к минимуму свое негативное воздействие на природную среду, не сокращая, а расширяя производство, т. е. необходимо получать больше за счет меньших ресурсных затрат. Нулевых расходов ресурсов и полного отсутствия воздействий на среду жизни достигнуть нереально. Однако и «жизнь взаимы» за счет разрушения природы уже невозможна, особенно когда это касается воздействий на обще-земную биосферу. Совершенно ясно, что в наше время долж-

на происходить и действительно происходит коренная ломка в отношениях человека к природе.

ЧЕРТЫ НОВОГО ПОДХОДА

В сказанном выше уже просматриваются контуры нового подхода. В общепhilosophическом плане он состоит в том, что мы должны знать и учитывать в своей практической деятельности объективные законы развития природы и общества и четко понимать взаимосвязь между ними.

Существуют две крайние точки зрения. Согласно одной из них человечество должно всемерно адаптироваться к природным условиям, изначально данным ему на планете Земля. В крайнем выражении такая стратегия, безусловно, порочна. Как известно, человек тем и отличается от животных, что способен преобразивать мир, преобразовывать природу.

Однако и другая крайняя точка зрения — оптимизация взаимоотношений между природой и обществом лишь путем коренного преобразования природы — также неверна. Строго продуманное и в каждый исторический момент ограниченное преобразование отдельных регионов в целесообразном для человека направлении необходимо и неизбежно. Нужен и обратный процесс «репреобразования», если можно так выразиться, — восстановления неразумно преобразованной природы до уровней, бывших в прошлом. Это совершенно очевидно: никто не станет спорить с тем, что антропогенные пустыни требуют «репреобразования» до продуктивных сообществ. Но когда речь идет о проектах глобального конструирования природной среды жизни всего человечества, такие теоретические построения для обозримой перспективы не могут быть приняты. Здесь нет места развивать аргументацию. Приведем лишь один тезис: в практически вещественно замкнутой системе биосферы получить выигрыш в ходе преобразования природы в одном регионе можно, лишь проиграв в другом месте. Это ясное утверждение формулируется в виде закона с длинной и тяжелой формулировкой, гласящей: «Природная система обладает внутренней энергией, веществом, информацией и динамическими качествами, связанными между собой настолько, что любое изменение одного из этих показателей вызывает в других или в том же, но в ином месте или в другое время, сопутствующие функционально-количественные такие же перемены, сохра-

няющие сумму вещественно-энергетических, информационных и динамических качеств всей природной системы»⁹. Говоря попросту: что найдешь, то и потеряешь, или — сколько ни перекладывай денег из кармана в карман, богаче не станешь.

Целостные системы реагируют на нарушения как целое. Биосфера и живое вещество планеты — всеобщие, невероятно сложные образования со всеми чертами целого. К ним так и нужно подходить.

Человечество лишь часть биосферы. Если изменится целое, нет никакой гарантии, что такое изменение оставит место для существования всех частей, в том числе и человечества. Подобная игра с огнем в условиях недостаточного знания объективных законов взаимодействия между природой и человеком неоправданно опасна.

В политэкономической области основная новая черта — «трехмерное», по выражению советского политэконома П. Г. Олдака¹⁰, рассмотрение общественного развития, т. е. в составе триады: природа — общество — экономика. Поскольку эти вопросы широко освещены упомянутым автором, ограничимся констатацией.

Новое в области экономики достаточно ясно из сказанного выше. В экономическом механизме уже нельзя не учитывать «внешних» для экономики воздействий, игнорировать «подоснову» ее развития в виде природных ресурсов. Плата за «экологию» слишком для этого высока. Образно говоря, мы должны пойти по движущемуся в ту же сторону эскалатору природных предпосылок развития хозяйства, а не бежать вверх по спускающейся лестнице.

Экологические подходы, в том числе в пределах экологии человека, также достаточно ясны. Основные цели — сохранение экологического равновесия в природе и улучшение здоровья населения. Эти задачи могут быть решены только на основе глубокого знания природных процессов. Нужно знать все стороны потребностей человека, как и все тонкости окру-

жающих его природных, природно-антропогенных и социальных процессов.

«Человек — это звучит гордо» — такова была проникнутая гуманизмом декларация М. Горького. «Природа, Природа-Мать» — звучит не менее гордо. Новая экологическая культура должна это признать. Уважение к природе — это одновременно уважение к человеку и наоборот.

В общенаучном плане наша цель — видение мира и его отдельных частей в целом. Шахматную игру нельзя строить на действиях одной фигуры. На жизнь нельзя смотреть в пределах пусть даже ослепительно яркого, но узкого лазерного луча. Нужен всеобъемлющий свет знаний.

ГОРИЗОНТЫ ОБОЗРИМОГО БУДУЩЕГО

Сохранение биосферы того типа, в котором возник и эволюционировал вид Человек разумный, совершенно необходимо для его существования. Это положение вытекает из одного из самых фундаментальных положений биологии — закона необходимого соответствия условий среды генетической предопределенности организма. Людям предстоит решить чрезвычайно сложную задачу — строительство ноосферы Вернадского — не просто и исключительно путем глубокого, коренного преобразования природы, но и в ходе развития технологии производства и, что самое главное, социального переустройства общества.

Проблемы социального переустройства требуют подробного разбора. Здесь скажем лишь, что оно будет идти в направлении коммунистических идеалов.

Рассмотрим некоторые из преобразований в хозяйстве, которые, вероятно, произойдут в ближайшие десятилетия в связи с начинающимся выдвиганием на первый план экологических целей.

От промысла — к хозяйству. Нехватка ресурсов промысла (а список ресурсов, необходимых человеку, постоянно расширяется) приведет к переходу к искусственному воспроизводству естественных благ, т. е. переходу от промысла к хозяйству. Этот процесс охватывает прежде всего лесное, рыбное, охотничье и другие виды... только по названию «хозяйств», базирующихся главным образом на промысле живых природных ресурсов. Так, выращивание рыбы и других водных организмов, сейчас достигает в мире 6 млн т (4 млн т рыбы и по 1 млн т моллюсков и водорослей).

⁹ Реймерс Н. Ф. Азбука природы. Микроэнциклопедия биосферы. М.: Знание, 1980, с. 61—62.

¹⁰ Олдак П. Г. Современное производство и окружающая среда. Новосибирск: Наука, 1979; Олдак П. Г. Сохранение окружающей среды и развитие экономических исследований. Новосибирск: Наука, 1980.

а промышленяется свыше 70 млн т¹¹. По ряду прогнозов, продукция морского хозяйства к 1985 г. достигнет 20, а к концу века 40 млн т¹². Ресурсы лесного промысла будут практически нацело исчерпаны в 2000 г. (вырубка лесов, как констатировано в тексте «Всемирной стратегии охраны природы», идет со скоростью 20 га в минуту и в мировом масштабе превышает прирост древесины в 18 раз). Лесистость планеты будет еще снижаться ряд лет со скоростью около 1% в год. Она станет критической при мировой площади лесов около 20% от территории суши, после чего люди усиленно станут растить леса не только для древесины и отдыха, но и «на кислород», ресурсы которого, хотя и далеки от исчерпания, но тают на глазах.

Очень серьезными экологическими ограничениями в этих процессах будут угрозы, связанные с однородностью монокультур, обеднением генетического фонда планеты. Это повлечет за собой необходимость тщательного экологического планирования в локальных, региональных и даже глобальных рамках. О нем будет сказано ниже.

Переход к индустриальному получению «естественных» благ вызовет нужду в максимальном замыкании производства, о чем мы также скажем чуть позже.

К уменьшению энергоемкости хозяйства. Увеличение удельного расхода энергии на единицу получаемой продукции, наблюдаемое в настоящее время¹³, обуславливает необходимость перехода к системе мероприятий по всемерной экономии энергии. Задача современного этапа — разумное уменьшение энергоемкости всех хозяйственных процессов, а не только получение все большего количества энергии. Развитие должно идти главным образом по пути более рационального использования уже получаемого количества энергии с изменением ее источников на «автотрофные» (от Солнца и других естественных источников, не приводящих к нарушению баланса CO₂, дополнительным выбросам

тепловой энергии и прочих видов загрязнений). Лишь переход к широкому использованию солнечной энергии в течение длительного времени не будет менять энергетическую ситуацию на планете.

Использование солнечной энергии — стратегическая цель. Ее постановка не означает отказа от ускоренной разработки и усовершенствования других источников получения энергии — атомной, газификации углей и т. п. Но нужно четко осознавать, что все формы энергетики, оказывающие неблагоприятное воздействие на биосферу, — лишь тактические шаги, позволяющие выиграть время и развить производительные силы для достижения следующего, более перспективного шага — использования достаточного количества солнечной энергии.

По существующим прогнозам к 2000 г. в энергетике США солнечная энергетика будет составлять 25%¹⁴. Однако имеются и сомнения в реальности такого предсказания, прежде всего из-за материалоёмкости и необходимости значительных пространственных ресурсов — больших площадей для получения солнечной энергии. Термоядерная электростанция мощностью в 1000 МВт располагается на площади 1—2 км², тогда как такая же по мощности солнечная электростанция, использующая фотоэлементы, потребует 40 км²¹⁵. Сомнения возникают и из-за нынешней дороговизны установок для получения солнечной энергии. Устройство «солнечного дома» для семьи из 4 человек сейчас в США стоит от 2 до 2,5 тыс. долл.¹⁶

Справедливости ради следует указать, что имеются подсчеты, показывающие, что удельные затраты территории на получение единицы солнечной энергии не выше, а даже ниже, чем у атомной и других форм энергетики. Все зависит от того, включать или не включать в расчет те территории, которые изымаются по косвенным причинам, например для целей захоронения радиоактивных отходов, отсыпки отвалов и т. п.¹⁷. Если скептики предпо-

¹¹ Яблоков А. В., Остроумов С. А. Охрана животного мира: проблемы и перспективы. М.: Знание, 1979, с. 41.

¹² Зайцев Б. П., Дмитриев А. Н. Технический аспект развития маринкультуры. — В сб.: Проблемы исследования и освоения Мирового океана. Л., 1979, с. 297.

¹³ Simons J. G. — Progr. Hum. Geogr., 1977, v. 1, p. 319; Kreeb Kh., Schneider K. Energetische Ökogramme von antropogenen Ökosystemen. — In Biophys. Anal. pflanzlichen Syst. Jena, 1977, S. 261.

¹⁴ In Practice. — Mazingira, 1979, № 9, p. 95.

¹⁵ Шикай А. Ф., Кушниренко А. К. Оценка солнечно-термоядерной энергетики в некоторых натуральных показателях. — В сб.: Тр. ВНИИ системных исследований. 1979, № 5, с. 73.

¹⁶ Heldmann J. D. — Ecolibrium, 1979, v. 8, № 1, p. 10.

¹⁷ Шипунов Ф. Я. Организованность биосферы. М.: Наука, 1980, с. 258.

лагают, что в США солнечная энергетика составит от 3 до 5% энергетики страны лишь в 2000 г., то оптимисты указывают, что уже сейчас она составляет 6%, через 20 лет будет 25%, а через 50 лет — все 100%¹⁸.

Для технико-экономических возможностей получения энергии практически нет предела. В то же время экологические ограничения навязывают необходимость экономного ее использования.

По рецептам природы. Загрязнения, особенно связанные с техногенным распылением материалов (от трения и других причин, не снимаемых методами очистки), приводят к жесткой необходимости максимального замыкания технологических циклов. Такой процесс пока возможен лишь в крайне ограниченных и узколокальных рамках. Потребуется же замыкание локального, регионального и глобального уровней.

Концентрация некоторых загрязнителей, например тяжелых металлов, возрастает, даже несмотря на решительные меры по предотвращению этого процесса. Такое явление возникает, в частности, из-за расширения сети теплостанций (ТЭС), выбрасывающих с отходящими газами и дымом большое количество таких металлов и радиоактивных веществ, из-за увеличения числа механизмов с трущимися частями, содержащими те же металлы, и других аналогичных процессов. Если металлы из выбросов ТЭС в какой-то степени можно улавливать, то их рассеивание по поверхности планеты в результате постепенного изъятия из глубин литосферы и техногенного истирания пока практически непредотвратимо.

Некоторые технологические решения кажутся очевидными. Это упомянутое замыкание производств, замена металлических деталей пластмассовыми, снижение трения деталей и т. п. Все эти нововведения уже происходят.

На первом же этапе возникает необходимость создания производств нового типа, ориентированных не на узкую экономическую специализацию, а на широкую «экологическую рентабельность». При этом оптимизироваться будет соотношение между количеством продуктов и энергии на входе и на выходе. Преимущество будет за теми промышленными комплексами, которые полнее используют вовлекае-

мые природные блага с наименьшими возмущениями природной среды.

Все это не значит, что будут забыты экономические показатели. Но существенная разница заключается в том, что они не станут изолированной самоцелью. В производство будут вовлекаться прежде всего отходы и ресурсы, уже однажды прошедшие хозяйственный цикл. Таким образом, возникнут почти замкнутые вещественные круговороты. Даже сейчас во многих районах мира водоснабжение происходит за счет очищенной воды, уже однажды прошедшей хозяйственное использование. В Японии с 1974 по 1978 г. использование отходов возросло с 16 до 48% от их объема¹⁹. Пока процесс комплексной реутилизации сдерживается отсутствием дешевых и совершенных технологий с малой энергоемкостью, но эти технологии постоянно развиваются и совершенствуются.

В очень отдаленной перспективе все мировое хозяйство должно стать условно замкнутым вещественно и экономным энергетически (возможно с выбросом лишнего тепла в космос или организацией хозяйства в пределах солнечно-земного энергетического баланса). Оно будет практически нацело отделено от природной среды: естественный биогеохимический круговорот и антропогенный реутилизационный оборот веществ будут максимально (но, конечно, не абсолютно) разделены. Изъятие ресурсов из природы неизбежно. Выбросы веществ в нее при максимальном уменьшении объемов на выходе будут складироваться в наименее уязвимых местах с такой обработкой отходов, которая обеспечивала бы минимум неблагоприятных последствий.

Так же поступает и природа. Ее биогеохимические циклы тоже не полностью замкнуты. Известняки, угли, вероятно, нефть, донные отложения в водоемах — все это «склады» прошлых «отходов» биосферы. Для современных экосистем они, как правило, полезны или, во всяком случае, безвредны.

Подобный прогноз может показаться несбыточной утопией. Однако, если внимательно присмотреться к ныне идущим процессам, нетрудно увидеть, что уже сейчас в реутилизационных циклах заложен зародыш подобного подхода. Мы иногда

¹⁸ С. Sun Rower: *More than Pie in the Sky*. — *Zibing Wilderness*, 1979, v. 4, № 146, p. 11—13.

¹⁹ Реферативный журнал. Охрана природы и воспроизводство природных ресурсов. 1980, № 5, с. 116.

просто не видим очевидных вещей, поскольку они непривычны.

«Многоэтажное» сельское хозяйство. Условно замкнутые технологии должны придти не только в промышленность, но и в сельское хозяйство. Здесь они могут базироваться на принципах закрытого грунта, имеющего автономную систему энергоснабжения на основе солнечной энергии или на использовании энергетических отходов промышленных предприятий. Современное орошаемое земледелие, по сути дела, уже прообраз такого закрытого грунта, только одноуровневого и не заключенного в ограниченное пространство, а потому недостаточно эффективного и нарушающего природные биогеохимические циклы, ведущего к засолению, излишнему испарению воды и тому подобным нежелательным последствиям. При закрытом грунте их можно избежать.

Требование перехода к закрытому грунту в сельском хозяйстве с неизбежностью приведет к созданию агропромышленных комплексов нового типа. Их базой станет передача энергии и вещества от промышленного предприятия или их группы к закрытому сельскохозяйственному комплексу или, наоборот, получение энергии в этом комплексе и передача ее промышленности и транспорту. В частности, использование синтетических асимметричных мембран, способных разлагать воду на кислород и водород под действием солнечных лучей, позволяет надеяться, что комплексы закрытого грунта из потребителей энергии превратятся одновременно в ее производителей²⁰. Конструктивной основой таких комплексов служит «вертикальное» земледелие современных теплиц, достигающих за рубежом, например в Австрии, свыше 100 м в высоту. Опытный образец в Латвии показал высокую рентабельность таких сооружений. Если их дополнить солнечными энергоблоками, то они будут экономичны и в отношении энергетики.

Поляризация хозяйства и поддержание экологического равновесия. Развитие закрытого грунта, занимающего относительно небольшие площади, позволит резервировать значительные территории для поддержания локально-экологического баланса и потребностей отдыха населения. Часть земель будет превращена в нацио-

нальные парки, заказники, заповедники. Большее развитие получит сеть полезащитных, склонозащитных и других лесов.

Как показывают предварительные расчеты, такая территориальная оптимизация уже на первом этапе может повысить ряд натуральных показателей (водность, урожай сельскохозяйственных культур и др.) в пределах 10—30%, расширить рекреационные и очистительные свойства территорий приблизительно на столько же.

Размер земельных фондов природных охраняемых территорий (заповедников и др.) зависит от географического места и глобально оценивается различными авторами от 20 до 30 и даже 60% от всей территории суши. Если учесть, что экономически оправданное полеводство возможно не более чем на 10—12% суши, а использование земель под города также не может превышать 10% площади континентов (иначе наступит аномалия, связанные с изменением энергетики поверхности Земли и возникнут другие с трудом устранимые экологические проблемы), то природные охраняемые территории с включением в них экстенсивно эксплуатируемых лесов и пастбищ будут занимать на планете не менее 70—80% суши.

Например, по последним известным нам расчетам, экологическая средообразующая роль естественных почв такова, что рациональный предел расширения земледелия оценивается в 2,7 млрд га (вместо 3,2-3,6 млрд га по прежним оценкам)²¹. Уже сейчас системы охраняемых районов включаются в национальные программы экономического развития, подобно тому как это делается в нашей стране согласно решениям XXVI съезда КПСС, Болгарии, Польше и других странах. В прибалтийских республиках предполагается расширение системы охраняемых участков до 30—35% общей территории, в том числе заповедников — до 2,5—3,0%²².

В силу вещественной замкнутости биосферы излишняя глобальная хозяйственная поляризация (между крупными ре-

²⁰ Broda E. — *Int. Hydrogen Energy*, 1980, v. 5, № 4, p. 453—454.

²¹ Розов Н. Н., Мельников Л. А. и др. Оценка мировых земельных ресурсов и возможностей расширения земледелия в связи с разработкой моделей и стратегии глобального развития. — *Достижения и перспективы*. М., 1978, № 2, с. 15—32.

²² Формирование растительного покрова при оптимизации ландшафта. Мат. 2-й. Всес. школы. Каунас, 10—14 сент. 1979 г. Вильнюс, 1979.

гионами Земли) приводит к разрушению экологических систем легко уязвимых (маргинальных) районов. Проще говоря, экологическая неравновесность в северных и умеренных широтах, дающих максимум полезного продукта капиталистическим странам, приводит к сдвигу экологического баланса в южных маргинальных зонах; прежде всего в связи с очень жестким, даже отрицательным балансом пресных вод суши. Всякая переэксплуатация водных (и шире — экологических) ресурсов в экономически развитых регионах ведет к образованию «противовеса» в виде дополнительной нехватки этих ресурсов в других регионах. Возникает глобальная ситуация, ярко отражаемая афоризмом: «чем больше пустынь мы превратим в цветущие сады, тем больше цветущих садов мы превратим в пустыни».

Такая ситуация может быть исправлена лишь глобальной территориально-экологической оптимизацией, в свою очередь становящейся возможной при оптимальной локальной поляризации. Экологический план позволит установить необходимый локально-экологический и глобально-экологический баланс. Для разработки такого плана требуются интенсивные натурно-экологические исследования, сопряженные с моделированием и соответствующими экономическими проработками и, конечно, громадные политические усилия.

К демографическому планированию. Здесь нет места и нужды подробно разбирать демографические процессы. Обратим внимание на одно существующее заблуждение. Некоторые экономисты, особенно буржуазные, полагают, что уменьшение населения, а значит и трудовых ресурсов, обязательно должно вести к деградации экономики или хотя бы к снижению ее конкурентоспособности. В период, когда автоматизация не позволяла заменить живой труд машинами, такое утверждение было верным. Ныне за 20—25 лет в развитых странах происходит такой скачок в научно-техническом развитии, что экстенсивное расширение трудовой армии делается не всегда оправданным. Прирост знаний экономически замещает прирост населения. Для перспективы этот вывод еще более определен.

Сокращение прироста населения не может пагубно влиять на экономику, если ее развитие идет не экстенсивными, а интенсивными методами, а наука оказывается достаточно мощной производительной

силой. Тем более оно не может привести к вырождению человечества.

В ряде случаев требуется значительный естественный прирост населения, особенно в суровых зонах. Самым легким путем служит создание предпосылок для заселения таких зон коренным населением, адаптировавшимся к условиям этих зон в течение тысячелетней истории. Однако есть и другие методы, позволяющие достигнуть желаемых целей. Например, подбор мигрантов из аналогичных по экологическим условиям мест жизни, создание компенсаторных услуг и т. п. Любопытно, что методы увеличения прироста населения те же, что и его ограничения: улучшение условий жизни людей. Разница лишь в количественных показателях. До определенного момента большая обеспеченность ведет к снижению рождаемости, а затем при достижении максимального благополучия — к ее увеличению.

С ГУМАНИСТИЧЕСКИХ ПОЗИЦИЙ

Мы коснулись, безусловно, не всех перспективных линий экологического развития. Это тем более так, поскольку, как сказано выше, экономика имеет дело со сравнительно узкой областью проблем. Однако даже перечисление ограниченного набора вопросов показывает, что охрана природы уже имеет в наши дни достаточно глубокую методологическую основу, базирующуюся на марксистско-ленинской идеологии.

Все только что сказанное об обозримом будущем основано на анализе реально идущих процессов. Авторы ничего не выдумали. Они лишь рассматривали существующие тенденции. Это, с одной стороны, повышает доказательность говоримого, а с другой — ограничивает глубину прогноза во времени. Могут возникнуть и новые тенденции. Тогда появятся дополнительные перспективы, пока не просматриваемые на фоне сегодняшнего дня.

Выше были отмечены жесткие столкновения сторонников и противников «экологизации» нашей жизни. Это, безусловно, отражение классовых интересов. Движение «зеленых» и другие природоохранные организации противостоят монополиям, стремящимся сохранить свои сверхприбыли. Толстосумы щедро оплачивают своих апологетов, и сами нередко переходят в наступление на прогрессивные силы. Ярким примером может служить недавнее выступление в журнале «Science» некоего

Дж. Саймона²³. Этот автор практически с порога отмечает все ныне возникшие экологические проблемы, обвиняет Генерального секретаря ООН К. Вальдхайма в распространении ложных сведений и объявляет спекулятивными, быющими на сенсацию и корыстными работы в области глобальной экологии и охраны природы.

Конечно, возможны ошибки и преувеличенные страхи. Неизвестное всегда пугает. Но гуманизм требует осторожности и тщательного взвешивания каждого следующего шага. Потеря ферзя в шахматной игре, как правило, ведет к проигрышу. В нашей «игре» с природой ставкой служит жизнь, здоровье и благополучие людей. Это слишком высокая цена легкомыслия. Осторожность целесообразней опрометчивости.

Остроту столкновений сторонников и противников «экологизации» легко объяснить. Ведь происходящий у нас на глазах перелом в отношениях человека с природой по масштабам и глубине не уступает переходу человечества от охоты и собирательства к производящему хозяйству — главнейшему скачку в истории человечества, также означавшему лидерство экологических целей. Ведь тогда, в далеком прошлом людям пришлось отказаться от примитивной охоты и собирательства прежде всего потому, что этот тип хозяйства не обеспечивал нужды людей, а природа истощалась на глазах, хотя и многих поколений, но неотвратимо. Существеннейшая разница заключается в том, что ныне на Земле существуют не разрозненные племена и цивилизации, удаленные друг от друга на тысячи километров, а, хотя и состоящая из социально противоположных обществ, но единая антропосистема. Примитивное хозяйство развивалось тысячами. Наши предки шли дорогами проб и ошибок, в различных регионах мира начинали все практически сызнова. Ныне при глобальном размахе процессов нет права на фатальные ошибки, нет и возможностей для повторения.

Одной из самых чудовищных, все же, к сожалению, возможных ошибок была бы новая мировая война. Современная экологическая ситуация такова, что ни теоретически, ни, тем более, практически в ней не может быть победителей. Будут только жертвы. Представления об ужасах такой войны с массовым применением любого —

и обычного и ядерного — оружия недостаточно полно без знания двух очевидных моментов.

Первый из них заключается в уничтожающей силе нынешней концентрации горючего, атомных электростанций и других технических средств, разрушение которых приведет к довольно быстрой и повсеместной деградации среды жизни.

Второй момент состоит в том, что военное потрясение среды обитания всего живого на Земле приведет к очень тяжелым генетическим последствиям. Нет никакой уверенности, что эти последствия не станут роковыми для всего человечества.

Мировая война, ведущая к глобальным экологическим аномалиям, вызовет столь глубокую экономическую разруху, что очень трудно будет восстановить ресурсный, трудовой и материальный потенциал развития общества. Впрочем, снявши голову, по волосам не плачут. Ныне мировая война безнадежно губительна для людей.

У человечества есть лишь одна альтернатива — неотвратимая необходимость и реальная возможность верного решения экологических проблем в мирной обстановке на справедливой социальной основе и за считанные десятилетия.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Гофман К. Г., Лемешев М. Я., Реймерс Н. Ф. СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ.— ЭКОНОМИКА И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ. 1973, т. IX, вып. 5.

Лавров С. Б. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ В КАПИТАЛИСТИЧЕСКИХ СТРАНАХ. М.: Наука, 1978.

Олдак П. Г. СОВРЕМЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА. Новосибирск: Наука, 1979.

Олдак П. Г. СОХРАНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И РАЗВИТИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ. Новосибирск: Наука, 1980.

Федоренко Н. П., Лемешев М. Я., Реймерс Н. Ф. СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОХРАНЫ ПРИРОДЫ.— Природа, 1980, № 10.

²³ Simon J. L. — Science, 1980, v. 208, № 4451, p. 1431.

Из истории охраны природы и организации заповедного дела в первые годы Советской власти (1921—1925)

Исполнилось 60 лет со дня принятия ленинского декрета «Об охране памятников природы, садов и парков», который явился первым общим законодательным актом об охране природы в нашей стране. В нем были определены понятия о памятниках природы, заповедниках, введены основные положения о заповедном режиме, заложены основы заповедной сети. В декрете специально подчеркивалось, что «земли под заповедниками и национальными парками не могут быть обращаемы под обработку или разработку естественных богатств без разрешения Народного комиссариата просвещения...»¹. В качестве приложения к декрету был разработан список художественно-исторических садов и парков, стоящих под особой государственной охраной. Декрет был подписан В. И. Лениным 16 сентября 1921 г.

¹ Собрание узаконений и распоряжений рабоче-крестьянского правительства РСФСР. 1921, № 65, ст. 492.

**Из отчета
Государственного комитета
по охране памятников
природы¹
Наркомпроса РСФСР
о деятельности за 1921 г.**

11 февраля 1922 г.

... Комитет, подчиняясь властным требованиям реальной жизни, не прерывал своей работы в течение всего отчетного

¹ Государственный комитет по охране памятников природы Наркомпроса РСФСР был создан в июне 1920 г. На него были возложены функции объединения, согласования и регулирования деятельности различных ведомств в вопросах охраны природы. Административные функции по управлению природоохранными учреждениями выполнял Отдел охраны природы Наркомпроса РСФСР, созданный в 1921 г.

Издание декрета ознаменовало определенный этап в развитии охраны природы и заповедного дела в нашей стране, начало которому было положено уже в 1918 г.², и вместе с тем определило пути дальнейшего создания и развития сети заповедников, решения важных вопросов природоохранной деятельности советского государства.

В Центральном государственном архиве РСФСР хранятся документы, позволяющие осветить историю деятельности и большую роль партии и государства в постановке и развитии дела охраны природы в восстановительный период (1921—1925).

Документы публикуются впервые. Публикация и примечания — старшего научного сотрудника Центрального государственного архива РСФСР В. М. Хрусталева.

² См.: У истоков ленинских природоохранительных декретов. — Природа, 1980, № 4, с. 18.

года и на его 47 заседаниях, состоявшихся с 5 января по 31 декабря 1921 г., им были выяснены условия, создания которых необходимо для сохранения природных естественных ценностей обширной территории РСФСР.

Одной из первых забот Комитета было приобрести легальное право на охрану природы, и Комитет посвятил серьезное внимание разработке декрета об охране памятников природы, садов и парков.

16 сентября 1921 г. декрет был утвержден Совнаркомом и 11 октября опубликован в «Известиях» № 227 (1370). Наркомпрос получил право обеспечивать неприкосновенность ценных участков природы и работа Комитета и Отдела охраны природы стала необходимой не только в научном, но и практическом отношении...

Научная деятельность Комитета состояла в определении ценности объектов охраны, в выяснении их состояния в настоя-

щее время, в оценке проектов заповедников, поступающих с мест, в выработке наилучших средств к осуществлению охраны природы, в чтении лекций, освещающих вопросы близкие к делу; практическая — в ревизии объектов охраны на местах, в сношении с ведомствами по этим вопросам, в объявлении памятников природы неприкосновенными, в открытии провинциальных отделений и снабжении заповедников средствами...

Направление дальнейшей деятельности Комитета было определено выяснено на заседании Комитета, и самые необходимые работы намечаются в следующем виде: нужны работы по составлению исчерпывающего проекта охраны тех памятников природы, которые сохраняют цельную картину нетронутой природы России, и защитить от истребления ценные в научном и хозяйственном отношении виды животных и растений, нужно взять на учет все то, что до сих пор составляло предмет охраны,

собрать все данные о сравнительной ценности и современном состоянии художественных искусственных насаждений. Эта работа может быть произведена только Комитетом охраны природы в лице своих специалистов...

Отделу охраны природы, как единственному органу, предстоит осуществить на местах охрану природных богатств государства, руководствуясь научным освещением их значения, даваемым Комитетом. Наконец, необходимо позаботиться о распространении среди населения, а особенно среди подрастающего поколения, правильных взглядов на задачи охраны природы, воспитать в нем любовное, бережное отношение к его сокровищам.

Все это диктуется насущными, жизненными интересами страны, и необходимыми условиями плодотворной работы представляются, с одной стороны, привлечение достаточного числа научных сил, с другой — возможность располагать необходимыми материальными средствами. Только наличие того и другого дает Отделу и Комитету возможность исполнить одну из самых важных задач, лежащих перед современным обществом.

За председателя комитета
В. Талиев.

За зав. отделом Ф. Шиллингер.
Ученый секретарь Л. Вяземская.
ЦГА РСФСР, ф. 2306, оп. 1,
д. 791, лл. 5—9 об.

Из докладной записки Государственного комитета по охране памятников природы Наркомпроса РСФСР во ВЦИК «О нуждах охраны природы РСФСР»

30 июня 1922 г.

Природа является для нас, с одной стороны, источником материального благополучия, а с другой — неисчерпаемым источником изучения и поучения. Познавать управляющие природой законы — одна из гран-

диознейших задач, лежащих перед человечеством, выполнение которой сулит нам широкие практические применения и великие материальные блага, но для познания этих законов мы должны иметь перед собой первобытную природу, как предмет наблюдения и изучения ее законов. Многочисленные основные вопросы биологии, как, например, вопрос о борьбе за существование, об естественном отборе, о влиянии окружающей среды на организм, не могут быть разрешены лабораторным способом, а обязательно требуют изучения живой неискаженной природы, находящейся в своем естественном первобытном состоянии, в которой только и можно понять великие биологические законы. Недостаточное понимание природы и недостаточное внимание к ней уже сказалось весьма печальными фактами... Если мы не поторопимся безотлагательно организовать необходимые мероприятия для реальной охраны русской природы, то через короткое время нам нечего будет и охранять, и у нас останутся только воспоминания о бывших наших естественных богатствах, которыми мы можем еще пока справедливо гордиться перед другими странами. Западная Европа слишком поздно взялась за дело охраны природы, когда там уже не осталось ни многих черт первобытной растительности, ни большей части интересных животных, и при этих условиях перед Российской Республикой лежит задача мировой важности сохранить целый ряд животных форм, которых нет нигде за пределами нашего отечества и за судьбой которых с интересом следит ученый мир всего света...

¹ Докладная записка «О нуждах охраны природы РСФСР» была направлена на имя М. И. Калинина во ВЦИК за подписями А. В. Луначарского, Л. Б. Красина, Н. А. Семашко, С. Ф. Ольденбурга, А. Е. Ферсмана, А. Н. Северцова, Н. М. Кулагина, С. А. Бутурлина и других видных государственных деятелей и ученых страны. Советское правительство уделило должное внимание записке и оказало необходимую финансовую помощь.

В дореволюционный период охрана природы в России практически осуществлялась только в форме охотничьего закона и в специальной охране зубра. Образовавшаяся при Русском Географическом обществе постоянная Природоохранительная Комиссия разрабатывала вопросы охраны природы лишь теоретически, не имея никаких материальных средств для практического осуществления этого дела. С созданием Государственного комитета по охране памятников природы, а затем во второй половине 1921 г. особого Отдела охраны природы при Главмузее, дело охраны природы вступило в новую фазу своего развития, обещая богатые результаты. Культурные силы страны сочувствуют этому делу. На бывшем в декабре 1921 г. «Съезде Общества краеведения», созданном Академическим центром Наркомпроса, была ярко осознана необходимость всемерной охраны природы в республике и в то же время подчеркнуто печальное современное положение этого дела. Интересно отметить, что по окончании съезда Краеведения Рабоче-Крестьянская инспекция прислала в Главмузей отношение, в котором говорится о необходимости всемерно усилить охрану природы. Но чтобы осуществить это — необходимы средства, и притом без задержки отпускаемые, так как при осуществлении охраны природы мы имеем дело со спасением живых существ, животных и растений, которые часто нуждаются в немедленной реальной охране...

Таким образом, дело охраны природы в РСФСР находится в самом критическом положении. А между тем из всего вышесказанного следует, что дело это является делом государственной важности...

Ввиду всего вышесказанного, надлежит признать, что для конкретного осуществления охраны природы в РСФСР необходимы:

1) Устойчивое положение центральных организаций, ведающих охрану природы в республике, а именно: Комитет по охране памятников природы при Главмузее.

2) Отпуск достаточных

средств на содержание заповедников.

3) Принятия Государством конкретных мер к сохранению памятников природы.

Народный комиссар просвещения
А. В. Луначарский.

Заведующий Академическим центром
замнарком просвещения
М. Н. Покровский...²

ЦГА РСФСР, ф. 2306,
оп. 1, д. 791, лл. 56—58 об.

Из протокола заседания президиума коллегии Наркомпроса об утверждении нового состава Государственного комитета по охране памятников природы

5 июля 1923 г.

С л у ш а л и: Проект положения о Комитете по охране памятников природы¹ и состав его.

П о с т а н о в и л и: 1. а) Означенный проект положения утвердить.

б) Комитет по охране природы утвердить в составе: председателя проф. Н. М. Кулагина, С. Ф. Ольденбурга, А. Е. Ферсмана, А. Н. Северцова, С. А. Бутурлина, М. И. Голенкова, Г. А. Кожевникова, К. И. Покаялюка, Н. Н. Подъяпольского, Д. М. Россинского, М. П. Розанова, Н. Н. Смирнова, В. И. Талиева, Н. М. Федоровского, Ф. Ф. Шиллингера и представителей: Географического общества, Главполитпросвета, Главсоцвоса, Горного ведомства, Наркомздрава, Реввоенсовета, Наркомпути.

За председателя В. Яковлева,
Секретарь Н. Рутковская.²

ЦГА РСФСР, ф. 2306, оп. 1,
д. 2101, лл. 236 об.

Из протокола заседания Научно-технической секции Государственного ученого совета Наркомпроса РСФСР

31 августа 1923 г.

С л у ш а л и: 9. О распространении сведений о значении заповедников и охране природы среди учащихся профессионально-технических школ и высших учебных заведений. (Доклад Всероссийского Комитета по охране памятников природы.)

П о с т а н о в и л и: 9. а) Тезисы доклада одобрить. б) Предложить Комитету по охране памятников природы составить циркулярное обращение к преподавателям профтехнических школ и ВУЗов с предложением ввести в общий курс естествознания и соответствующие специальные курсы данные об охране природы и о заповедниках, а также вести работу по пропаганде идеи охраны природы и иными доступными способами.

в) Означенные циркулярные обращения опубликовать в ближайшем номере «Бюллетеня научно-технической секции Государственного ученого совета».

Председатель О. Ю. Шмидт,
Секретарь М. Ногаллер.²

ЦГА РСФСР, ф. 298, оп. 1,
д. 98, л. 49.

¹ Имеется в виду Государственный комитет по охране памятников природы.

Проект тезисов доклада наркома по просвещению А. В. Луначарского об охране памятников природы¹

25 октября 1923 г.

1. Основные этапы материальной культуры всегда оказывались связанными с победами человека над природой, но высшей формой такой победы должен считаться сознательный

отказ человека от вмешательства в жизнь природы, от использования ее в своих текущих интересах во имя интересов будущего и ради важного научного эксперимента над действием ничем не ограниченных творческих сил ее.

2. Все положительные знания, обеспечивающие прогресс человечества, почерпаются в изучении природы. В мрачное время средневековья человеческая мысль сосредоточивалась на исследовании вопросов, не связанных с природой и даже противопоставленных ей... Только возврат к естественным наукам возвратил человечество на путь прогресса и только дальнейшее базирование на естествознании — приведет человечество к прекрасному будущему.

3. Охрана природы — основная и простейшая форма организации многих отраслей народного хозяйства, как, например, охота, рыболовство, лесные промыслы и т. п. Там, где неразумным вмешательством человек нарушает законы равновесия сил в природе, нарушаются и условия, естественным образом обеспечивающие материальное благополучие людей.

4. Роль пролетарского государства — инвентаризовать объекты охраны природных богатств, учитывая интересы как материальной, так и духовной культуры. Роль пролетариата — провести охрану природы в жизнь самостоятельной работой на местах, пропагандой вне школы, обучением приемам охраны в школе.²

ЦГА РСФСР, ф. 2307, оп. 3,
д. 29, л. 165.

Из докладной записки Отдела охраны природы в секретариат Наркомпроса о современном положении дела охраны природы в республике.

30 июня 1924 г.

Необходимость охраны первобытной природы от разрушающего и изменяющего влияния современной культуры признана в настоящее время всеми

¹ В связи с утверждением нового состава было уточнено положение о Комитете в рамках сохранения его совещательных функций.

² С докладом А. В. Луначарский выступил в Госплане РСФСР.

цивилизованными странами... Советское правительство уже в 1919 году вступило на путь государственной охраны природы, основавши сначала Комиссию, а потом Отдел охраны природы при Академическом центре Наркомпроса.

В настоящее время Отдел охраны природы существует при Главнауке и является центром, объединяющим в себе всю работу, производящуюся в республике по охране природы. При отделе имеется ученый комитет, в состав которого входят авторитетные специалисты и представители ведомств, который обсуждает все более важные дела по охране природы... Самым важным и в то же время самым трудным и ответственным делом в работе Отдела охраны природы и состоящего при нем ученого комитета является организация государственных заповедников и управление ими... Астраханский заповедник фактически существует с 1919 года по постановлению Наркомпроса еще до издания специального декрета об охране природы (16 сентября 1921 г.). Важно отметить, что идейное участие в основании первого в республике заповедника принимал В. И. Ленин, высказавший по поводу Астраханского заповедника мысль о необходимости охраны природы вообще...

Отделом охраны природы разработана обширная сеть заповедников по всей республике согласно существующим естественным районам...

Заведующий отделом охраны природы В. П. Зылев.
Секретарь Е. Г. Блошенко.¹

ЦГА РСФСР, ф. 2307, оп. 9, д. 109, лл. 4—6 об.

Протокол № 1 организационного собрания Всероссийского общества охраны природы

3 декабря 1924 г.

Присутствовали: Ф. Н. Петров, В. П. Зылев, Д. М. Россинский, М. П. Розанов, Б. П. Дитмар, Е. Г. Блошенко.

Кандидаты в члены: Н. М. Кулагин, Н. Н. Подъяпольский, Н. Л. Чугунова-Сахарова, Д. И. Руденко, Х. Г. Шапошников, Д. И. Нечкин.

Общим собранием избраны: председателем — Ф. Н. Петров, секретарем — Е. Г. Блошенко.

С л у ш а л и: 1. Сообщение об утверждении Устава Общества Народным комиссариатом внутренних дел 29 сентября 1924 года.

П о с т а н о в и л и: Принять к сведению.

С л у ш а л и: 2. Список первых действительных членов Общества. (Члены-учредители.)

П о с т а н о в и л и: Считать членов-учредителей Всероссийского общества охраны природы первыми действительными членами Общества.

С л у ш а л и: 3. Порядок избрания новых членов Общества и предложение новых кандидатов, присутствующих на данном собрании.

П о с т а н о в и л и: Считать для данного собрания установленным следующий порядок: представленных вновь кандидатов в члены Н. М. Кулагина, Н. Н. Подъяпольского, Х. Г. Шапошникова, Д. И. Руденко, Д. И. Нечкина, Н. Л. Чугунову-Сахарову утвердить данным собранием.

С л у ш а л и: 4. Предложение Н. Н. Подъяпольского об избрании почетными членами Общества лиц, оказавших содействие делу охраны природы.

П о с т а н о в и л и: Утвердить предложенных кандидатов в почетные члены: А. В. Лучначарского, Н. К. Крупскую, Т. Смольянинова, т. Дробниса, Н. А. Семашко, т. Фадзуль-Хаджаева, Ю. М. Шокальского, С. Ф. Ольденбурга, А. Н. Северцова, А. Е. Ферсмана, А. П. Семенова-Тян-Шанского, И. П. Бородин, Н. В. Насонова, Ф. Н. Петрова.

С л у ш а л и: 5. Избрание Временного Совета общества.

П о с т а н о в и л и: Утвердить Временный Совет Общества (сроком на 1 месяц) в следующем составе: председатель Совета — проф. Г. А. Кожевников, зам. председателя — проф. Д. М. Россинский, секретарь — Н. Н. Подъяпольский, и поручить этому Совету разрабо-

тать в ближайшее время программу дальнейших мероприятий по развитию деятельности Общества вообще, и в частности — финансовой, научной и издательской на ближайший квартал.

С л у ш а л и: 6. Информация о предстоящем в декабре краеведческом съезде.

П о с т а н о в и л и: Поручить Н. М. Кулагину информировать краеведческий съезд НКП об открытии Общества охраны природы и его задачах.¹ Кроме того, собрание считает необходимым использовать каждый съезд Наркомпроса с целью оповещения присутствующих делегатов о работе Общества.

Председатель Ф. Н. Петров.
Секретарь Е. Г. Блошенко.
ЦГА РСФСР, ф. 2307, оп. 2, д. 117, л. 114—114 об.

¹ 2-я Всероссийская конференция по краеведению состоялась 9—14 декабря 1924 г. в Москве. Н. М. Кулагин выступил на ней с докладом «Задачи краеведных учреждений в деле охраны природы». В резолюции конференции по докладу Кулагина было отмечено: «Конференция по краеведению, считая идею охраны природы имеющей важное научное или хозяйственное значение, полагает, что работа по охране природы краеведческих организаций и органов, ведающих в настоящее время охрану природы, должна быть совместная, согласованная как в центре, так и на местах» (ЦГА РСФСР, ф. 2307, оп. 8, д. 292, л. 96 об.).

Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде (ЮНЕП)

Л. И. Шокин



Леонид Иванович Шокин, сотрудник Центра международных проектов Государственного комитета СССР по науке и технике; последние годы работал в Найроби (Кения) в штаб-квартире Программы ООН по окружающей среде (ЮНЕП) редактором отдела информации.

ЮНЕП (United Nations Environment Programme) была создана в 1972 г. в соответствии с решениями Стокгольмской конференции ООН по проблемам окружающей человека среды. На этой конференции были определены основные направления деятельности новой Программы и ее организационная структура. Принятые в Стокгольме Декларация об окружающей среде и План действия в сфере международного сотрудничества в этой области отражали настоятельную необходимость в качественно новом подходе человека к природе. Такой подход был обусловлен все усиливающимся загрязнением окружающей среды и определенным нарушением экологического равновесия в биосфере, вызванными антропогенной деятельностью.

На этом этапе развития человечества нужно было начать работу по обобщению данных о негативных последствиях изменений в окружающей среде с целью ее более разумного использования. Таким образом, защита природных богатств выдвинулась в число глобальных проблем современности, решение которых потребовало объединения усилий многих стран.

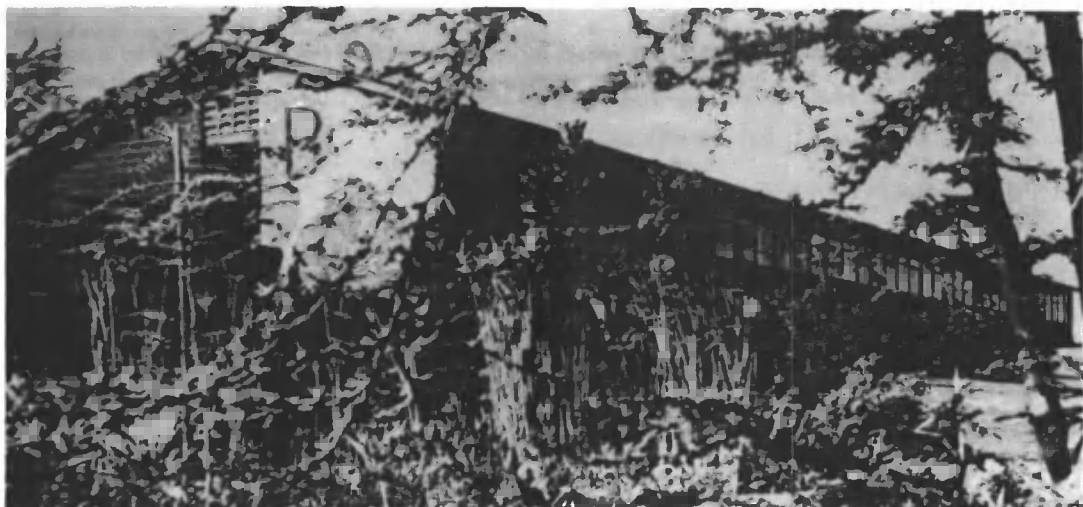
В связи с этим ЮНЕП была призвана прежде всего оценить в глобальном масштабе естественное состояние природного окружения. В ее задачи входило также обеспечить выработку и организацию програм-

мных мероприятий в области охраны окружающей среды, проводимых в рамках ООН, и их координацию. Важно подчеркнуть, что ЮНЕП в системе ООН была создана не как оперативное учреждение, а для того, чтобы согласовывать между собой многочисленные программы по сохранению природы и выполнять стимулирующую и катализирующую роль.

Наряду с этим был учрежден Координационный совет по окружающей среде (КСОС), в который вошли руководители всех учреждений ООН, занимающихся различными экологическими аспектами. Позже было принято решение передать функции КСОС Административному комитету ООН по координации.

Задачи сохранения природы резко отличаются в развитых и развивающихся странах. В первых люди озабочены промышленным загрязнением среды, а во вторых — важнейшей проблемой является нищета со всеми ее последствиями — плохим водоснабжением, трущобами, антисанитарией, острой нехваткой продовольствия. Поэтому эти страны вынуждены также решать стоящие перед ними социально-экономические задачи, без чего практически невозможно в полной мере рационально использовать природные богатства.

При разработке программы ЮНЕП с самого начала особое внимание уделялось



Один из корпусов штаб-квартиры ЮНЕП в г. Найроби.

оказанию помощи развивающимся странам в решении их специфических экологических проблем, сильно осложняющихся экономической отсталостью и нищетой. Чтобы приблизить ЮНЕП к странам третьего мира, ее штаб-квартиру было решено разместить в столице Кении — Найроби. Кроме того, ЮНЕП имеет свои региональные отделения в Женеве, Нью-Йорке, Бейруте, Бангкоке, Мехико и Найроби.

Для осуществления оперативной связи между правительствами различных стран и ЮНЕП при этой организации аккредитованы 55 постоянных представительств (включая советское), а также представитель Фронта национального освобождения Палестины (в качестве наблюдателя). Директор-исполнитель ЮНЕП М. Толба (Египет) в декабре 1980 г. был переизбран на 4-летний срок.

Руководящий орган ЮНЕП — Совет управляющих, сессии которого проводятся ежегодно в Найроби. Он состоит из 58 членов, избираемых Генеральной Ассамблеей ООН на 3-летний срок в соответствии с принципом регионального представительства: 16 мест для африканских государств, 13 — для азиатских, 6 — для Восточной Европы, 10 — для Латинской Америки и 13 — для Западной Европы и остальных стран. В нынешний состав Совета входят Алжир, Аргентина, БССР, ГДР, Индия, Кения, Китай, СРР, СССР, США, Франция, ФРГ, Япония и др. государства. На сессиях Совета

управляющих подводятся итоги проделанной работы, рассматриваются доклады директора-исполнителя, обсуждаются планы дальнейшей деятельности, утверждаются ассигнования на осуществление проектов.

Совет ежегодно представляет Генеральной Ассамблее ООН доклады о своей деятельности через Экономический и Социальный совет; этим подчеркивается, что при определении общей политики в области защиты окружающей среды основная роль принадлежит государствам.

Программной деятельностью ЮНЕП занимается Бюро по вопросам программы. Первоначально Программа была ориентирована на выполнение 109 рекомендаций Стокгольмской конференции, которые теперь конкретизированы в шести основных направлениях. К ним отнесены: населенные пункты и здравоохранение, экосистемы суши, окружающая среда и развитие, океаны, энергия, стихийные бедствия.

В разделе «Населенные пункты и здравоохранение» разрабатываются мероприятия с учетом прямой связи между естественной и созданной человеком окружающей средой. На сессиях Совета управляющих постоянно рассматриваются экологические аспекты здоровья человека. ЮНЕП тесно сотрудничает с Центром ООН по населенным пунктам (ХАБИТАТ), стараясь, чтобы при планировании поселений учитывались экологические факторы.

Очень широкая по своему диапазону тема «Окружающая среда и развитие» в конечном счете сводится к необходимости

обеспечить дальнейшее экономическое развитие стран без нанесения ущерба природе. Ни в одной области необходимость в комплексном подходе к решению проблем окружающей среды не проявляется столь очевидно, как в этой.

«Экосистемы суши» относятся к числу определяющих аспектов природного окружения. Здесь прежде всего следует отметить особую важность мероприятий по борьбе с опустыниванием. На VIII сессии Совета управляющих ЮНЕП, проходившей с 16 по 29 апреля 1980 г. в Найроби, особое внимание участников привлекло обсуждение Плана действий по борьбе с опустыниванием. Выступавшие отмечали возросшую координационную роль ЮНЕП в осуществлении этого плана. В принятом на сессии решении содержался призыв к правительствам стран мира оказать большую финансовую поддержку этому плану, который также включал меры по предотвращению потерь плодородных земель в результате эрозии, заболачивания и засоления почв, а также их передачи под иные виды пользования (здания, дороги и т. д.). Все эти аспекты потери почвенного покрова обсуждались на совещании экспертов в Риме в марте 1980 г., проведенном совместно с Продовольственной и сельскохозяйственной организацией (ФАО). Учитывая особую важность этого вопроса, Совет управляющих ЮНЕП принял решение о всестороннем сотрудничестве с ФАО, ЮНЕСКО и другими заинтересованными организациями в деле подготовки «Хартии защиты почв», включающей принципы в этой области и план действий по ее осуществлению, предложенные на Римском совещании.

ЮНЕП всячески стремится обеспечить охрану дикой природы, и в особенности тропических лесов, которые содержат очень много экзотических видов земной фауны и флоры. В своем выступлении на VIII сессии Совета управляющих М. Толба привел такие вызывающие тревогу данные: почти половина влажных лесов в мире уже истреблена, более 1000 видов животных и около 25 тыс. видов растений находятся под угрозой исчезновения. Помимо всего прочего, необходимость сохранить генетические ресурсы обуславливается еще и тем, что они важны для решения многих общечеловеческих проблем, в частности продовольственной.

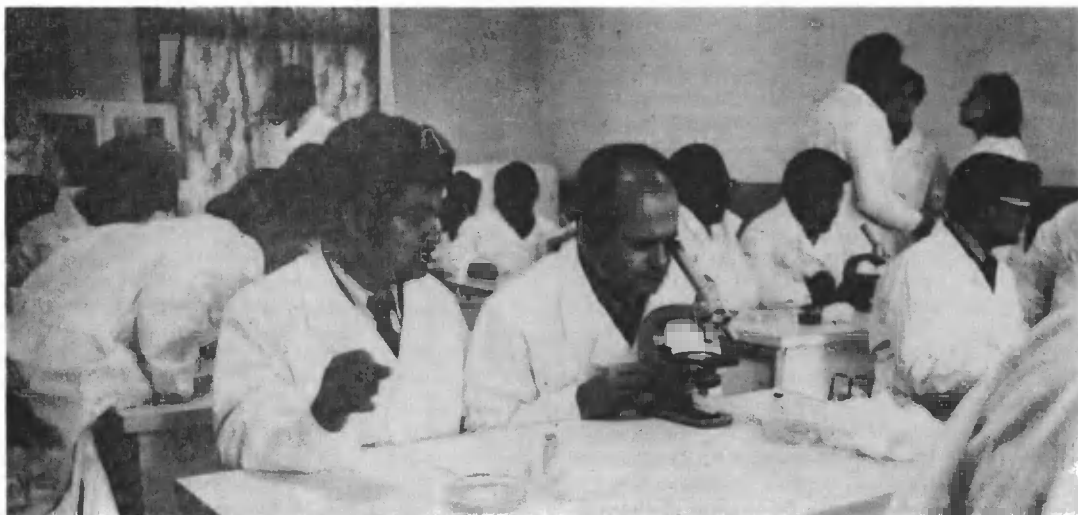
Была принята отдельная резолюция по тропическим лесам, в которой соответствующие государства, а также неправительственные организации призываются пред-



Башня на территории штаб-квартиры ЮНЕП с эмблемой Программы, символизирующей необходимость бережного отношения к природе.

ставить в шестимесячный срок конкретные предложения по осуществлению комплексной программы сохранения тропических лесов.

Раздел «Океаны» включает различные виды деятельности ЮНЕП по защите океанов от загрязнения промышленными продуктами и отходами. На сессии в Найроби большое внимание уделялось «здоровью» океанов, в которых сосредоточены богатейшие биологические ресурсы. В них только одна фауна насчитывает около 100 тыс. видов. При этом указывалось также на колоссальное значение океанов, которые своими «легкими» усваивают значительную часть углекислого газа атмосферы и вырабатывают (в основном водорослями) более половины кислорода, необходимого для жизни на Земле. Отмечался прогресс, достигнутый в осуществлении Программы по региональным морям и особенно Плана действий по охране Средиземноморья. В обсуждениях выражалась поддержка участию ЮНЕП в мониторинге океанов для определения хлорированных углеводородов и остаточных металлов. Некоторые делега-



Практические занятия по организации борьбы с зоонозами (проект СССР—ЮНЕП) в Узбекском научно-исследовательском ветеринарном институте (г. Самарканд) для слушателей из развивающихся стран.

ции предложили распространить его на прибрежные районы и региональные моря, к которым прилегают развивающиеся страны. В ряде выступлений было предложено также, чтобы ЮНЕП использовала богатый опыт по исследованию морей, накопленный в СССР в результате экспериментов в Красном море в 1980 г.¹

По мнению советской делегации, ЮНЕП следует в сотрудничестве с другими международными организациями повысить внимание к мероприятиям по изучению и защите от загрязнения океанов в глобальном масштабе. Мировой океан един, и происходящие в нем процессы взаимосвязаны. Подходить к проблеме нужно с учетом специфики каждого региона и интересов соответствующих государств.

Совет управляющих принял проект решения об океанах, авторами которого были делегации СССР, БССР, Болгарии, Венгрии, ГДР, Чехословакии, Швеции, Франции и других стран. Резолюция уполномочивает директора-исполнителя с участием соответствующих международных и межправительственных организаций созвать в 1981 г. совещание группы экспертов для изучения

деятельности и результатов работы в области региональных морей.

Программа ЮНЕП в сфере «энергия» занимается разработкой данных об экологических последствиях потребления энергоресурсов в условиях постоянного увеличения спроса на них как со стороны индустриальных, так и развивающихся стран.

В части «Стихийные бедствия» усилия ЮНЕП направлены на создание в сотрудничестве с Организацией ООН по оказанию чрезвычайной помощи, ЮНЕСКО и ВМО глобальных систем заблаговременного предупреждения об этих разрушительных явлениях.

Обеспечение рационального природопользования в глобальном, региональном и локальном масштабах предполагает выполнение тесно связанных между собой функциональных задач по оценке окружающей среды, ее управлению и вспомогательным мерам.

Первая задача состоит в получении, обработке и обобщении данных, на основе которых можно принимать практические решения. В связи с этим в рамках ЮНЕП для обеспечения стран достоверной информацией был создан Центр программной деятельности Глобальной системы мониторинга окружающей среды (ЦПД ГСМОС). Основные виды деятельности этого центра в настоящее время относятся к области здравоохранения, климата, океанов и возобновляемых природных ресурсов.

Для обмена информацией учреждена также Международная справочная система источников информации по окружающей среде (ИНФОТЕРРА). Эта система, возглавляемая Центром программной деятельно-

¹ Подробнее об этом см.: Монин А. С., Ястребов В. С. Экспедиция в Красное море.— Природа, 1980, № 9, с. 25.

сти в Найроби, действует по принципу «коммутатора» — потребители направляются за нужными сведениями к соответствующим источникам информации. В настоящее время в системе ИНФОТЕРРА имеется около 8500 источников информации, а число национальных выделенных центров составляет 115.

Кроме того, создан Международный регистр потенциально токсических химических веществ (МРПТХВ), основное назначение которого — выявить вредное воздействие этих веществ на человека и природу и предоставить заинтересованным странам соответствующую информацию.

Управление окружающей средой, по существу, представляет собой регулирование всей антропогенной деятельности. В этой области ЮНЕП призвана играть ведущую роль, ибо все ее мероприятия фактически направлены на то, чтобы содействовать рациональному природопользованию во всем мире. Составной частью такой задачи является природоохранное законодательство. Вспомогательные меры включают природоохранное обучение, техническую помощь и информацию. Последний компонент имеет очень важное значение для привлечения внимания мировой общественности к актуальным проблемам окружающей среды. В штаб-квартире ЮНЕП издаются «Доклад о состоянии окружающей среды», «Ежегодный обзор», «Доклад правительствам» и другие важные материалы. Выходит (10 раз в год) информационный бюллетень «ЮНИТЕРРА» и ежеквартальный журнал «Мазингира» (что на языке суахили означает «Окружающая среда»).

И, наконец, важное место в деятельности ЮНЕП занимает Фонд окружающей среды, учрежденный решением Генеральной Ассамблеи (определенная часть средств поступает также из регулярного бюджета ООН). Фонд формируется из добровольных взносов государств-членов ООН. Сумма бюджетных средств ЮНЕП из этих источников в 1978—1981 гг. составила примерно 150 млн американских долларов. Эти сравнительно скромные для международной организации средства используются главным образом для обеспечения координирующей роли ЮНЕП в природоохранных мероприятиях системы ООН. Основная статья расходов Фонда — финансирование совместных проектов, осуществляемых в рамках ООН.

ЮНЕП постепенно расширяет свои связи; она прежде всего сотрудничает с такими организациями, как ЮНЕСКО, Программа развития ООН, Всемирная организа-

ция здравоохранения, Всемирная метеорологическая организация, ФАО, Конференция ООН по торговле и развитию, Детский фонд ООН и др. Благоприятно развиваются отношения ЮНЕП с региональными комиссиями ООН. Заключение соглашения с СЭВ значительно повысило роль ЮНЕП в решении глобальных экологических проблем. Проведенный в Братиславе в ноябре 1978 г. II региональный семинар системы ИНФОТЕРРА стран-членов СЭВ и Югославии, послужил примером для создания таких региональных центров в других районах мира.

Следует отметить большой вклад СССР в дело сохранения природного окружения во всемирном масштабе. В рамках Глобальной системы мониторинга окружающей среды советские специалисты проводят ряд интересных исследований. Несколько советских комитетов, министерств и научно-исследовательских институтов сотрудничают с ЮНЕП на основе уже 15 действующих проектов. Их деятельностью руководит Центр международных проектов Государственного комитета СССР по науке и технике. Успешно закончилась первая фаза Международных курсов по закреплению песков. Эффективно осуществляется проект по борьбе с опустыниванием путем комплексного развития. Курсы по управлению речными бассейнами пользуются большой популярностью у специалистов из развивающихся стран. Учебные курсы по борьбе с малярией, ее переносчиками, а также с зоонозами будут способствовать осуществлению мероприятий ЮНЕП в области здравоохранения.

В Советском Союзе непосредственно ЮНЕП, при ее участии или финансовой поддержке были организованы Межправительственная конференция по образованию в области окружающей среды (Тбилиси, 1977 г.), Генетический и Тихоокеанский научные конгрессы (Москва, 1978 г.; Хабаровск, 1979 г.), 2-е совещание системы ИНФОТЕРРА по вопросам управления (Москва, 1979 г.), Генеральная ассамблея Международного союза охраны природы (Ашхабад, 1978 г.).

Проекты СССР—ЮНЕП, а также различные мероприятия в области окружающей среды, проводимые в нашей стране другими международными организациями, координируются Комиссией СССР по делам ЮНЕП.

В 1982 г. на Юбилейной сессии Совета управляющих, посвященной 10-летию Стокгольмской конференции, будут подведены итоги всей деятельности ЮНЕП.

Двигатели на водороде

В. П. Бармин, И. Л. Варшавский, В. В. Гончаров

Постоянный рост мировой потребности в энергии приводит к истощению природных ресурсов топлива — нефти, угля, газа, являющихся в то же время ценным сырьем для химической промышленности. Их сжигание вызывает загрязнение воздушной среды продуктами сгорания, содержащими большое количество токсичных веществ. Поэтому энергетические и экологические вопросы в настоящее время должны рассматриваться в тесной взаимосвязи. По мнению многих специалистов, разделяемому авторами данной статьи, водород и есть то вещество, которое, по-видимому, может решить энергетические и экологические проблемы.

Водород следует рассматривать как энергоаккумулирующее вещество, энергоноситель, синтетическое топливо, восстановитель, основной компонент для получения гидридов и т. д. Он имеет большие преимущества перед ископаемым топливом. Теплота сгорания водорода почти в 3 раза выше, чем у бензина, а энергии для его воспламенения требуется в 15 раз меньше. Максимальная же скорость распространения фронта пламени в 8 раз больше, чем у углеводородов. При сжигании водорода в чистом кислороде продукты горения абсолютно безвредны. При окислении в воздухе в определенных условиях могут образовываться окислы азота, однако в меньшем количестве, чем при горении обычных топлив. Поэтому использование водорода как топлива исключает возможность возникновения парникового эффекта в атмосфере Земли, который связан с окислением углерода. Кроме того, не выделяются токсичные окись углерода, углеводороды, сажа и канцерогенные вещества.

Ресурсы водорода в природе практически неисчерпаемы, если в качестве источника использовать воду. При сгорании водорода образуется вода, которая вновь полностью вовлекается в природный круго-

оборот веществ. Разложение воды и противоположный ему процесс — окисление водорода, по мнению многих ученых, в будущем заменят добычу и сжигание ископаемых топлив¹.

Поэтому к тому времени, когда мировая энергетика «созреет» для широкого использования водорода, наука и техника должны предложить экономически эффективные и экологически чистые методы получения водорода и способы его использования.

Переводом двигателей внутреннего сгорания на водород или частичное питание водородом и в нашей стране, и за рубежом с перерывами занимаются столько лет, сколько эти двигатели существуют.

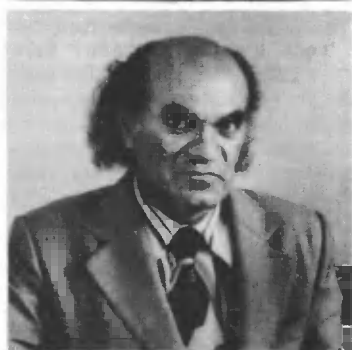
Первые систематизированные исследования возможности работы поршневого двигателя на водороде проводились английскими исследователями Г. Рикардо и Бурстоллом в 20-е годы. Использовался экспериментальный одноцилиндровый двигатель с переменной степенью сжатия; при этом был установлен фундаментальный факт: при работе на водороде появлялась возможность качественной регулировки двигателя во всем диапазоне нагрузок. При этом КПД двигателя был выше, так как коэффициент избытка воздуха имел большее значение, чем при работе на бензине.

Остановимся на этом подробнее. Состав горючих смесей, или, как их называют применительно к двигателям, рабочих смесей, характеризуется коэффициентом избытка воздуха α . Если количество воздуха в рабочей смеси равно теоретически необходимому для полного сгорания, стехиометрическому, то $\alpha = 1$. Если

¹ О способах получения водорода и перспективах его использования см.: Л е г а с о в В. А. Водородная энергетика. — Природа, 1977, № 3, с. 3.



Владимир Павлович Бармин, академик, заведующий кафедрой Московского высшего технического училища им. Н. Э. Баумана, председатель Комиссии АН СССР по проблеме «Механика и техника использования некоторых окислов». Основные труды относятся к стартовым комплексам многоступенчатых ракет. Занимается также вопросами использования энергоаккумулирующих веществ. Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской и Государственных премий СССР.



Илья Львович Варшавский, доктор технических наук, профессор, заведующий лабораторией перспективных и малотоксичных двигателей Института машиноведения им. А. А. Благонравова АН СССР, заместитель председателя той же Комиссии. Основные работы связаны с тепловыми двигателями, токсичностью отработавших газов и использованием энергоаккумулирующих веществ.



Владимир Владимирович Гончаров, кандидат технических наук, старший научный сотрудник той же лаборатории, ученый секретарь Комиссии АН СССР по проблеме «Механика и техника использования некоторых окислов». Занимается вопросами работы тепловых двигателей на различных топливах, токсичностью отработавших газов и использованием энергоаккумулирующих веществ.

имеется недостаток воздуха (богатая смесь), то $\alpha < 1$, если избыток (бедная смесь), то $\alpha > 1$. Обычный бензиновый двигатель работает в диапазоне изменения α от 0,8 до 1,15. Состав смеси при $\alpha = 0,85-0,95$ называется мощностным, поскольку скорость сгорания бензино-воздушных смесей максимальна именно при таком составе. При $\alpha < 0,3$ и $\alpha > 1,3$ бензино-воздушная смесь не горит. Водород же позволяет работать в области бедных и сверхбедных смесей при $\alpha > 3$.

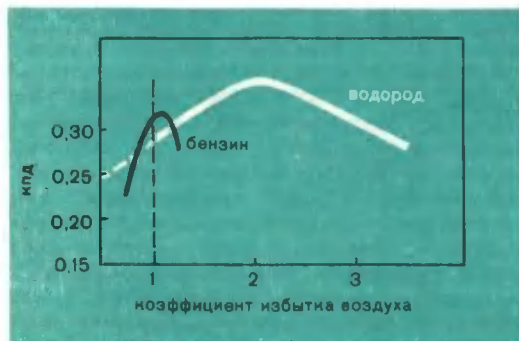
Поскольку рабочий интервал значений α относительно мал, бензиновые двигатели имеют количественную регулировку. В них, чтобы изменить мощность двига-

теля при движении автомобиля, приходится изменять количество всей поступающей в цилиндры рабочей смеси, оставляя состав, т. е. качество смеси примерно постоянным: $0,9 < \alpha < 1,1$.

При качественном регулировании изменение мощности производится изменением качества смеси при постоянном количестве подаваемого воздуха. Иными словами, увеличивая подачу топлива, мы обогащаем рабочую смесь и увеличиваем мощность двигателя, обедняя — уменьшаем. Такое регулирование возможно, если топливно-воздушная смесь имеет широкие пределы воспламеняемости, как, например, водородно-воздушная или бензино-водородно-воздушная.

Не рассматривая этот вопрос подробно, заметим, что в условиях эксплуатации на различных нагрузках, например в городе, автомобиль с двигателем, имеющим качественную регулировку, более экономичен.

Уже в первых работах исследователи столкнулись с трудностями использования чистого водорода. При приближении к максимальным нагрузкам и увеличении подачи водорода наблюдались сильные преждевременные вспышки, избежать которых не удавалось и при уменьшении степени



Зависимость КПД двигателя от коэффициента избытка воздуха. Видно, что максимальный КПД при работе двигателя на водороде выше, чем при работе на бензине, а диапазон высоких значений КПД значительно шире.

сжатия. Двигатель, работающий на водороде, при всякой попытке получить полную мощность увеличением доли водорода в рабочей смеси, ухудшал работу: появлялась жесткость, детонация². Подобные же результаты были получены в 40-е годы И. Л. Варшавским, а в 50-е годы — В. И. Хмыровым.

Эти опыты показали, что некоторых отрицательных моментов, например обратных вспышек на впуске, можно избежать, прибегнув к внутреннему образованию смеси, т. е. подаче водорода непосредственно в цилиндры через специальные форсунки. Однако и в данном случае получить максимально возможную мощность на водороде не удавалось, поскольку работа на мощностном, обогащенном составе смеси сопровождается сильным стуком.

Когда же необходимости в получении высокой мощности не было, а бензина

не хватало, двигатели успешно работали на водороде. В начале Великой Отечественной войны Е. К. Корси изучал возможность перевода двигателей на водород. Для этого предполагалось использовать водород, выпускаемый из азростатов заграждений после загрязнения его воздухом, а в 1941 г. в Ленинграде такой водород применялся Б. И. Щелищем для двигателей азростатных лебедок.

Можно сказать, что все эти работы носили эпизодический характер и в отсутствие социального заказа на водородные двигатели не получили дальнейшего развития.

В 1974 г. весь комплекс работ был скоординирован в ряде институтов Комиссией АН СССР по проблеме «Механика и техника использования некоторых окислов». В них исследовалась возможность использования энергоаккумулирующих веществ — гидридов, восстановленных окислов³ и водорода — для создания малотоксичных и нетоксичных энергетических установок⁴.

На первом этапе была подробно изучена работа экспериментального одноцилиндрового двигателя на водородно-воздушных смесях различного состава при различных степенях сжатия. Водород для работы получали непосредственно на стенде при помощи энергоаккумулирующего вещества — ферросилиция — и воды.

Первая же серия опытов показала, что при приближении состава смеси к мощностному период сгорания значительно сокращается. Это приводит к резкому увеличению скорости нарастания давления, т. е. к возрастанию жесткости и стуку.

В то же время с увеличением коэффициента избытка воздуха до $\alpha = 2$ водородно-воздушная смесь по детонационной стойкости равноценна бензино-воздушной смеси высокооктанового бензина.

Происходит это потому, что даже при очень бедных смесях с четырехкратным избытком воздуха ($\alpha = 4$) период полного сгорания водородно-воздушной смеси соизмерим с периодом сгорания бензино-воздушных смесей стехиометрического состава. Естественно, столь высокие скорости сгорания существенно влияют на эф-

³ Энергию, затраченную на восстановление природных окислов алюминия, кремния и др., можно вернуть при взаимодействии восстановленных элементов (или их сплавов) с водой — в виде тепла и водорода.

⁴ В работах принимали участие А. Н. Подгорный, П. М. Канило, А. А. Макаров, А. И. Мищенко, И. Г. Сулленко и др. сотрудники Института проблем машиностроения АН УССР.

² Жесткость — параметр, характеризующий высокую скорость нарастания давления в цилиндре двигателя.

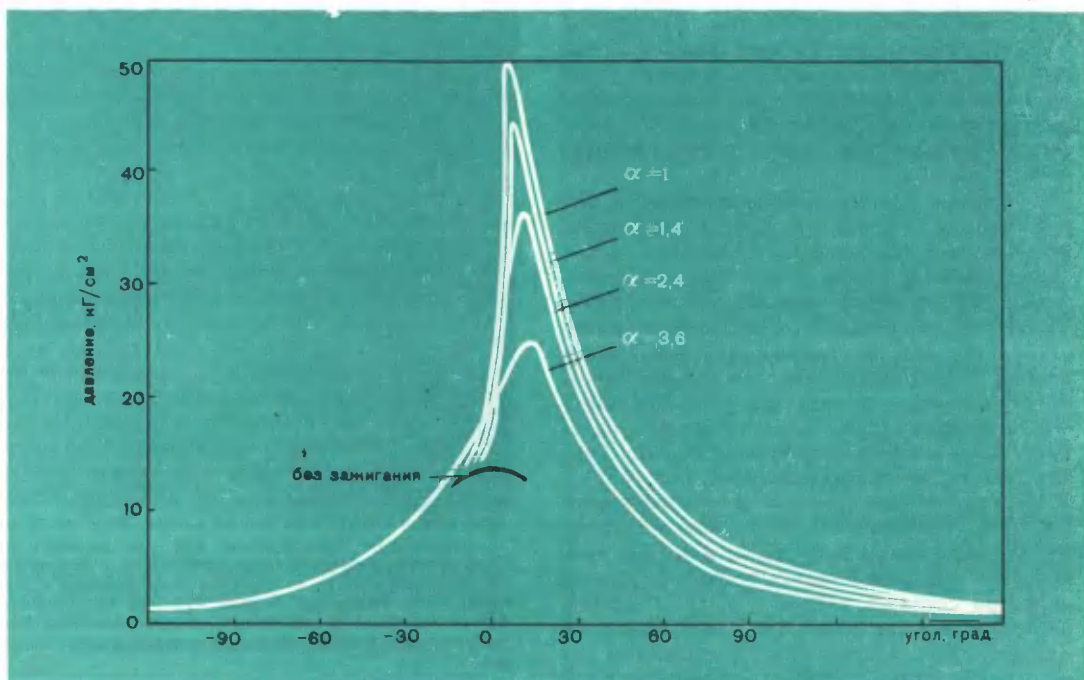
фективность выделения тепла и на скорость нарастания давления.

Что касается токсичности отработавших газов, то они действительно были безвредны, если не считать минимальных количеств окислов азота.

Полученные результаты позволили перейти к эксперименту на полноразмерном двигателе. И в этом случае возможности работы на смеси водорода с воздухом ограничивались обедненными и бедными смесями, поскольку обогащение смеси водородом приводило к описанным

высокая жесткость работы, падение мощности и КПД двигателя, возникновение обратных вспышек на впуске при подаче водорода во впускной тракт. Указанные трудности обусловлены особенностями водорода как моторного топлива: в основном очень высокой скоростью сгорания и низкой энергией воспламенения.

Кроме того, пока не разработаны компактные методы хранения водорода, обеспечивающие достаточный радиус действия автомобиля на водороде. Вот почему сегодня еще нельзя говорить о водороде



Зависимость давления в цилиндре опытного двигателя от угла поворота коленчатого вала при работе на водороде. Видно, что при составах рабочей смеси от $\alpha=3,6$ до $\alpha=2,4$ процесс сгорания спокойный, без резкого нарастания давления. При дальнейшем обогащении смеси ($\alpha=1,4$) и при приближении к мощностному составу ($\alpha=1$) резко увеличивается скорость нарастания давления и отмечается жесткая работа двигателя.

случаям «стука». Поэтому максимальная мощность двигателя на водороде составила примерно 75% от достигаемой при работе на бензине. При составах водородно-воздушной смеси, близких к стехиометрическому, имеет место ряд особенностей, приводящих к нарушению рабочего процесса и к ухудшению его показателей. Как уже отмечалось, прежде всего, это

как об основном топливе для автомобилей. В то же время его можно использовать в качестве иницирующей добавки к сверхбедным бензино-воздушным смесям для расширения пределов их воспламенения и обеспечения устойчивой работы двигателя на этих смесях. Добавка водорода в количестве 5—10% от массы расходуемого бензина обеспечивает работу бензинового двигателя при двухкратном избытке воздуха ($\alpha=2$), что совершенно невозможно при работе на чистом бензине. При этом резко снижается токсичность отработавших газов и повышается топливная экономичность.

Нами сравнивались основные показатели двигателя при работе на чистом бензине и с добавкой водорода. Кроме

того, определялась относительная добавка водорода, обеспечивающая малотоксичную работу двигателя.

Изучение скоростных характеристик и эффективных показателей двигателя автомобиля «Волга» показало, что добавка водорода в количестве 5% от массы бензина позволяет сохранить максимальную мощность двигателя, снижая расход бензина на 30%. Такое уменьшение объясняется заменой определенной доли бензина водородом и увеличением КПД, поскольку двигатель работает на более бедных смесях. С точки зрения экономии нефтяных моторных топлив этот факт весьма важен.

Однако смысл добавки водорода состоит не только в снижении расхода бензина, но и в расширении пределов сгорания сверхбедных бензино-воздушных смесей, что должно обеспечить малотоксичную работу двигателя.

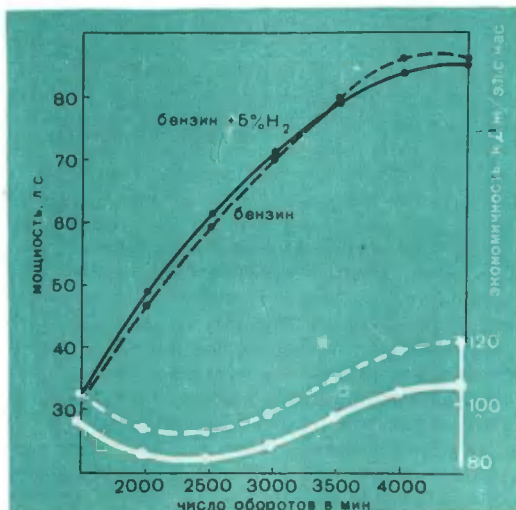
Концентрация углеводородов в отработавших газах при оборотах выше 2000 мин⁻¹ снизилась в два-три раза, а содержание окиси углерода не превышало 1%. Концентрация же окислов азота несколько увеличилась. Это вызвано большим количеством свободного кислорода в зоне реакции при составе смеси, близком к стехиометрическому, и повышенной температурой цикла, являющейся результатом более высокой скорости сгорания бензино-водородно-воздушной смеси.

Как показали испытания двигателя ВАЗ-2101, добавка 5% водорода позволяет осуществлять работу двигателя при двукратном избытке воздуха ($\alpha = 2$), однако уже при составах смеси $\alpha = 1,4-1,5$ начинается значительный рост выделения углеводородов. В результате возникла необходимость определить относительную величину добавки водорода, обеспечивающую минимальный выброс углеводородов при заданном коэффициенте избытка воздуха, при работе по нагрузочной характеристике.

Что такое нагрузочная характеристика? Представим, что водитель с постоянной скоростью едет в гору с постепенно увеличивающимся углом подъема, не требующим, однако, переключения скоростей. Чтобы сохранить скорость постоянной, он увеличивает подачу рабочей смеси, постепенно нажимая на акселератор. Это и есть случай работы двигателя по нагрузочной характеристике.

Концентрация токсичных компонентов в отработавших газах двигателя ВАЗ-2101 изучалась на стенде при работе по нагрузочной харак-

теристике на бензине и на бензине с добавкой водорода. Скоростной режим (число оборотов коленчатого вала двигателя составляло 2600 мин⁻¹) выбирался наиболее характерным для эксплуатации автомобиля в условиях города. Рабочий процесс при качественном регулировании двигателя был организован следующим образом. Двигатель работал по внешней скоростной характеристике, т. е. при полностью открытых дроссельных заслонках. (Так бывает, например, при разгоне «на полном газу».) Добавка водорода состав-



Скоростные характеристики двигателя автомобиля «Волга» при работе на бензине и на бензине с добавкой 5% водорода. Видно, что при практически одинаковых мощностях экономичность двигателя при работе на бензино-водородно-воздушной смеси выше.

ляла 5% от массы расходуемого топлива, состав смеси оставался постоянным ($\alpha = 1,03$). При работе по нагрузочной характеристике мощность меняли, регулируя расход бензина и оставляя практически постоянной подачу водорода. При таком способе в пределах нагрузочной характеристики состав смеси изменялся от $\alpha = 1,024$ на максимальной мощности до $\alpha = 4,0$ на холостом ходу. Следует отметить, что рабочий процесс во всем диапазоне изменения составов топливно-воздушной смеси был стабильным, без стука. Широкие пределы регулирования по составу смеси позволяют существенно снизить расход бензина: от 17% на максимальной мощности до 50% на частичных нагрузках. Кроме того, повышается топливная экономичность двигателя (в расчете на оба

топлива): в среднем на 15% во всем диапазоне нагрузок.

Обычно экономичность двигателя выражают как отношение массы расходуемого топлива в единицу времени к мощности, развиваемой двигателем в течение этого времени. Принятая размерность выражается в граммах топлива в час, деленных на эффективную лошадиную силу. Однако, исследуя два таких различных топлива, как бензин и водород, при их меняющихся соотношениях в рабочей смеси, удобнее пользоваться другим отношением. В данном случае суммарная теплота сгорания бензина и водорода, сожженных за единицу времени, делится на развиваемую мощность. Тогда экономичность будет выражаться в килоджоулях, деленных на эффективную лошадиную силу и на время, в течение которого производились измерения. Чтобы иметь возможность сравнивать показатели, экономичность при работе на бензине подсчитывалась так же, как и для смеси с водородом. Это отступление необходимо, чтобы понять, каким образом анализируются и сравниваются скоростные характеристики двигателей.

Расширение пределов воспламенения топливно-воздушной смеси при качественном регулировании позволило снизить выбросы окислов азота на частичных нагрузках в 1,5-2 раза, а при малых нагрузках — исключить полностью. При режимах максимальной мощности и близких к ним выброс окислов азота остается довольно высоким. Но поскольку автомобильный двигатель в городе очень редко работает на этих режимах, можно считать, что суммарный выброс окислов азота при городской езде будет существенно ниже.

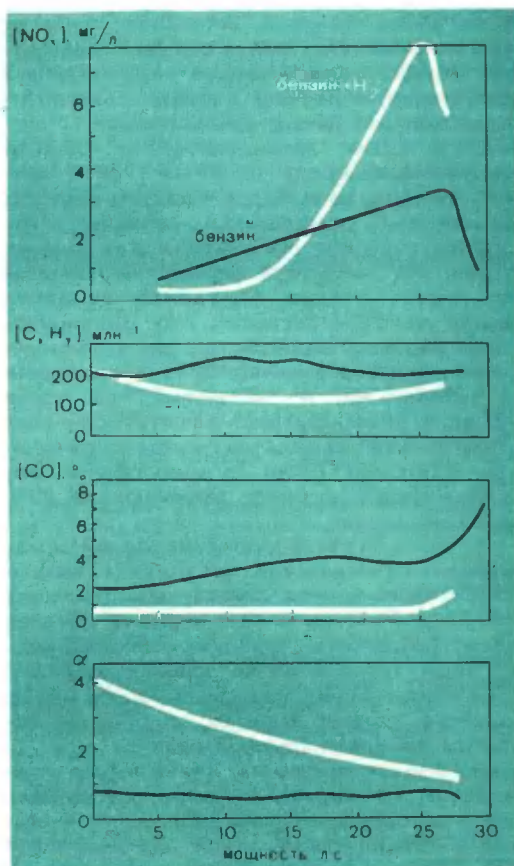
Выделение окиси углерода при качественном регулировании практически полностью отсутствуют (не превышает десятых долей процента).

Таким образом, применение добавок водорода к бензину для поршневых двигателей с искровым зажиганием весьма перспективно, поскольку позволяет обеспечить малую токсичность отработавших газов, повысить КПД на 10-12% и значительно снизить расход бензина.

Добавление водорода к дизельному топливу в транспортных двигателях также представляет интерес. В данном случае не только уменьшается загрязнение окружающей среды городов и крупных промышленных центров. Использование водорода имеет особое значение в глубоких карьерах, где в основном работают больше-

грузные самосвалы с дизельными двигателями, и в шахтах, где начинают применяться дизелевозы. Кроме того, наряду со снижением токсичности отработавших газов увеличиваются производственные возможности транспортных средств. Это приведет к увеличению добычи природных ископаемых без роста загазованности воздушного бассейна.

Нами экспериментально исследовалось, как влияет добавка водорода к дизельному топливу на работу дизеля. Для этого определялись как мощностные и



Нагрузочные характеристики двигателя ВАЗ-2101 (при числе оборотов $n=2600$ мин⁻¹) при работе на бензине и бензино-водородно-воздушной смеси. Сравнение показывает значительное снижение концентраций углеводородов (C_nH_m) и окиси углерода (CO) при некотором росте окислов азота (NO_x). Видно, что коэффициент избытка воздуха α , практически постоянный при работе на бензине, изменяется от $\alpha=4,5$ до $\alpha=1,81$ при работе на бензино-водородно-воздушной смеси.

экономические показатели, так и состав отработавших газов.

При работе на одном дизельном топливе увеличение нагрузки выше номинальной вызывает резкий рост выбросов сажи. В то же время в аналогичных условиях добавление 5% водорода снижает выбросы сажи, оставляя их примерно на уровне номинальной нагрузки. Это означает, что добавка водорода изменяет кинетику процесса сгорания, и в результате двигатель может работать при более высоких нагрузках, почти не загрязняя окружающую среду.

Очень важным вопросом является уменьшение загрязнения окружающей среды отработавшими газами газотурбинных двигателей, в первую очередь транспортных: автомобильных, авиационных.

В США Управлением по защите окружающей среды (EPA) на 1979 г. принят стандарт на выбросы вредных веществ самолетами гражданской авиации. Этот стандарт служит ориентиром для многих стран. По нему суммарное загрязнение атмосферы следует определять за время цикла «взлет — посадка». Этот цикл включает режимы: малый газ до взлета — взлет — набор высоты 900 м — снижение с высоты 900 м — малый газ после посадки. Указанный цикл для отечественных и зарубежных самолетов гражданской авиации длится от 20 до 35 мин, причем режимы малых нагрузок занимают до 80% времени цикла.

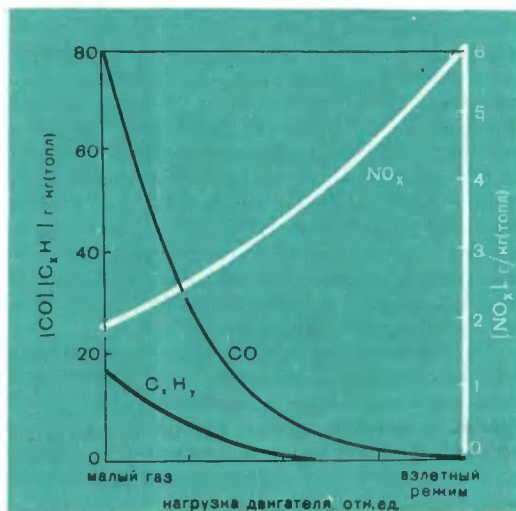
На конгрессе Международной организации гражданской авиации (ICAO) в 1977 г. были приняты международные нормы на выброс токсичных веществ самолетами гражданской авиации, отличающиеся от норм Управления по защите окружающей среды. Международные нормы менее жесткие, однако даже их выполнение является довольно трудной задачей.

В число выбросов, для которых установлены эти нормы, входят окись углерода, несгоревшие углеводороды, окислы азота. Концентрация окиси углерода и углеводородов достигает наивысшего уровня на режиме малого газа, в то время как выделения окислов азота максимальны на взлетных режимах. Таким образом, борьба за низкую токсичность выхлопных газов газотурбинных двигателей сводится к двум задачам: уменьшению выбросов окиси углерода и углеводородов на режимах малого газа и окислов азота на максимальных режимах.

Анализ токсичности отработавших газов ряда отечественных двигателей граж-

данской авиации показывает, что некоторые из них по уровню выделений окиси углерода и углеводородов практически удовлетворяют международным нормам, в то же время концентрация окислов азота в выхлопных газах для них значительно выше допустимых пределов. У других двигателей наоборот: выбросы окислов азота практически укладываются в стандарт, а выделение окиси углерода и углеводородов превышает его.

Как известно, камеры сгорания газотурбинных двигателей рассчитываются на



Выброс токсичных веществ (углеводородов C_xH_y , окиси углерода CO , окислов азота NO_x) газотурбинным авиационным двигателем на режимах малого газа и взлетном режиме. По мере увеличения нагрузки падают концентрации окиси углерода и углеводородов, а концентрация окислов азота растет.

получение высоких КПД на взлетном и крейсерском режимах. Вдали от расчетной точки, в частности на режиме «малого газа», камера сгорания работает при низких температурах и давлениях на входе и со значительным обеднением топливно-воздушной смеси. Это ухудшает распыление топлива, снижает полноту его сгорания и увеличивает выбросы окиси углерода и углеводородов. Известны традиционные пути уменьшения таких выбросов на режиме малого газа: оптимизация системы образования смеси, применение большого числа топливных форсунок, предварительное смешивание топлива и воздуха для получения высокой однородности топливно-воздушной смеси и др.

Проблему снижения выделения окиси углерода и углеводородов при работе

газотурбинного двигателя на режиме малого газа рационально можно решить при условии комплексного подхода. Следует сочетать указанные выше мероприятия с обогащением топливно-воздушной смеси водородом. Последний обеспечит необходимые характеристики воспламенения и эффективное сгорание основного топлива по всему объему камеры сгорания при обедненных топливно-воздушных смесях.

Что касается окислов азота, то их образование — в основном результат прямого окисления атмосферного азота. Выделение окислов азота сильно зависит от температуры пламени в первичной зоне горения, а значит от состава топливно-воздушной смеси. Известно, что интенсивное образование окислов азота происходит при температуре выше 1760°C . Проведенные стендовые испытания показывают, что добавка к топливно-воздушной смеси водорода и увеличение подвода воздуха в первичную зону горения позволит получить

необходимую температурно-временную характеристику процесса горения на взлетном режиме. Повышение расхода воздуха в первичной зоне горения вызывает сужение зоны с температурой $T > 1760^{\circ}\text{C}$. В результате снизятся выбросы окислов азота.

Добавка водорода в первичную зону горения позволит за счет гомогенизации смеси, уменьшения времени задержки воспламенения, высокой нормальной скорости распространения пламени водорода добиться улучшения полноты сгорания топлива и падения концентрации окиси углерода и углеводов.

Применение водорода в качестве основного топлива практически снимет вопрос токсичности выхлопных газов двигателей, существенно улучшит технические характеристики, сохранит органическое топливо для более важных целей, а добавки водорода позволят более эффективно применять в двигателях топливо низких сортов.

НОВОСТИ НАУКИ

Химия

Новые катализаторы для синтеза углеводов

Как известно, при производстве кокса, удобрений, в процессах окисления и окислительного пиролиза, при сжигании твердого, жидкого и газообразного топлива в атмосферу в значительных количествах выделяются CO и CO_2 . В то же время на основе этих окислов можно получить алифатические углеводороды (компоненты топлива для двигателей) и кислородсодержащие соединения, которые эффективно используются для производства поверхностно-активных соединений, полимерных материалов, лаков, красок, смазок и растворителей. Однако внедрение синтеза на основе CO и CO_2 в промышленное производство сдерживается отсутствием активных, механически и термически стабильных легко восстанавливаемых катализаторов.

А. И. Лапидус и М. М. Савельев (Институт органической химии им. Н. Д. Зелинского АН СССР) разработали но-

вые катализаторы синтеза углеводородов (метана, этана, пропана и бутана) из CO и H_2 . Эти катализаторы представляют собой систему: $\text{Rh}_2\text{L}_m - \text{AlBr}_3 - \text{Al}$, где L — лиганд (CO , Ph_3P).

Установлено, что каталитические свойства системы $\text{Rh}_2(\text{CO})_{12} - \text{AlBr}_3 - \text{Al}$ существенно зависят от строения Rh -комплекса. Так, для комплекса $\text{Rh}_2(\text{CO})_{12}$ конверсия CO (т. е. связывание его в процессе реакции) составляет 89%, для $(\text{Ph}_3\text{P})_3\text{RhCl}$ — 80% и для $\text{RhCl}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ — 15%. Присутствие лигандов в молекуле исходного Rh -комплекса стабилизирует низкие степени окисления родия и способствует получению системы с более высокой каталитической активностью, чем у системы с $\text{RhCl}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$. По-видимому, лиганды препятствуют превращению родия исходного комплекса в металлический родий при взаимодействии с восстанавливающей системой $\text{AlBr}_3 - \text{Al}$.

Для каталитической системы $\text{Rh}_2(\text{CO})_{12} - \text{AlBr}_3 - \text{Al}$ удалось установить, что при соотношении $\text{Rh}:\text{AlBr}_3$ в пределах 1:60 — 1:300 и постоянстве отношения $\text{Rh}:\text{Al}:\text{CO}$ состав продуктов реакции и величина кон-

версии CO не меняются. Состав продуктов меняется с ростом отношения $\text{Al}:\text{AlBr}_3$ до 0,05, а затем остается постоянным. Увеличение мольного соотношения $\text{Al}:\text{AlBr}_3$ до 0,2 повышает конверсию CO с 4 до 89%, дальнейшее же увеличение содержания алюминия не влияет на конверсию CO .

Кроме того, на синтез углеводородов оказывает сильное воздействие соотношение $\text{CO}:\text{H}_2$ в исходной газовой смеси.

Состав продуктов реакции мало менялся при повышении температуры от 100 до 170°C , но конверсия CO возрастала при этом с 30 до 92%.

Известно, что комплексы родия при высоких давлениях являются катализаторами синтеза из CO_2 и H_2 кислородсодержащих соединений (метанола, глицерина и др.). По мнению авторов работы, истинным катализатором синтеза является анион $[\text{Rh}_{12}(\text{CO})_{30}]^{--}$. При добавлении к комплексу родия кислоты Льюиса (AlBr_3) процесс направляется в сторону образования углеводов.

Известия АН СССР, серия химическая, 1980, № 2, с. 335—338; 1981, № 2, с. 474—475.

ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНЫЙ БИОСФЕРНЫЙ ЗАПОВЕДНИК

В рамках проекта № 8 Программы ЮНЕСКО «Человек и биосфера» (МАБ) создается мировая сеть биосферных заповедников, число которых в 40 странах мира уже превысило 160. В нашей стране статут биосферных получили 7 заповедников. О четырех из них в нашем журнале были напечатаны статьи: Соколов В. Е., Гунин П. Д. Репетекский заповедник — первый биосферный заповедник в СССР [1979, № 1]; Хохлов А. М., Солодько А. С. Кавказский биосферный заповедник [1979, № 2]; Ковда В. А., Керженцев А. С., Блистанов А. С., Заблочная Л. В. Приокско-Террасный биосферный заповедник [1981, № 1]; Смирнов Е. Н., Подушко М. В., Васильев Н. Г. Сихотэ-Алинский биосферный заповедник [1981, № 3].

В этом номере рассказывается о разработке методов слежения за состоянием среды на территории Центрально-Черноземного биосферного заповедника, его природном ядре и о некоторых конкретных исследованиях, проведенных в заповеднике сотрудниками Института географии АН СССР.

Геосистемный мониторинг в биосферном заповеднике

А. М. Грин, В. Д. Утехи,
кандидаты географических наук

Институт географии АН СССР
Москва

В сети советских биосферных заповедников, созданных для сохранения эталонов биосферы и слежения за процессами, происходящими в природных системах под влиянием человеческой деятельности (мониторинг), имеются два заповедника, организованных на базе не только природных заповедников, но и расположенных рядом научных стационаров Академии наук СССР. На них, кроме обычных функций биосферных заповедников, возложено решение различных методических задач, связанных, в частности, с организацией и проведением мониторинга в биосферных заповедниках. К таким заповедникам относятся Приокско-Террасный и Центрально-Черноземный, в которые входят Центрально-Черноземный государственный заповедник им. В. В. Але-

хина Главохоты РСФСР и Курская полевая экспериментальная база Института географии АН СССР. Центрально-Черноземный биосферный заповедник расположен в Курской области; его основная деятельность осуществляется на территории государственного заповедника, на землях Курской опытной сельскохозяйственной станции, и Опытного-показательного хозяйства Всесоюзного научно-исследовательского института земледелия и защиты почв от эрозии ВАСХНИЛ. Кроме того, наблюдения и исследования проводятся на участках территории Курской области с наиболее типичными для этого района видами промышленного и городского воздействия в пределах бассейна р. Сейм.

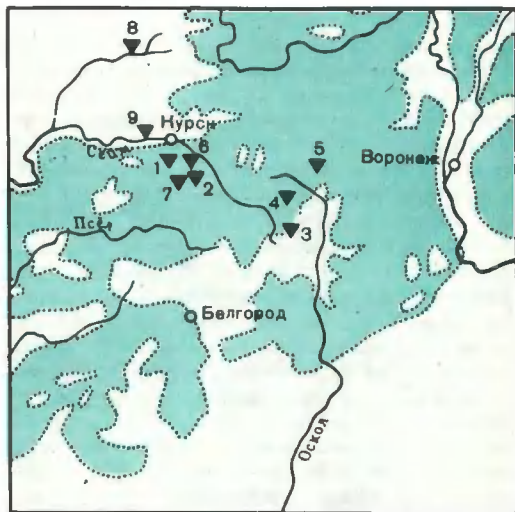
Природное ядро биосферного запо-

ведника — небольшой заповедник им. В. В. Алехина, разделенный на пять фрагментов, три из которых находятся вблизи крупных городов — Курска (Стрелецкий участок и Казацкий участок) и Старого Оскола (Ямской участок). Основное достоинство заповедника — длительность существования и, соответственно, наличие многолетнего ряда наблюдений, зафиксированных в «Летописи природы», характеризующей климат, течение биологических процессов, влияние человека на природу заповедника. Важны также тесные связи этого заповедника со многими научными учреждениями страны и международная известность. Главным же основанием для включения Центрально-Черноземного заповедника в число биосферных было то, что в экономически важном и густонаселенном регионе центральной лесостепи Русской равнины, где организация биосферного эталона была крайне желательна, участки характерного для этой зоны природного ландшафта сохранились практически только на территории этого заповедника.

В Центрально-Черноземном, как и в других биосферных заповедниках, выделяются зоны: заповедная (природное ядро), буферная и зона типичного хозяйственного использования. Первая — это абсолютно заповедные участки (лес, степь и балки). К ним примыкают степные участки, на которых допускается строго контролируемый сенокос или выпас скота. Здесь сохраняется традиционный тип природно-хозяйственных взаимоотношений, сложившийся в начале хозяйственного освоения лесостепи, и возникшие в этих условиях устойчивые «полуприродные» экосистемы. Буферная зона — охранный заповедника, полоса шириной в километр, где хозяйственная деятельность допускается лишь под контролем сотрудников заповедника. Зона типичного хозяйственного использования — это сельскохозяйственные угодья Опытной станции и Опытного-показательного хозяйства; к ней относятся также экспериментальные участки в Курске, на отвалах Михайловского горно-обогатительного комбината и водохранилище Курской АЭС, где ведутся стационарные наблюдения.

Немаловажно то, что Центрально-Черноземный биосферный заповедник находится в зоне действия целого ряда программ географо-экологического направления. Это Программа СЭВ по экономической и внеэкономической оценке влияния человека на окружающую среду, Программа «Интеркосмос», Программа ЮНЕСКО «Человек и биосфера» (МАБ), в особенности

ее 8-й и 14-й проекты. Объектом Программы СЭВ является значительная часть Курской области, принадлежащая к бассейну р. Сейма — так называемая Курская модельная область, территория, на которой отрабатывались в СССР методы оценки влияния человека на природу¹; объектом Программы «Интеркосмос» — Курский полигон и в его пределах — участок, совпадающий с территорией центральной части биосферного заповедника, объектом Программы «МАБ» — собственно биосферный заповедник.



Объекты исследований Центрально-Черноземного биосферного заповедника. Заповедные участки: Стрелецкая степь — 1, Казацкая степь — 2, Ямская степь — 3, Букровы Бармы — 4, Барналовка — 5; экспериментальные участки: на полях опытной станции — 6, опытно-показательного участка — 7, на отвалах Михайловского горно-обогатительного комбината — 8, на берегу водохранилища Курской атомной электростанции — 9. Цветом показана территория луговой степи.

В пределах заповедной и используемых зон заповедника в настоящее время имеется сеть участков и точек, где проводятся стационарные наблюдения за природными и природно-антропогенными комплексами. В эту сеть входят пробные площадки в различных вариантах лесных биоценозов, стационары на участках Стрелецкой степи, точки наблюдений на посевах, в геосистемах экспериментального участка Курской полевой эксперимен-

¹ Такие «модельные области» были созданы во всех странах СЭВ — участницах исследований по этой Программе.

тальной базы, а также упомянутые ранее объекты исследований на отвалах Михайловского горнообогатительного комбината, в различных функциональных зонах Курска и на водохранилище — охладителе Курской АЭС.

В настоящее время перед биосферным заповедником стоят две основные взаимосвязанные задачи: сохранение природного комплекса заповедника зоны и организация мониторинга, слежения за изменениями природной среды. Заповедная зона нужна как эталон для мониторинга; мониторинг нужен для выявления изменений в окружающей природе по сравнению с заповедной зоной.

Вопросы сохранения природы заповедной зоны освещаются в помещенной в этом же номере статье А. М. Краснитского и О. С. Игнатенко. Остановимся подробнее на мониторинге. Под мониторингом мы понимаем процесс непрерывного наблюдения за состоянием природной среды, прогноз его возможного развития. Наивысшая форма мониторинга — управление этим состоянием. В рамках этого нового рода научной деятельности имеются самые различные направления. Так, в задачу фоновых мониторинга входит контроль за основными параметрами окружающей среды, например за содержанием углекислого газа в атмосфере, за ее запыленностью, за состоянием озонового экрана Земли и некоторыми другими факторами, определяющими саму возможность жизни на Земле. Импульсный, или местный, мониторинг, ответствен за контроль выбросов в атмосферу или воду отходов конкретного предприятия или населенного пункта, промышленного узла или городской агломерации. Возможно деление мониторинга и по объектам, и по методам наблюдения и контроля, например на экологический, геофизический, геохимический, или санитарно-гигиенический². В Центрально-Черноземном биосферном заповеднике основное внимание уделяется разработке методики одного из важнейших разделов мониторинга, получившего название геосистемного, или природно-хозяйственного.

Геосистемный мониторинг, как и все остальные его виды, начинается со слежения за изменением в процессе хозяйст-

венной деятельности человека целостных природно-антропогенных систем — геосистем, включающих органическую, неорганическую, а также техническую и «хозяйственную» составляющие. Геосистемный мониторинг состоит из геофизического, геохимического, биологического разделов, а также элементов слежения за «производительностью» составляющей геосистем.

Основная задача работ биосферного заповедника в области геосистемного мониторинга — выработка критериев устойчивости геосистем к хозяйственным нагрузкам и методов измерения параметров, необходимых для оценки этой устойчивости. Величину, определяющую устойчивость геосистемы к антропогенному влиянию, называют предельно допустимой нагрузкой. Она, очевидно, будет различной для разных геосистем и для разных видов нагрузок. Важно также знать, какие механизмы функционирования или особенности структуры геосистем определяют величину предельно-допустимой нагрузки. Устойчивость геосистем к нагрузкам связана прежде всего с основными характеристиками их биохимического кругоборота — скоростью, замкнутостью, сбалансированностью. Исследования таких характеристик различных природных геосистем и разного рода их антропогенных модификаций и прежде всего разработка методов таких исследований являются на современном этапе стержнем работ в области геосистемного мониторинга.

Для получения характеристик биогеохимического кругоборота требуются весьма разносторонние исследования, некоторые из них возможны лишь с применением современной техники. Такая техника, однако, во многих случаях должна еще быть создана. Все это делает работу в области геосистемного мониторинга поисковой и весьма сложной.

В Центрально-Черноземном биосферном заповеднике уже давно проводятся геосистемные исследования мониторингового направления. Особенно активно они ведутся с 1961 г. — с момента организации Курской полевой экспериментальной базы Института географии АН СССР. Уже осуществлена инвентари-

² Наиболее последовательно и подробно цели, задачи, объекты, структура и все виды мониторинга изложены в сб.: Мониторинг состояния окружающей среды. Л.: Гидрометеоиздат, 1977.

Заповедный участок леса (вверху). Посевы кукурузы на опытных полях в различные фазы вегетации, снятые с 7-метровой вышки (внизу). Такое фотографирование ведется для разработки методов оценки продуктивности агроценозов.

Фото Б. И. Кузьмина, А. А. Васильева





Лесостепной участок заповедника.

Фото Б. И. Кузьмина.

зация и реинвентаризация природных объектов заповедника — начало начал любых работ по мониторингу. Проводится и обновляется для заповедной зоны перепись высших растений, почвенных водорослей, позвоночных. Произведено ландшафтное, геоморфологическое, почвенное и геоботаническое картирование участков госзаповедника, на некоторых участках проведено повторное картирование растительности — картографический мониторинг. Палеогеографы восстанавливают историю природы и хозяйства данной территории — так осуществляется ретроспективный, или палеомониторинг, без которого невозможен прогноз. Работают метеостанция и сеть гидрологических стационаров — здесь отрабатываются методы геофизического мониторинга. Регулярно проводятся измерения биологической продуктивности растительности, ее видового состава, численности животных на постоянных пробных площадках и учетных профилях. Изучаются геохимические процессы в толще почвы и грунта. Предпринимаются опыты постановки наблюдений за физиологическими процессами растений, биогеохимической деятельностью почвенной и наземной фауны, микроклиматическими процессами в почве (а это уже элементы геохимического и экологического мониторинга).

Разрабатываются системы для автоматизации наземных и дистанционных наблюдений. Наконец, предпринимаются попытки изучения физических моделей компонентов геосистем (растительности) в лабораторных условиях — в камерах искусственного климата и фитотронах. Начаты работы по математическому моделированию геосистем с оценочными и прогностическими целями.

Кроме всех этих природоведческих работ, ведутся исследования динамики производства и населения в регионе, называемом, как мы уже говорили, Курской модельной областью, с той же конечной целью — контроля, прогноза и управления состоянием этой составляющей антропогенно-природных геосистем.

Дистанционным методам наблюдения в геосистемном мониторинге принадлежит особое место. Совершенно очевидно, что уже сейчас только для целей мониторинга с необходимой для достоверной оценки состояния геосистемы частотой и точностью данные могут быть получены лишь с помощью дистанционных методов. Попытка получить такие данные традиционными способами обречена на провал из-за невероятно высокой трудоемкости работ и почти неизбежной гибели самой изучаемой системы под действием измерительной аппаратуры и отбора проб и образцов. Когда же перед мониторингом реально встанут задачи прогноза и особенно целенаправленного управления состоянием геосистем, то без создания «банка данных» и «банка моделей», основанных на данных, получаемых дистанционными методами, бессмысленно и мечтать о возможности решить эту очень сложную проблему. Только датчики, установленные на расстоянии от нескольких миллиметров и метров (на передвижных наземных установках и вышках) и нескольких сот и тысяч метров (на радиоуправляемых авиамоделях, вертолетах и высотных самолетах) до сотен и тысяч километров (на разного рода космических аппаратах), смогут обеспечить надежное функционирование всей сложной и весьма разветвленной сети геосистемного мониторинга. Мы предполагаем, что именно такая сеть может способствовать обеспечению нормального состояния окружающей человека природной среды.

Заповедник им. В. В. Алехина — природное ядро биосферного заповедника

О. С. Игнатенко

А. М. Краснитский,

кандидат сельскохозяйственных наук

Центрально-Черноземный государственный заповедник
им. В. В. Алехина Главохоты РСФСР

Еще в начале XX в. степи под г. Курском были оценены профессором Василием Васильевичем Алехиным, организатором и первым исследователем будущего Центрально-Черноземного государственного заповедника, как «Курская растительная аномалия». Но эта аномалийность не связана с нетипичностью территории, а объясняется исключительно лишь фактом сохранения здесь в условиях сплошной распашки лесостепи нетронутых целинных участков. Некогда такие луговые степи занимали обширные пространства в зоне контакта леса и степи на всей Русской равнине.

История организации заповедника и его становления тесно связана с именем В. В. Алехина. Известный геоботаник и флорист, он, еще будучи студентом Московского университета, в начале XX в. открыл небольшие участки целины под Курском — Стрелецкую и Казацкую степи, а несколько позже — Ямскую под г. Старым Осколом и описал их растительность. Эти уникальные в ботаническом отношении степи представляли собой тогда собственность жителей Стрелецкой и Казацкой слобод г. Курска. Так же обстояло дело и с Ямской степью, принадлежавшей жителям Ямской слободы г. Старого Оскола. Только случай спас эти степи от распашки — они находились в общественном пользовании и издревле использовались под выпас и сенокос.

С установлением советской власти интерес к курской целине приобрел иной характер. В 1919 г. Московский почвенный комитет организовал почвенно-ботанические исследования, которыми были охвачены Стрелецкая и Казацкая степи. В 1926—1928 гг. при деятельном участии видных советских ученых В. В. Алехина, Б. А. Келлера, Б. М. Козо-Полянского, И. И. Спрыгина и др. по заданию Наркомпроса была проведена подготовительная работа по выбору объектов заповедания. В 1935 г. заповедник был организован, и ему было присвоено

имя проф. В. В. Алехина. При организации заповедника наряду со Стрелецкой, Казацкой и Ямской степью в его состав были включены и небольшие массивы дубрав, примыкающие к степям. А спустя 34 г., в 1969 г., к заповеднику были присоединены еще два новых участка — Баркаловка (Горшеченский район Курской области) и Букревы Бармы (Мантуровский район Курской области), в которых были обнаружены представители реликтовой флоры: волчегродник Юлии, дендрантема Завадского и др. Б. М. Козо-Полянский назвал эти участки в числе нескольких других «страной живых ископаемых».

Общая площадь заповедника в настоящее время составляет 4795 га. По участкам она распределяется так: Стрелецкий — 2046 га, Казацкий — 1637 га, Ямской — 515 га, Баркаловка — 365 га, Букревы Бармы — 232 га.

Заповедник расположен в центральной части лесостепной полосы Европейской части СССР, в пределах Средне-Русской лесостепной физико-географической провинции.

Климат заповедника характеризуется следующими средними цифрами: приход солнечной энергии 90 ккал/см² в год, годовая сумма осадков 680 мм; радиационный индекс сухости близок к 1, что благоприятно для формирования биологической продуктивности ландшафта. Среднегодовая температура +5,2°, средняя температура июля (самый жаркий месяц) +18,9°, февраля (самый холодный месяц) — минус 8,8°.

Территория заповедника находится в пределах бассейна р. Сейма, на пологих увалах Средне-Русской возвышенности. В рельефе заповедника сочетаются плоские водоразделы, часто с понижениями — «степными блюдцами», и балки, обычно не имеющие постоянных водотоков. Пологие склоны водоразделов, покрытые лож-



Цветет ковыль (вверху), степные пионы (внизу, слева); ломонос цельнолистный (внизу, справа).

Фото В. Н. Машатина, О. С. Игнатенко, Б. И. Кузьмина.





Стрелецкая степь (вверху); проломник Козо-Полынского (внизу, слева); чебрец (внизу, справа).

Фото Б. И. Кузьмина, О. С. Игнатьенко.





В. В. Алексин (1882—1946) — основатель Центрально-Черноземного заповедника.

бинами, постепенно переходят в склоны балок.

Почвообразующая порода чаще всего — лессовидные суглинки, ниже которых залегают меловые породы, местами выходящие на поверхность. Почвы заповедника — главным образом разновидности мощного чернозема (типичного и выщелоченного). В балках почвы лугово-черноземные и изредка — серые лесные.

Флора заповедника насчитывает 878 видов. Основные природные растительные формации заповедника — ковыльно-разнотравные луговые степи и дубовые леса, распространенные на приблизительно одинаковой площади. Несколько процентов территории как в заповедной, так и в используемой зоне, составляют луга. Изредка встречаются низинные болотца, например у источника на Баркаловском участке заповедника.

Степи заповедника имеют сложную структуру травостоя. Это многоярусные сообщества с частой сменой красочных

сезонных аспектов¹. Высока их видовая насыщенность — до 88 видов и 1000 экземпляров растений на 1 м². Степи, особенно на участках, где не косят, отличаются высокой биологической продуктивностью — до 20 т/га растительной массы (включая подземную) в год. Степные сообщества заповедника имеют в своем составе большое число редких видов, нуждающихся в охране, в том числе волчеягодник Юлии, проломник Козо-Полянского, кизильник алаунский и пион тонколистный, занесенные в «Красную книгу СССР».

Луговые степи необыкновенно красочны. В течение вегетационного периода они постоянно изменяют свой облик. Ранней весной степь бурая, но уже в апреле, как по волшебству, раскрывает нежные лиловые бутоны сон-трава, за ней спешит адонис весенний. Его крупные солнечно-желтые цветы появляются еще до развития листьев. Во время цветения адониса степь постепенно одевается в зеленый наряд. Зацветают незабудки, ирис безлистный, ветреница лесная. Начало лета знаменует цветение лугового шалфея. Наиболее красочной бывает степь в это время. Но вот зацветает перистый ковыль. Все остальные цветущие виды разнотравья скрываются под его пушистыми перьями. В это время степь особенно прекрасна, похожа на седое бескрайнее море.

Проходят дни, постепенно степь одевается ярко-желтыми соцветиями подмаренника. Живокость клиновидная и чемерица черная — последние цветы уходящего лета. Луговые степи на меловой подпочве имеют более сложную картину цветения.

Леса заповедника большей частью представляют собой разреженные, «парковые» насаждения на черноземных почвах, которые правильно называть редколесьями. Лишь в верховьях некоторых балок имеются небольшие участки сомкнутых дубрав, иногда многоярусных, с липой и лещиной. Редколесья заповедника, как показывают палеогеографические данные, сравнительно молоды. Они возникли в ходе наступления леса на степь — процесса, который продолжается и в настоящее время и за которым ведутся спе-

¹ Аспект — геоботанический термин, обозначающий свойственный определенной фазе сезонного развития растительности общий облик, основной фон данного участка.

циальные наблюдения. В то же время в лесах идет и обратный процесс: деревья дуба отмирают, и на их месте образуются поляны с травяной растительностью. Изреживание лесов усиливается при определенных климатических условиях и под воздействием листогрызущих насекомых. Этот сложный процесс до конца еще не исследован, и за ним также ведутся наблюдения. Редколесье заповедника представляет собой сложную мозаику куртин дуба, групп и отдельных деревьев дикой груши и яблони, кутарников, мощной и разнообразной травяной растительности полян. Биологическая продуктивность таких комплексов не ниже, чем в степи, хотя максимум продукции дает надземная часть. Эта растительность очень динамична; часто в разные годы в травостоях редколесий доминируют совершенно разные виды. Сложность и динамичность природной растительности лесостепи чрезвычайно затрудняет проведение таких необходимых в заповеднике работ, как классификация и картирование растительного покрова. Тем не менее эти работы проведены на всех природных участках заповедника, и сейчас начато их повторение в связи с задачами экологического мониторинга.

Животный мир заповедных участков довольно разнообразен (205 видов позвоночных, в том числе 151 вид птиц и 40 млекопитающих), но ввиду их небольшой площади отличается экологической неполнотой: в заповеднике отсутствуют крупные хищники, степные копытные, сурки. Все эти животные были уничтожены или вытеснены человеком в эпоху освоения территории. Сейчас в лесах заповедника обитают лоси, косули, кабаны. Лось и косуля, которые были когда-то вообще уничтожены в районе заповедника, впервые были отмечены на его территории в 1954 г., а кабан — зимой 1964—65 гг. Теперь численность этих животных растет, и начинает сказываться их неблагоприятное влияние на растительность. К копытным пока приходится применять меры искусственного регулирования численности. Среди других млекопитающих заповедника — лисица, барсук, хорь, различные мышевидные грызуны. Обильны птицы: канюк, коршун черный, другие хищники, различные воробьиные. Для степей заповедника характерна ядовитая змея — гадюка степная, численность которой, однако, подвержена большим колебаниям.

Лесостепные экосистемы чрезвычайно богаты по числу видов беспозвоночных. Обильны они и по биомассе. Особенно велика биомасса почвенной фауны. Основу ее составляют черви, на втором месте в степи — почвенные нематоды и многоножки-кивсяки, а в лесу — кияски и черви-энхитриды. В составе фауны беспозвоночных, как и в составе флоры, имеются редкие реликтовые виды.

Сохранение природной среды заповедника обеспечивается строгой охраной его территории, допуском экскурсантов лишь на специально отведенные участки, системой пропусков и разрешений на проведение научных исследований. В то же время ведется разработка научно обоснованного режима поддержания естественного состояния природного комплекса заповедника, в частности норм и сроков сенокоса и выпаса в степи, способов регулирования численности копытных и поддержания численности исчезающих видов растений.

Небольшой по площади и раздробленный Центрально-Черноземный заповедник расположен в районе с высокой плотностью населения (48,6 чел. на 1 км²), интенсивным земледелием (распаханность до 80%) и животноводством, невысокой лесистостью (7%) и развитой промышленностью, поэтому он не может быть полностью защищен от проникновения на его территорию загрязняющих веществ. Однако, несмотря на это, размеры этих воздействий часто могут быть существенно сокращены. Ничем не оправдано, например, существование на расстоянии 1 км от Стрелецкого участка заповедника (Курский район) двух животноводческих комплексов и городской свалки, где сжигаются технические отходы промышленных предприятий Курска. Могут быть закрыты дороги общего пользования, пересекающие заповедник либо проходящие вдоль его границ, а также разрешены и некоторые другие проблемы охраны. Материальная, научно-производственная и бытовая база Центрально-Черноземного заповедника, которая ранее была достаточной, теперь в свете новых задач, стоящих перед заповедником, также требует расширения и развития.



Казацкая степь.

Фото Б. И. Кузьмина

Биология

Использование аэрофотоснимков для определения количественных характеристик растительности

Для целей мониторинга необходим большой объем информации о структуре различных элементов геосистем, в том числе и растительного покрова. Изучение структуры растительного покрова традиционными наземными методами весьма трудоемко, а в ряде случаев, например при изучении заповедной растительности, неприемлемо, так как приводит к значительному нарушению охраняемых сообществ. На Курском полигоне разрабатывается методика определения количественных характеристик растительного покрова с помощью аэрофотосъемки масштаба 1:50 000 в трех зонах спектра: 0,48—0,60 мкм (желто-зеленая); 0,60—0,68 мкм (оранжевая); 0,70—0,76 мкм (ближняя инфракрасная). Для исследования были выбраны заповедная степь Стрелецкого участка и посевы основных сельскохозяйственных культур, ха-

рактерных для Курской области, расположенные на прилегающих к заповеднику территориях.

На этих объектах синхронно с аэрофотосъемкой измеряются следующие количественные характеристики растительного покрова: проективное покрытие (горизонтальная проекция наземных частей растений в процентах от общей площади участка, общая фитомасса и отдельно масса стеблей, листьев, генеративных органов (бутонов, цветов, плодов), опад; содержание хлорофилла в листьях; листовой индекс, характеризующий суммарную площадь листьев, и некоторые другие. Затем для этих объектов определялась оптическая плотность их изображения на негативах (степень прозрачности негативов) в трех перечисленных выше зонах спектра.

Совокупность перечисленных выше количественных характеристик растительности определяет тон фотоизображения растительности вне зависимости от ее характера, будь то естественные сообщества или сельскохозяйственные посевы. Если предположить, что существует прямолинейная связь между каждым из параметров растительного покрова и оптической плотностью изображения данной растительности на негативах

в трех зонах спектра, то ее можно представить в виде линейного уравнения регрессии:

$$y = ax_1 + bx_2 + cx_3 + d,$$

где: y — некоторая количественная характеристика растительного покрова; x_1, x_2, x_3 — оптические плотности изображений растительности на негативе в желто-зеленой, оранжевой и ближней инфракрасной зонах спектра; a, b, c — эмпирические коэффициенты, полученные в контрольных измерениях; d — свободный член.

По этим уравнениям, зная оптические плотности изображения растительности на негативах, мы можем определить некоторые ее количественные характеристики. В качестве примера приведем уравнение для определения проективного покрытия:

$$y = 7,57x_1 - 110,82x_2 + 49,78x_3 + 68,12$$

Средняя квадратичная ошибка этого уравнения, характеризующая точность определения искомого параметра, равняется $\pm 12,21$. В данном случае проективное покрытие, значение которого в природе колеблется от 0 до 100%, определяется с точностью $\pm 12\%$. Эту точность следует считать вполне удовлетворительной, так как при непосредственных полевых из-

мерениях ошибка определения проективного покрытия составляет около 10%.

Такие зависимости были построены для всего ряда параметров растительного покрова. По полученным уравнениям наиболее точно определяется количество хлорофилла в листьях, листовой индекс, сырой вес листьев и стеблей, проективное покрытие, общая фитомасса.

В многолетних исследованиях было установлено, что закономерности, полученные для одного года, могут быть распространены и на другие годы, вне зависимости от того, естественные ли это сообщества или сельскохозяйственные посевы. Таким образом, один раз обследовав территорию, можно построить соответствующие уравнения и, впоследствии, определять эти характеристики в камеральных условиях, используя только серию аэрофотоснимков в определенных зонах спектра и внося в значения оптических плотностей соответствующие поправки.

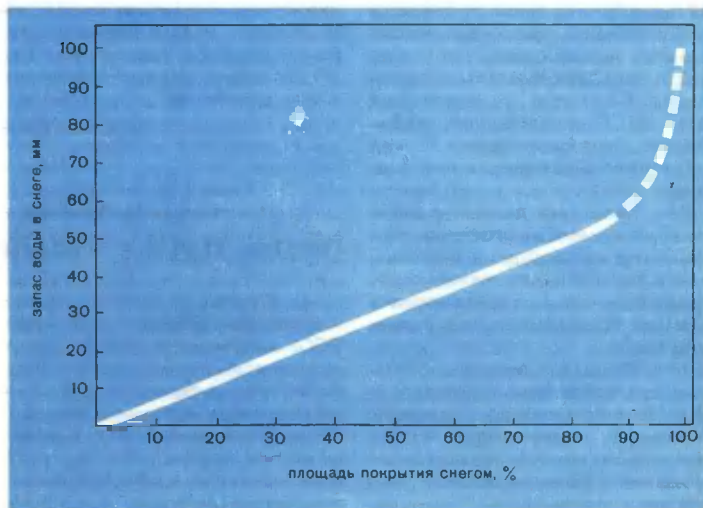
И. Ф. Петрова

Гидрология

Дистанционные измерения запасов воды в снеге

Одной из задач, возникающих при изучении стока в период весеннего таяния снега, является оценка запаса воды в снеге в речном бассейне в течение всего этого периода. В настоящее время, наряду с определением этого запаса по наземным данным, стали пользоваться аэрокосмической информацией. Однако методы прямого дистанционного измерения запаса воды в снеге пока только разрабатываются, и их внедрение сопряжено со значительными техническими трудностями. На сегодняшний день в практических целях можно использовать только метод косвенной оценки запаса воды по данным об изменении площади покрытия бассейна снегом, которые могут быть получены при обработке аэрокосмических снимков.

Физическая основа этого метода заключается в наличии



Зависимость между запасами воды в снеге и степенью покрытия стоковой площади снегом.



определенной связи между скоростью изменения площади, занятой снегом, и изменениями запасов воды в нем за время таяния. Однако установление вида и характера этой связи сопряжено с трудностями получения синхронных во времени и пространстве наземных и дистанционных данных. В связи с этим была предпринята попытка установить зависимость между меняющимися во время таяния запасом воды в снеге и площадью покрытия снегом по данным, полученным для небольшой территории. Для этого в весенние периоды

Многофункциональная радиоуправляемая авиамодель «Природа», созданная в Институте географии АН СССР. Авиамодель способна летать на высотах от 50 до 1000 м с радиусом полета 1—1,5 км. К основным достоинствам авиамodelей относится высокая мобильность, широкий диапазон высот съемки, всепогодность, позволяющие получить экспериментальный материал с любой заданной частотой, что не может быть достигнуто при использовании самолетов и вертолетов. Перевозка авиамodelей в нужное место, можно преодолеть ограниченность радиуса ее действия и существенно расширить эксплуатационные возможности.

1978—1980 гг. были проведены специальные дистанционно-наземные эксперименты на стоковых площадках Курского стационара Института географии АН СССР площадью 0,5—0,6 га, имеющих разный вид подстилающей поверхности (це-лина, зябь).

Наземные данные о запасах воды в снеге на стоковых площадках в каждый день снеготаяния вычислялись по материалам традиционных снегомерных съемок, проводившихся в утренние часы.

Площадь покрытия снегом определялась по ежедневным аэрофотоснимкам стоковых площадок, полученных с помощью радиоуправляемых авиамodelей. Использовались два образца авиамodelей: чехословацкого производства — М-74 и специально созданная в Институте географии АН СССР многофункциональная авиамodelь «Природа», которая имеет более совершенные технико-эксплуатационные данные.

Применение авиамodelей не ограничивается аэрофотосъемкой. В частности, при помощи авиамodelей М-74 были успешно проведены работы по определению профиля концентрации некоторых загрязняющих веществ в нижних слоях атмосферы (100—300 м), непосредственно в шлейфе загрязняющего воздух источника.

На основе полученных наземных и дистанционных данных была построена зависимость между запасом воды в снеге и степенью покрытия стоковой площадки снегом. Анализ этой зависимости показывает, что в начальный период снеготаяния количество воды в снеге уменьшается при практически сплошном снежном покрове и оценка запаса по аэрофотографиям в этот период невозможна. При дальнейшем уменьшении воды в снеге образуются проталины. Начиная с этого момента, пользуясь установленной зависимостью, по аэрофотографиям уже можно оценивать запас воды в снеге. В свою очередь эта характеристика позволяет рассчитывать некоторые другие параметры, входящие в прогностические модели весеннего половодья.

Задачей дальнейших исследований является обоснова-

ние применения выявленной зависимости, полученной на микро-масштабном уровне, для более крупных речных бассейнов данного района.

С. В. Ясинский

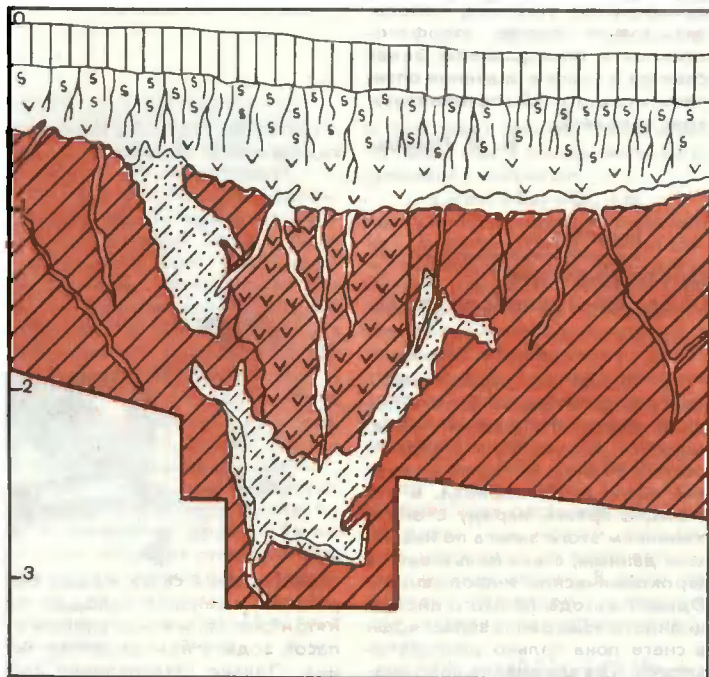
Геоморфология

Генезис степных блюдец

В рельефе степной и лесостепной зон Европейской части СССР встречается много округлых западин диаметром от 10 до 40 м при глубине 1—1,5 м — так называемых степных блюдец. Существует целый ряд гипотез их происхождения. Считают, что степные блюдец образовались в результате действия вод (флювиальная гипотеза); под дейст-

вием ветра (эоловая гипотеза); в результате выноса твердых частиц (суффозионная гипотеза). В 1932 г. И. Г. Пидопличко высказал предположение, что блюдец образовались в результате термокарста — вытаивания льда, линзы которого существовали под слоем почвы еще 20—17 тыс. лет назад. Наши исследования двух блюдец подтверждают эту гипотезу.

Траншеи длиной 40 и 20 м, проложенные по осевым линиям, позволили охарактеризовать детали их строения. Оказалось, что более легкий лессовый материал на крыльях углублений сменяется в центре блюдец тяжелыми суглинками. Существенная черта суглинистых отложений — оглеение, большое количество железисто-марганцевистых конкреций, вер-



Мерзлотная структура в разрезе степного блюдца.



гумусовый горизонт



супесь оглеенная



суглинок ожелезненный, красновато-бурый

суглинок красный, тяжелый, ожелезненный

супесь палево-желтая

песок плотный, ожелезненный

супесь светлая

тикальных трещин. Л. Г. Пирумовой из толщи суглинистых отложений выделены диатомовые водоросли, характерные для современных холодных озер северо-западной Сибири. Внутри суглинистой толщи встречаются тонкие слои песка, свидетельствующие о том, что осадки перетлагались несколько раз.

В разрезе центральной части блюдца под слоем почвы выделяются сложенные более тяжелым суглинистым материалом структуры шириной в верхней части до 1 м, глубиной до 3 м, а также более мелкие деформации. Подобные структуры по характеру заполнения, контактам с окружающими породами, морфологическому облику обычно принято считать мерзлотными.

Все это дает основание считать, что исследованные нами блюдца образовались примерно так же, как аласы — термокарстовые котловины в Сибири. Эти формы рельефа формируются в результате вытаивания отложений, насыщенных льдом, под неглубокими озерами. В самих озерах в это время откладываются новые осадки, промерзающие после осушения водоемов. В них и возникают мерзлотные структуры разной формы.

О. М. Порожнякова

Биология

Классификация светолубия растений

Приспосабливаясь к среде обитания, растения выработали значительное количество экологических типов, или экоморф; среди них известны, например, влаголюбивые растения (гигрофиты), засухоустойчивые (ксерофиты), светолубия (гелиофиты), тенелубия (сциофиты) и т. д. Сочетание растений, принадлежащих к разным экологическим типам, в одном фитоценозе обеспечивает его устойчивость к изменяющимся условиям среды. Существуют, однако, большие трудности в отношении конкретных видов растений к тем или иным экологическим типам. До сих пор это делалось, в основном, на глаз: гигрофитами

называли растения, обитающие на влажных почвах, сциофитами — под пологом леса и т. д.

В последние годы начали разрабатывать объективные критерии оценки отношения растений к внешним факторам, в частности к солнечной радиации. Эстонским биологом Х. Г. Тоомингом была предложена количественная характеристика светолубия растений — интенсивность падающей радиации, при которой КПД использования энергии для фотосинтеза максимален. Х. Г. Тооминг назвал эту интенсивность интенсивностью радиации приспособления (ИРП).

С помощью портативного кондуктометрического газоанализатора нами экспериментально определены значения ИРП для ряда видов лесостепных растений. Параллельно для большого числа видов были получены относительные характеристики светолубия (в баллах) по методу экологических шкал Л. Г. Раменского. Корреляционный анализ показал наличие достаточно тесной зависимости между этими характеристиками и ИРП. Это позволило выделить градации светолубия, соответствующие баллам шкалы, и дать им количественную характеристику по критерию ИРП. Совокупности видов, имеющих один и тот же балл светолубия, мы назвали гелиоморфами, используя термин впервые использованный Д. Н. Цыгановым. Всего нами было выделено на территории Центрально-Черноземного заповедника 7 гелиоморф, или групп светолубия травянистых растений: 1 — степная, включает типично степные растения, занимающие верхний ярус; 2 — степнополянная, включает степные растения, произрастающие под пологом типично степных; 3 — полянная; 4 — поляннo-опушечная; 5 — опушечная; 6 — опушечно-лесная; 7 — лесная.

Полученные данные используются для изучения динамики растительного покрова, в процессе которой (что особенно ярко заметно в лесостепи) постоянно меняется роль разных гелиоморф в структуре многовидовых природных растительных сообществ.

В растительных сообществах лесостепной зоны (лесных, степных и полевых) всегда до-

минируют лишь две группы из семи, а остальные имеют малую биомассу, укороченный период вегетации и небольшую высоту. Так, например, в степи наиболее массовая — 1 группа: ее элементы располагаются в пространстве и во времени так, чтобы использовать наилучшие условия освещенности (верхние горизонты, разгар вегетации). Следующая по массе 2 группа использует остающиеся пространственно-временные возможности: она располагается под пологом первой и развивается несколько раньше. Такая структура свойственна устойчивым — коренным сообществам. Кроме коренных (лесных и степных) в лесостепной зоне имеются и переходные от леса к степи фитоценозы. Здесь могут доминировать такие группы светолубия, которые в коренных сообществах находились в подавленном состоянии (поляннo-опушечные, опушечные и т. д.). В таких переходных сообществах почти исчезает разрыв между основными и второстепенными группами. Эту структуру следует считать менее устойчивой, и при изменении условий освещенности (например, при изреживании древостоя) такие сообщества могут переходить в коренные (при увеличении освещенности — в степные, при уменьшении — в лесные), что постоянно наблюдается в Центрально-Черноземном заповеднике.

Полученные закономерности позволяют с определенной долей уверенности выделять коренные и переходные сообщества в зоне соприкосновения леса и степи и следить за превращением одних в другие. Такое слежение важно для геосистемного мониторинга, так как в его задачи входит контроль устойчивости природных систем.

В. П. Кашкарова

Геологический заповедник — база для решения геологических проблем

Л. И. Борошков,
доктор геолого-минералогиче-
ских наук

Всесоюзный научно-исследова-
тельский геологический институт
Ленинград

За последние годы печать, радио, телевидение многократно обращали наше внимание на необходимость сохранения редких видов животных и растений. Актуальность данной проблемы уже не вызывает сомнений. Наряду с этим объекты неживой природы представляются куда менее ранимыми, и вопрос об их охране все еще находится на стадии обсуждения¹. До сих пор

не объявлены заповедными такие уникальные геологические объекты, как опорные стратиграфические разрезы, многие места скопления ископаемых остатков флоры и фауны, а также редких минералов.

Вместе с тем хорошо известно, что природное минеральное сырье, используемое промышленностью в виде горных пород и минералов, перерабатывается настолько, что обычно уничтожается полностью. При этом извлекаются далеко не все полезные компоненты, содержащиеся в исходном сырье. Нередко они даже остаются не изученными в должной мере. И поскольку горные породы и минералы — важнейший, а нередко и единственный, источник информации о процессах становления геологических объектов, нельзя допускать полного их уничтожения. Это важно еще и потому, что горные по-

¹ Ходжибаев Н. Н., Бедер Б. А. «Красную книгу» — уникальным объектам неживой природы. — Природа, 1980, № 2, с. 34.



Долина гейзеров. Камчатка.



Разлом и водопад на склоне вулкана Мутновского. Камчатка.

Фото В. Е. Гиппрейтера.





Антиклинальные складки в девонских известняках. Берег Енисея. Фото А. Т. Прядыбайло.

роды и минералы обладают некоторыми свойствами, поддающимися изучению только в природных условиях, а также рядом особенностей, детальное изучение которых требует проб, отобранных в ненарушенных геологических объектах. Следовательно, очень важно иметь серию стационаров, пригодных для систематических комплексных исследований, где можно было бы изучать горные породы в их

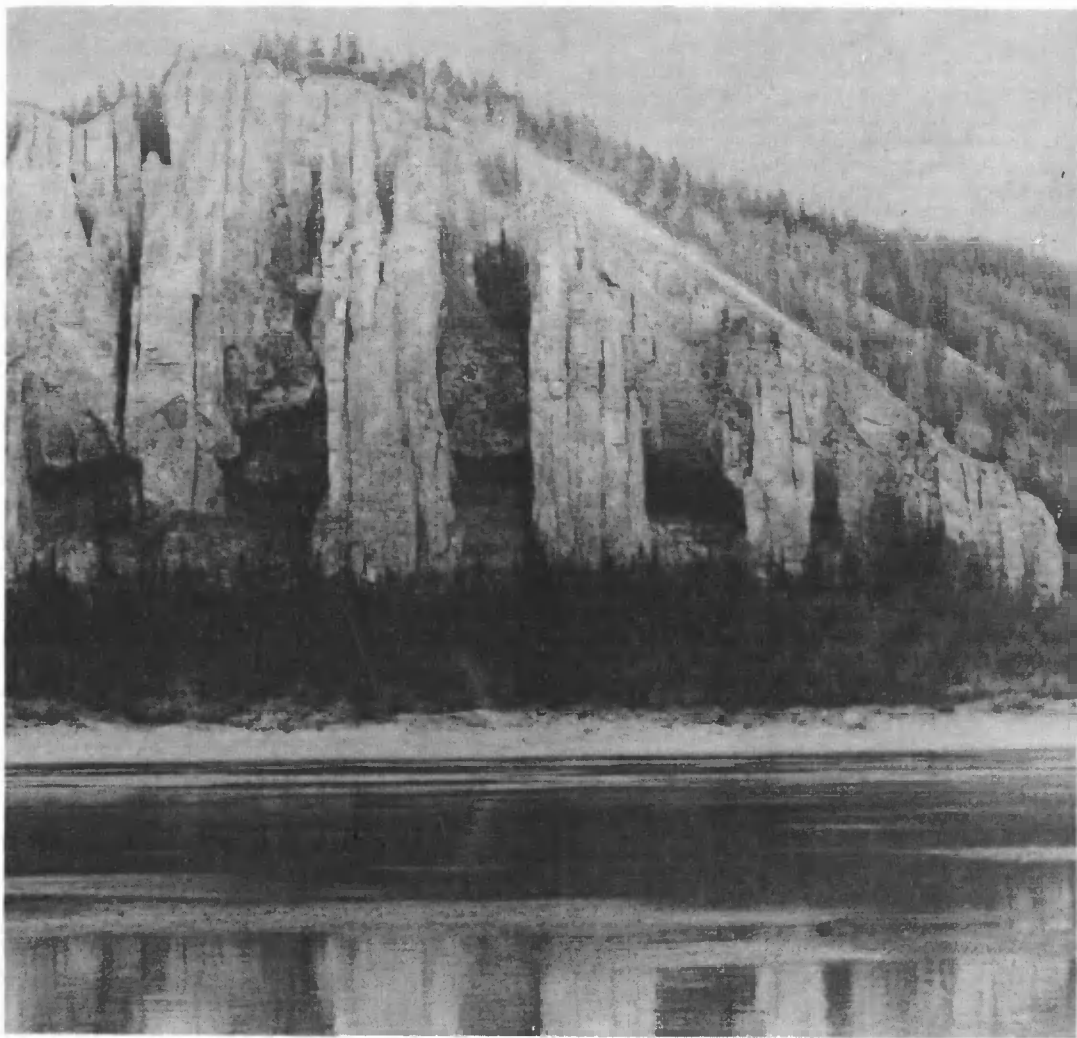
естественном состоянии, их физические и химические свойства, качественное и количественное их проявление на разных глубинах земной коры и т. д.

Многие геологические объекты совершенно уникальны, и очень важно сохранить их для изучения хотя бы частично. Лучшее и легче всего это может быть выполнено на специально выделенных участках. Вот почему на территории СССР следует создать детально продуманную и научно обоснованную сеть геологических заповедников. Они могут включать уникальные обнажения, типовые геологические разрезы, пещеры, карьеры, участки уже отработанных или

разрабатываемых месторождений, заброшенных и действующих рудников, минеральные источники и другие геологические объекты.

Особое внимание следует обратить на сохранение объектов, имеющих большое значение для выяснения общих закономерностей развития Земли в ходе ее геологической истории. Все их перечислить, конечно, невозможно, поэтому ограничимся лишь отдельными примерами.

К числу таких объектов могут и должны быть отнесены обнажения пермских горных пород на севере СССР и в Приуралье, где впервые была выделена пермская система, страти-



Формы выветривания в рифейских известняках, известные под названием Ленских столбов.

Фото А. Т. Предыбайло.

графическое деление которой до сих пор утрясается и вызывает многие дискуссии. Важные для стратиграфии разрезы и обнажения имеются по северным рекам, например по р. Пинеге. Объектом для организации геологического заповедника могут стать обнажения, имеющиеся на реках южной части Урала, где впервые была выделена рифейская группа (например, на р. Белой), а также обнажения на Се-

верном и Полярном Урале, в которых выделены и описаны многочисленные свиты верхне-протерозойских отложений.

Очень важные объекты находятся на юге Русской платформы в пределах бассейна р. Днестра. Здесь на поверхность выходят толщи пород, относимых к венду², а также силурийские и девонские отложения. Они детально изучены советскими специалистами, а в 1968 г. посещались международной группой геологов с целью вы-

бора стратотипа³ этих отложений и границы между ними.

Овручская возвышенность, известная в геологической литературе как Словечанско-Овручский кряж, издревле считается «жемчужиной Полесья». Здесь залегают красные и розовые кварциты, которые с давнего времени разрабатываются для строительных целей. Овручские кварциты имеются в стенах Софийского собора и еще ряда архитектурных сооружений

² Венд — стратиграфическое подразделение верхнего докембрия, впервые выделенное в 1950 г. Б. С. Соколовым.

³ Стратотип — типичный стратиграфический разрез, который служит эталоном при выделении соответствующих по возрасту отложений в других районах.





Столбчатые лавы на южном склоне Эльбруса (каньон р. Аманауз).

Фумарольная деятельность на территории Долины гейзеров.

Фото В. Е. Гиппенрейтера.

Хибины в окрестностях Кировска.

Фото В. Е. Киселева.



Киева, Овруча и других украинских городов. В этом же краях находится месторождение довольно редкого минерала — пирофиллита, который используется в бумажной, керамической, электротехнической и строительной промышленности, а также как поделочный камень.

На территории краях, конечно же, ведутся интенсивные горные работы, и при этом нередко уничтожается все то, что может и должно служить объектом пристального изучения с целью восстановления геологической истории, а также выяснения закономерностей становления самих горных пород и связанных с ними минералов.

Геологические объекты, заслуживающие особого внимания, есть и на северо-западе Советского Союза, например на Кольском п-ове и на территории Карелии. Здесь можно выделить заповедные участки для систематического изучения печенегской рудоносной формации и кристаллического основания платформы, а также уникальные верхнепротерозойские разрезы таких своеобразных отложений, как шокшинские кварциты и шунгиты. А на побережье Белого моря может быть создан комплексный геолого-палеонтологический заповедник на базе уникальных обнажений с ископаемыми остатками эдиакарской фауны.

И, конечно же, необходимо сохранить (пока не поздно) для будущих поколений геологов обнажения палеозойских пород по рекам Половке, Славянке, Оредежу и др., где в прошлом столетии началась история изучения кембрийской, ордовикской, силурийской и девонской систем в России и где это изучение может быть продолжено⁴.

Многочисленные объекты, достойные выделения в качестве геологического заповедника, имеются и на азиатской

территории Советского Союза. Например, к их числу должен быть отнесен хребет Каратау⁵, в отложениях которого заключены широко известные свинцово-цинковые месторождения и фосфоритовый бассейн. Много интересных геологических объектов в Средней Азии. Так, в отрогах Зеравшанского хребта действует единственный в нашей стране геологический заповедник. Здесь под охрану взяты такие памятники природы, как скалистые горы. В их геологическом разрезе хорошо видно, что представляла собой Земля 400—500 млн лет назад. Во время полевой сессии Международного союза геологических наук, проходившей в этих местах в 1978 г., ученые пришли к единодушному мнению, что данный геологический разрез можно считать эталонным для отложений девонского периода.

Следуя дальше в восточном направлении, обратим внимание на Алтай, а в его пределах в первую очередь на девонские и каменноугольные вулканогенно-осадочные породы, в которых заключены полиметаллические руды. Очень важно выделить заповедные участки здесь, а также на территории Алтайской и Саянской областей и многих районов Сибири, где имеются геологические объекты, важные для изучения стратиграфии, тектоники, литологии, петрографии и минералогии.

Например, в бассейнах рек Лены и Алдана имеются прекрасные обнажения, вскрывающие кембрийские и более древние толщи пород. Они уже в настоящее время довольно хорошо изучены, и это позволяет надеяться, что здесь будут выделены те участки, на которых должно сосредоточить внимание будущих исследователей. Некоторые из этих обнажений в 70-х годах были обследованы большой группой советских и зарубежных специалистов, занимающихся изучением проблемы «граница палеозоя и протерозоя».

При этом посещались обнажения по р. Алдану, где видно соотношение нижнекембрийских отложений с толщей, выделяемой под наименованием юдомская. Заповедные участки необходимо наметить как на реках Алдане и Лене, так и в других районах, где возможно и целесообразно комплексное изучение отложений, характеризующих границу кембрийской системы с подстилающими породами.

Восточные районы Советского Союза представляют особый интерес для изучения эндогенных процессов, и в частности магматизма. Среди них в первую очередь должны быть отмечены Камчатка и Курильские о-ва. На их территории уже давно ведутся систематические наблюдения за современным вулканизмом и осуществляется комплексное изучение этого геологического феномена. Однако это не исключает, а, скорее, подтверждает необходимость организации в пределах этих районов специальных геологических заповедников.

Итак, чтобы наиболее достоверно и точно восстановить историю геологического развития отдельных участков земной коры и всей Земли в целом, нужны планомерные и систематические исследования. И вполне очевидно, что лучше всего они могут быть осуществлены на базе хорошо продуманной и тщательно организованной сети стационаров, опытных полигонов, заказников и заповедников.

Предложения по их организации должны исходить от соответствующих научно-исследовательских институтов, высших учебных заведений и всесоюзных обществ геологического профиля, например Министерства геологии СССР и министерств союзных республик, АН СССР, Московского общества испытателей природы и др. В местах уже существующих баз стационарных наблюдений необходимо расширить характер геологических исследований. Все это делает наши знания об общем ходе геологических процессов более достоверными, что в конечном счете благоприятно отразится на прогнозировании и выявлении месторождений различных полезных ископаемых.

⁴ Работа эта уже начата. За последние годы осуществлена инвентаризация наиболее интересных памятников геологической истории, находящихся на территории Ленинградской области. В их число вошли классические обнажения на р. Поповке.

⁵ На его территории уже существует палеонтологический заповедник, созданный с целью сохранения уникальных ископаемых остатков насекомых в юрских янтареносных отложениях.

Гибель птиц на автодорогах

А. Н. Хохлов,

ассистент кафедры зоологии
Ставропольского государственного педагогического института
Ставрополь

Статья 24 «Закона СССР об охране и использовании животного мира» (1980 г.) специально посвящена «предотвращению гибели животных при осуществлении производственных процессов и эксплуатации транспортных средств». Однако для разработки соответствующих мер охраны необходимы точные данные, которых пока крайне мало.

Гибель птиц от столкновения с транспортом мы изучали летом 1979 г. в центральном Предкавказье, на 100-километровом маршруте от г. Ставрополя до с. Подлесного (75 км маршрута проходило по автодорожке Ставрополь — Ростов-на-Дону, имеющей асфальтовое покрытие, а 25 км — по автодорожке, покрытой гравием). Прилегающая территория на 98% освоена человеком под различные агроценозы. Всего проведено 12 учетов (по четыре в июне, июле и августе), преимущественно с 10 утра до 14 ч дня.

За время наблюдений обнаружено 184 погибших птицы 20 видов. Больше птиц погибло в июле и августе, когда в Ставропольском крае идет массовая уборка зерновых культур. Мелкие птицы несколько чаще гибнут на участках автотрассы с перепадами высот: очевидно, они не успевают вовремя отреагировать на быстро идущий транспорт.

На первом месте среди погибших птиц оказались воробьи (полевые и домовые). Половина погибших воробьев обнаружена на автотрассе в районе населенных пунктов и в непосредственной близости от них.

В конце мая — начале июня у врановых происходит

Видовой состав птиц, погибших на автодороге

Вид	Июнь	Июль	Август
Воробей домовый	8	42	15
Воробей полевой	3	19	23
Ворона серая	3	3	—
Грач	7	13	2
Жаворонок малый	1	1	—
Жаворонок полевой	—	2	1
Жаворонок степной	1	—	—
Жаворонок хохлатый	—	3	1
Зяблик	—	—	1
Каменка-плясунья	1	—	—
Козодой обыкновенный	—	—	1
Ласточка деревенская	—	6	3
Ласточка береговая	—	3	—
Овсянка садовая	—	2	—
Сорока	—	2	—
Сорокопут чернолобый	—	2	—
Сыч домовый	—	4	2
Трясогузка желтая	—	1	—
Удод	—	1	—
Чекан черноголовый	—	1	—
Птицы не определенные до вида	1	4	1

массовый вылет птенцов. В начале июля грачи на Ставрополье покидают гравелики и начинают копошиться на более обширной территории. Именно на июнь и июль приходится гибель основной массы птиц этого семейства на автодорогах. Характерно, что 70% погибших врановых отмечено на автодорожке, покрытой гравием: здесь птиц, очевидно, привлекают как потери зерна на ухабах при транспортировке, так и мелкие камешки, которые птицы заглатывают для улучшения работы желудка. Значительно большая гибель грача (около 12%) по сравнению с другими врановыми объясняется, видимо, их стайным образом жизни, а также потерей маневренности из-за интенсивной линьки в это время года. Погибших врановых в районе населенных пунктов не обнаружено.

Ласточки по числу погибших оказались на четвертом месте. 65% из них были взрослыми и погибли в населенных пунктах или в непосредственной близости от них (кроме береговушек, которые отмечены на трассе при пересечении долин

степных рек). Почти все погибшие ласточки встречены на маршруте в пасмурную погоду или после дождя.

Довольно значителен процент столкновения с транспортом у сыча домового. Все сычи найдены на автотрассе в июле и августе вдали от вероятных мест гнездования. На Ставрополье домовые сычи гнездятся в основном в зданиях овцеводческих ферм, изредка в норах, на земле (в кучах камней) и в гнездах врановых. Причина появления сычей на дорогах заключается в повышенной активности мелких грызунов в связи с уборкой на полях озимых культур. Все обнаруженные на маршруте домовые сычи были молодыми.

Экстраполируя полученные данные на все дороги Ставропольского края, можно предположить, что за лето только на дорогах с твердым покрытием протяженностью около 10 тыс. км погибает более 100 тыс. птиц, а учитывая протяженность проселочных, полевых и прочих дорог, — около 1 млн особей.

Городской ландшафт Большого Баку

Г. Т. Мустафаяев,
кандидат биологических наук
Азербайджанский университет
им. С. М. Кирова
Баку

В настоящее время зеленый ландшафт городов стал одним из мощных благотворных факторов во взаимодействии и повседневном общении человека с природой. В связи с этим большое значение имеет внедрение в городской ландшафт новых видов флоры, а следовательно, и фауны. Озеленение городов один из важных путей решения этой проблемы. Эффективность этих мероприятий определяется специальным подбором компонентов флоры и фауны. В этом отношении особое внимания заслуживает преобразование ранее голых пустынных и полупустынных ландшафтов территории, которую занимает современный Большой Баку, включающий западное побережье Каспийского моря в пределах Апшеронского п-ова и Бакинский архипелаг с многочисленными островами — Жилой, Плита, Лос, Обливной, Глиняный, Дуваный, Булла и др. Кроме собственно города Баку, к Большому Баку примыкает 45 поселков городского типа и 10 микрорайонов, общая площадь его составляет более 2 тыс. км², население — около 1,5 млн. человек.

Климат Большого Баку засушливый: среднегодовое количество осадков не превышает 200 мм; среднегодовая температура воздуха 14°, летом максимальная температура достигает 38° и более, при этом почва на поверхности нагревается выше 65°; минимальная температура зимой минус 13—15°. Неблагоприятен также ветровой

режим: здесь часто дуют сильные штормовые северо-восточные ветры, достигающие скорости 30—40 м/с, а юго-восточные ветры из-за Каспия несут с собой сухость.

Апшеронский п-ов относится к зоне полупустынь, где почти отсутствует естественная древесная растительность. Суховой, засушливый климат сказался на природе Апшеронского п-ова, которая с древних времен из-за скудной зелени производила очень тяжелое впечатление. До середины XIX в. в Баку, по существу, не было зеленых насаждений.

М. Горький так охарактеризовал облик дореволюционного Баку: «Среди хаоса вышек прижались к земле наскоро сложенные из рыжеватых и серых неотесанных камней длинные, низкие казармы. Ни одного цветка на подоконниках, вокруг ни кучка земли, покрытой травой, ни дерева, ни кустарника»¹. Общая площадь зеленых насаждений во второй половине XIX в. составляла всего 3 га. В середине же 70-х годов XX в. она достигла 10 тыс. га. На каждого бакинца теперь приходится около 20 м² зеленых насаждений. Для сравнения укажем, что в Москве — одной из самых озелененных столиц мира с такими большими зелеными массивами, как Сокольники, Измайлово и др., на одного жителя приходится 15 м² зеленых насаждений. В Куйбышеве, примерно равном Баку по числу жителей, на одного человека приходится всего 3,6 м². Естественные ландшафты Большого Баку не отличаются разнообразием. Это плоские равнины и плато с луковичным

мятликом, муртуками и солянками на светло-серых, местами сероземно-луговых почвах. Территория Большого Баку с трех сторон окаймлена узкой полосой прибрежных полужакопленных и подвижных дюн и бугристыми песками, покрытыми солончакowymi однолетними травами. Ближе к материке начинается слабо расчлененная холмистая равнина, где появляются полины. Часто встречаются солончаки, местами — известковые плато или же низкие гряды. Для всего ландшафта в целом характерна эфемерная растительность, т. е. однолетние травы с коротким циклом развития.

Создание вокруг Баку мощного пригородного зеленого массива преследовало главную цель — оздоровить воздушный бассейн большого промышленного комплекса. При этом предпочтение отдавали видам растений, защищающим город от пыли, шума, обогащающим состав атмосферного воздуха.

Зеленые насаждения играют большую пылезастынную роль. Это особенно важно в условиях Большого Баку, где в результате сильных ветров и при наличии подвижных песков в воздух поднимается огромная масса пыли. Зеленые насаждения на Апшероне закрепляют подвижные пески, а ветрозащитные полосы преграждают им путь. Особенно эффективную роль в защите от пыли играют хвойные породы, в частности эльдарская сосна благодаря своей мощной кроне и большой шероховатой поверхности хвои, а также маслина, каменный дуб, можжевельники и др.

Высокие с густой кроной деревья, особенно вечнозеленые, например каменный дуб, эльдарская сосна, каштанолитый дуб, маслина, восточный

¹ Горький М. Собр. соч. М., ГИХЛ, 1952, т. 17, с. 115.

Приморский бульвар и один из причалов бакинского порта.

Розарий на площади Ленина.

Фото Д. Д. Ухтомского.

платан, надежно защищают город от шума транспорта. Одно-двухрядные посадки этих деревьев резко уменьшают шум на улицах, а зеленый заслон шириною 30—50 м вовсе заглушает его, и кроме того, препятствует проникновению в жилые помещения вредных компонентов выхлопных газов. Зеленые насаждения повышают относительную влажность, улучшают и обогащают состав атмосферного воздуха (например, хвойные породы выделяют в воздух фитонциды, убивающие болезнетворные микроорганизмы).

Озеленение территории Большого Баку обогатило и его фауну. Современная фауна Большого Баку, как и любого района, связана прежде всего с ландшафтами. Баку расположен на пути пролета многих видов птиц. Здесь они останавливаются на отдых и кормежку. Мы насчитали на территории Большого Баку 200 видов птиц, из которых гнездятся 44, зимуют 40 видов, а остальные встречаются только весной и осенью во время миграции. В собственно Баку гнездятся всего 20 видов птиц с плотностью в среднем 174 особи на 1 км². Самым многочисленным здесь является домовый воробей — 97% от общего птичьего населения. Домовый воробей сооружает свои гнезда в железных трубах, которых в Баку не меньше, чем дупел в лесу. Питаются воробьи пищевыми отбросами и семенами растений, часто нападают на виноградники, сады и огороды.

В окрестностях города, в поселках городского типа и на островах Каспия, благодаря улучшению экологических условий в связи с озеленением больших площадей, за последние 10—15 лет появились новые ви-



ды птиц: черный стриж, городская ласточка, дроздовидная камышевка, зеленушка. Регулярно стали зимовать лебедь-кликун (и в небольшом числе лебедь-шипун), грач, чирок-свиистунок, кряква, свистуха, красноносый и красноголовый нырки, хохлатая черныш, чайки, некоторые кулики и др. В лесном насаждении у Джейранбатанского водохранилища прижился завезенный сюда закавказский фазан. Начали останавливаться на отдых и кормежку во время пролета филин, сплюшка, вертишейка, свиристель, дубонос, щегол, зяблик, большая синица, лазоревка и др. В массовом количестве зимует в Баку обыкновенный скворец, а в гнездовое время наиболее часто встречаются домовый сыч, удод, камешка-плясунья, хохлатый жаворонок, жулан, чернолобый сороко-

пут, черноголовая овсянка, ту-гайный соловей и т. д.

По каменным заборам, стенам и в старых колодцах обитает каспийский геккон. На полупустынных участках многочисленна и почти круглый год активна мелкая ящерица-змееголовка, нередко встречаются ящеричные змеи. Прежде широко распространенная здесь гюрза сейчас стала очень редкой и встречается лишь изредка на западе полуострова. На камнях можно увидеть кавказскую агаму, а в садах — греческую черепаху, иногда длинноногого сцинка и желтопузика. Хорошо приспособилась и образовала в окрестностях поселка Бузовны изолированную популяцию ушастая круглоголовка, завезенная сюда лет 25—30 тому назад. На островах Каспия много водяного ужа. В каждой лужице с пресной водой на Апшеронском п-ове встречаются уж и зеленая жаба, а на каналах озерная лягушка.

Из млекопитающих наиболее часты ушастый еж, заяц-

русак, лисица и шакал, нередко барсук, ласка, изредка волк. На некоторых островах Каспия, особенно на Глиняном, хорошо прижился завезенный сюда кролик. Очень много в Баку рукокрылых, особенно нетопыря.

Важным мероприятием по охране природы Большого Баку было создание в 1969 г. Апшеронского заказника, цель которого — воспроизводство джейрана, охрана лежбищ каспийского тюленя и водоплавающих птиц.

Апшеронский заказник расположен на южной оконечности Апшеронского п-ова, которая называется Шахова Коса. Площадь заказника 815 га. Всю поверхность Шаховой Косы занимают четвертичные отложения. Они состоят из прибрежных полужакрепленных и подвижных дюн и бугристых песков. Под действием ветра происходит частичное выдувание и перераспределение песка и мелкозема на поверхности почвы. На мелкобугристых закрепленных и слабо засоленных пе-

Здание Академии наук Азербайджанской Республики.
Посадки молодых каштанов.
Фото В. Г. Абаева



Маслиновый сад на месте бывшей полупустыни в окрестностях Баку (вверху). Защитная полоса эльдарской сосны вокруг фруктового сада на Апшероне.

Фото автора.

сках почвы рыхлопесчаные, лугового типа, переходного к сероземам. В понижениях на выровненных участках образуются солончаки.

По кормовым ресурсам Шахова Коса оказалась вполне пригодной для воспроизводства джейранов. Сухие закрепленные и полужакрепленные пески служат основными пастбищами, заросли тамарикса — местом отдыха и защиты от сильных ветров и непогоды. На солончаках джейраны охотно отдыхают, иногда кормятся.

Джейраны на Шаховой Косе хорошо прижились, сейчас их насчитывается около 200 голов. Естественная кормовая база и выращиваемые в заказнике люцерна и бахчевые культуры, ячмень и другие растения дают возможность рассчитывать на увеличение поголовья джейранов в 2 раза (до 400—500 голов).

Рост поголовья джейранов на Шаховой Косе начался через 7 лет после выпуска, когда установилось нормальное соотношение самцов и самок. Наблюдения, проведенные нами за поведением джейранов за последние четыре года (1977—1980), показали, что большинство взрослых животных активно размножаются. Однако значительную часть молодняка уничтожают шакалы и лисицы в течение первых нескольких суток жизни.

Создание заказника, усиление охраны островов Бакинского архипелага и уменьшение загрязнения Каспия оказали положительное влияние на численность и поведение каспийского тюленя. Если в 50-е годы у берегов Апшерона тюлень держался лишь в апреле—мае и в сентябре—октябре, а летом уходил далеко от берегов в открытое море, то в настоящее время на берегах островов и отмелях Шаховой Косы отдель-



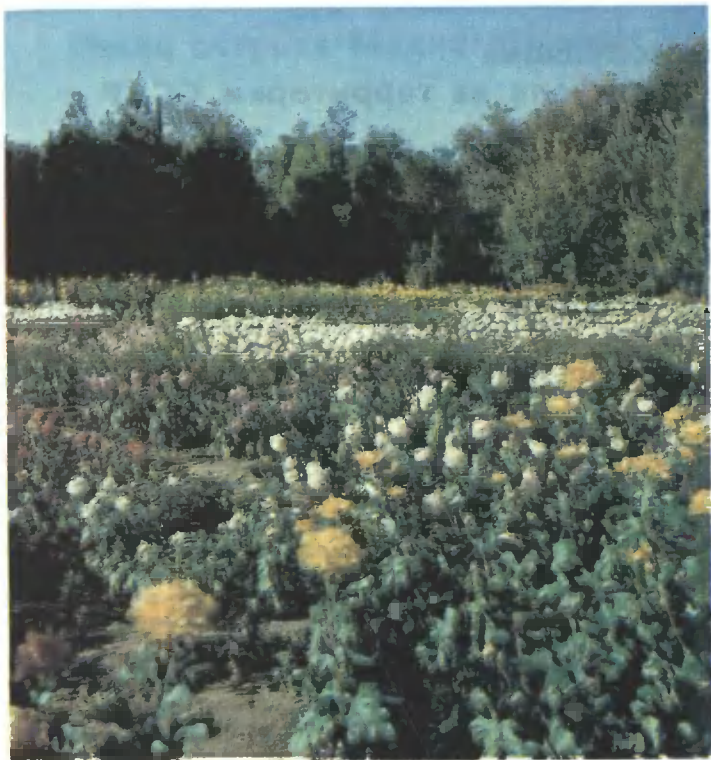
ные косяки тюленей можно наблюдать все лето — с ранней весны до поздней осени. Мы постоянно встречали в июне—августе около 500 тюленей, вылезавших на каменные островки, а также на отмели Малого Песчаного и Шаховой Косы. В апреле—мае их было здесь до 2 тыс. голов.

В последние годы заметно возросла у берегов Большого Баку численность водоплавающих птиц, зимующих и пролетающих. Особенно много птиц (около 1 млн) появилось здесь в 1977—1978 гг. Только у берегов Шаховой Косы ежегодно зимуют

около 500 лебедей (в основном кликунов), более 2 тыс. речных уток и 10—15 тыс. лысух. Раньше эти птицы наблюдались здесь редко и то лишь на пролете. Теперь на территории Большого Баку ежегодно зимуют до 3 тыс. лебедей, до 25 тыс. речных уток, 750 тыс. нырковых уток и такое же количество лысух.

Восстанавливается постепенно численность чаек, крачек, некоторых видов куликов на островах Бакинского архипелага, где находятся их основные гнездовые колонии. Особенно много стало серебристых чаек. На о-ве Глиняном ежегодно





На с. 56.

Кипарисовая аллея (вверху).
Шелковая акация в центре города.

Фото Ю. Г. Шамилова.

Плантация различных видов хризантем в Мардакянском дендропарке (вверху). Фото В. Г. Абеева.

Парк в поселке Мардакян.

Фото Ю. Г. Шамилова

гнездятся 10—15 тыс. пар этих птиц. Обычно серый остров, в апреле—июне, когда гнездовые колонии чаек покрывают всю поверхность острова, становится белоснежным. Серебристые чайки кормят своих птенцов мелкими сорными рыбами, крупными насекомыми и мышевидными грызунами. К концу июня чайки оставляют места гнездовья и концентрируются обычно по берегам Шаховой Косы, где больше корма. Некоторые чайки сооружают свои гнезда на оконечности Шаховой Косы, но там они, как правило, разоряются шакалами и лисицами.

Большое Баку — красивый, зеленый район, однако возможности для обогащения фауны и флоры города еще не исчерпаны. Опыт преобразования Большого Баку из пыльного, оголенного, задымленного промышленного города в зеленый оазис — весьма поучителен. Бакинцы своими руками смогли создать новый цветущий город, используя и опыт далеких предков, и современные достижения науки. Работы по «экологизации» Большого Баку продолжаются. Необходимы дальнейшие усилия, чтобы превратить эту недавно мертвую, выжженную землю в цветущий сад.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Верещагин Н. К. ОХОТНИЧЬИ И ПРОМЫСЛОВЫЕ ЖИВОТНЫЕ КАВКАЗА. Баку: Изд-во АН АзербССР, 1947.

Мустафеев Г. Т. ЛЕТНЕЕ НАСЕЛЕНИЕ ПТИЦ БОЛЬШОГО БАКУ. — Ученые записки АГУ им. С. М. Кирова, сер. биол. наук, 1973, № 1.

Сафаров И. С. ЗЕЛЕНЬИЙ ОБЛИК ГОРОДА БАКУ. Баку: Гянджлик, 1975.

Первая гнездовая популяция сорокопутового свистителя на территории СССР

О. С. Сопьев,
кандидат биологических наук,
доцент кафедры охраны приро-
ды Туркменского сельскохозяй-
ственного института

Ашхабад

Родина сорокопутового свистителя (*Nucoscolius ampelipus*) — Аравийское побережье Красного моря, долины рек Тигра и Евфрата, Ирак, южные районы Ирана и Афганистана. В состав фауны СССР как редкий залетный вид он впервые внесен в 1961 г., когда в окрестностях г. Серахс (Туркмения) были добыты взрослые птицы; в 1968 г. сорокопутовый свиститель был обнаружен в тугаях (пойменных лесах) р. Теджен и прилегающих районах Южной Туркмении, однако гнезд его найти не удавалось.

В мае-июне 1979 г. совместная экспедиция Зоологического института АН УССР и кафедры охраны природы Туркменского сельскохозяйственного института впервые на территории СССР — в тугаях среднего течения р. Мургаб, в 5 км от г. Тахта-Базар — обнаружила гнездовья этого представителя тропической фауны. В настоящее время Обществом охраны природы Туркменской ССР принято решение внести сорокопутового свистителя в Красную книгу Туркменской ССР.

Внешний облик этой птицы по размерам и окраске напоминает чернолобного сорокопуга, в то же время он резко отличается от сорокопугов и других птиц нашей фауны. Бросается в глаза вытянутая при полете форма тела, причем крылья кажутся непропорционально маленькими из-за длинного хвоста. Птица часто поднимает оперение на голове, так что даже издали виден хохол, хотя и меньший, чем у обыкновенного свистителя. При взлете хорошо заметна черная полоса на хвосте, яркие белые пятна на крыльях у самцов.

Место, где обнаружен на гнездовье сорокопутовый свиститель, представляет собой полосу подчас непроходимых зарослей, состоящих главным образом из тамарикса, туркменской березы, тростника и отдельных высоких деревьев различноголистного тополя. Основной корм этих птиц — ягоды дерезы. Обилие кормовых растений в густых тугайных зарослях по берегам Мургаба создает оптимальные условия для гнездования: на относительно замкнутой площади в 200 га было обнаружено около 40 гнездовых пар.

Гнездовой период у сорокопутового свистителя длился с первой декады мая до конца июня. Свои чашеобразные гнезда эти птицы строят на высоте 1—2 м от земли.

Полные кладки состоят из 5 яиц овальной и остроовальной формы. Окраска — от чисто белой до белой с очень мелкими бледно-буровато-серыми крапинками, число которых увеличивается от середины яйца к его тупому концу, образуя вокруг него венчик. Вес свежих яиц — $4,7 \pm 0,15$ г. Вес только что вылупившихся птенцов — $3,6 \pm 3,7$ г. Проведенное нами наблюдение за суточной активностью взрослых птиц и их поведением в период выкармливания птенцов открыло любопытные особенности в гнездовой экологии сорокопутового свистителя.

За день к 2—4-дневным птенцам взрослые птицы прилетали с кормом по 36 раз (23 — самец, 13 — самка). В период наиболее интенсивного кормления — с 5.30 до 7.30 утра — птенцы оставались в гнезде без присмотра; с 7.30 до 10.30 родители после очередного кормления начинали попеременно оставаться на гнезде. В самое жаркое время — с 10.30 до 18.00 — на бортики гнезда всегда находился один из родителей, затеняя выводок. Приносимый корм состоял из плодов дерезы и насекомых (саранчевых, му-

равьиных львов, цикад). Крупных насекомых птицы разрывали и скормливали птенцам кусочками. В самые жаркие часы птенцов кормили только ягодами дерезы. В каждый прилет взрослая птица приносила 2—4 ягоды; сев на бортик, она поворачивала ягоды в клюве и выдавливала сок и жидкую мякоть в рот птенцу. Остатки бросала в гнездо и после съела сама.

Зарегистрированы случаи нападения змей на гнездо сорокопутового свистителя. При появлении гюрзы на гнездовом участке в зарослях раздавались тревожные крики дроздовидной камышовки, бормотушки и самки сорокопутового свистителя. Птицы летали над змеей, пикировали на нее, пытаясь отогнать от гнезда. Однако гюрза успевала схватить одного—двух птенцов.

Изолированная гнездовая популяция сорокопутового свистителя в окрестностях г. Тахта-Базар находится далеко за пределами заповедных территорий Туркмении. Поэтому места его гнездования между правым берегом Мургаба и поселком колхоза им. Ф. Энгельса Тахта-Базарского района необходимо в срочном порядке объявить заказником. Следует отметить, что расположенные по р. Мургаб оазисы — один из древнейших очагов культурного ландшафта в Средней Азии. Интенсивное сельское хозяйство, вырубка деревьев и кустарников по берегам реки, выпас скота, бесконтрольная охота привели к сокращению численности многих видов животных. За последние 30 лет здесь исчез чешуйчатый дятел; катастрофически сократилась численность мургабского фазана. Создание заказника в окрестностях г. Тахта-Базар могло бы не только сохранить на гнездовье популяцию сорокопутового свистителя, но и повлияло бы на восстановление и обогащение всего природного комплекса тугаев по среднему течению р. Мургаб.

Песец острова Медного может исчезнуть

Н. Г. Овсянников

Институт эволюционной морфологии и экологии животных им. А. Н. Северцова АН СССР
Москва

Песец о-ва Медного (*Lepus semenovii* Ognev, 1931) — самый малочисленный подвид песца фауны СССР. В настоящее время в результате эпизоотии его численность резко сократилась и продолжает снижаться. При таком положении дел песец, представленный единственной популяцией, может исчезнуть. Необходимо принять специальные меры для его сохранения.

В Советском Союзе песец образует три подвида, один из которых — белый песец (*A. l. lagopus*) — распространен по всей тундровой зоне и на арктических островах, а два других — голубые песцы (*A. l. beringensis* и *A. l. semenovii*) — населяют о-в Беринга (1500 км²) и о-в Медный (400 км²).

Популяции песцов о-ва Беринга и о-ва Медного — единственные полностью изолированные популяции островных песцов на территории СССР. История их формирования неизвестна, но к моменту появления на островах первых людей (экспедиции, возглавляемой В. Берингом) в середине XVIII в. песцы уже населяли их.

Одна из характернейших особенностей Командорских о-вов — необычайно высокая плотность населения голубых песцов¹. О том, насколько высока была численность этих зверей на о-ве Медном, можно судить по размерам промысла, начатого в 1741 г. после открытия архи-

пелага. По данным Е. К. Суворова, автора одного из наиболее значительных описаний природы Командорских о-вов, в 1754 г. команда судна, которая провела на Командорах (преимущественно на Медном) три года, вывезла 7044 шкурки песцов. С 1881 по 1929 г. на Медном за один год промысла брали свыше 500 зверей (больше всего — 1311 — песцов добыли в 1887 г.). В 1923 г. поголовье песцов о-ва Медного составляло 370 особей, а в 1930 г. — 870.

С 1936 по 1965 г. на Командорах было вольное звероводческое хозяйство, в котором ежегодно отбирали лучшие пары, остальных песцов забивали. Численность песцов на Медном в эти годы составляла примерно 1 тыс. особей, а в 1965 г., когда хозяйство упразднили и поселок на Медном ликвидировали, там осталось 600 песцов-производителей — самцов и самок (по данным С. В. Мараква). С этого времени песцы вели здесь полностью дикое существование.

Численность островных крупных песцов не испытывает значительных колебаний, столь характерных для их сородичей на материке. Устойчиво высокая плотность островных песцов поддерживалась, по-видимому, за счет обильной и относительно устойчивой кормовой базы и строгой пространственной организации популяции.

Условия жизни песцов на о-ве Медном сильно отличаются от условий материковой тундры и в некоторой степени о-ва Беринга. Эти различия обусловлены, во-первых, полной изоляцией, во-вторых, отсутствием на острове грызунов (на о-ве Беринга, площадь которого значительно больше, многочисленна красная полевка). Местная популяция питается исключительно за счет океана: разнообразными выбросами моря, беспозвоночными, трупами морских зверей, рыбой, морскими птицами и их яйцами.

Медновский песец отличается от беринговского более крупными размерами, конституцией (беринговский песец короче и выше на ногах), более темной окраской, качеством меха и некоторыми особенностями строения черепа. Некоторые зоологи принимают обе популяции за один подвид, не отрицая, однако, морфологических различий между ними. Эти различия указывают на давность изоляции островных песцов. У медновских песцов размеры гнездовых участков невелики: их протяженность по береговой линии составляет от 300 м до 2,5 км, а ширина от 200 м до 1 км. Для них характерна строгая разграниченность территории в период размножения, устойчивая во времени структура участка обитания (система троп, нор, «сигнальных» кочек, на которых песцы оставляют свои запаховые метки), четко выраженные территориальные отношения между семьями в летний период, сложный состав семей, в которых бывает 1 самец и от 1 до 5 самок, и многолетняя привязанность к территории².

Однако в настоящее время стабильность популяции медновских песцов нарушилась, численность зверей катастрофически сократилась. Сейчас на Медном почти все песцы заражены чесоткой; у всех обследованных нами в 1976 и 1978 гг. зверей (30 взрослых и более 50 щенков) найдены чесоточные клещи — *Otodectes cynotis*.

При сильном поражении чесоткой наблюдалась крайне высокая смертность щенков (взрослые песцы, по нашим наблюдениям, не погибали). В 1976 г. она составила как минимум 90%.

Фото автора.

¹ Суворов Е. К. Командорские острова и пушной промысел на них. СПб., 1912.

² Приводимые в статье данные собраны зоологической экспедицией биологического факультета МГУ, в составе которой автор работал на Медном летом 1976 и 1978 гг.



Голубой песец о-ва Медного. Взрослый самец. 1978 г.

Кормящая самка на нагретых солнцем камнях.



В 1978 г. из семи известных нам выводков в шести щенки были тяжело больны и в течение августа погибли. К концу августа только в одном выводке щенки выглядели здоровыми, но и у них обнаружены были клещи в большом количестве. Массовая гибель щенков происходила в самые теплые месяцы (август — начало сентября), причем в первую очередь гибли самые слабые. Однако в июне—июле даже внешних признаков чесотки у щенков не наблюдалось.

В 1976—1978 гг. мы проводили абсолютный учет песца в южной части острова, а в дру-

гих частях острова — маршрутный учет. В 1976 г. численность песца на всем острове составляла примерно 200—250 особей, а в 1978 г. уже не более 100 особей. По данным сотрудников Командорского наблюдательно-исследовательского института рыболовства и океанографии, в 1979 и 1980 гг. численность медновского песца продолжала падать, причем в 1979 г. выводков песцов не обнаружили вовсе, а в 1980 г. при обследовании всего острова было найдено только 6 семей с выводками, 10 одиночных песцов и 7 павших жи-

вотных. Эти цифры интересно сравнить с данными Е. К. Сузорова (1912 г.), который отмечал, что даже в первые годы котикового промысла, когда песцы были лишены обильной подкормки в виде отходов промысла, смертность песцов не увеличивалась: с 1907 по 1911 г. на острове ежегодно находили от 24 до 6 павших песцов (это при средней численности песцов на острове порядка 1 тыс. особей).

При создавшемся сейчас положении смертность взрослых песцов на Медном явно превышает число выживающих щенков, и потому для установления действительных причин смертности песцов на Медном необходимо специальное исследование.

Общий характер поражения не вполне типичен для данного клеща, и потому для установления действительных причин смертности песцов на Медном необходимо специальное исследование.

Песец о-ва Медного самый крупный подвид песца фауны СССР, отличавшийся до распространения заболевания вы-



Щенок выглядит здоровым, но он сильно поражен клещами. Несколько его собратьев по выводку уже погибли.

Единственный выводок песцов 1978 г., в котором все щенки выжили.

т



дающимся качеством меха. «Превосходные качества шкур... создали громкую славу Командорскому песцу, и на зарубежных рынках он ценится выше многих своих сородичей из других мест...», «костров Медный дает лучшие и более однородные шкуры, чем Беринг», писал в упомянутой работе Е. К. Суворов. Сохранение медновского песца имеет поэтому не только научное и этическое, но и хозяйственное значение, так как он может быть использован для селекционной работы на пушных фермах. Однако в настоящее время голубой командорский

песец не используется в пушном звероводстве.

Работу по сохранению подвида песца о-ва Медного, по нашему мнению, можно вести в двух направлениях. Во-первых, необходимо создать определенный запас медновских песцов в неволе. Эту функцию могли бы взять на себя зоопарки, которые в настоящее время ориентируются как раз на содержание чистых подвидов и видов животных, находящихся в естественных условиях в угрожаемом состоянии. В случае гибели медновской популяции такой резерв

позволит восстановить медновских песцов.

Во-вторых, можно лечить медновских песцов в естественных условиях. Специфика островной популяции и особенности жизни песцов делают такую работу вполне реальной.

Работу в этих двух направлениях нужно проводить параллельно, однако отлов песцов для содержания в неволе необходим в первую очередь. Для эффективного лечения песцов совершенно необходимы детальные медико-биологические исследования этого заболевания. На о-ве Беринга, где в настоящее время ведется песцовый промысел, среди песцов также отмечены случаи чешотки. Это дает основание предполагать, что песцы о-ва Беринга могут оказаться в таком же состоянии, как песцы о-ва Медного. Причем профилактические и лечебные мероприятия на о-ве Беринга проводить будет труднее, из-за значительно больших размеров острова, поэтому обследование должно охватить и популяцию беринговских песцов.

Военное разрушение биосферы

Н. Н. Смирнов



Николай Николаевич Смирнов, доктор биологических наук, зоолог, гидробиолог, старший научный сотрудник Института эволюционной морфологии и экологии животных АН СССР, член Научного совета по проблемам биосферы АН СССР и Советского Комитета по программе «Человек и биосфера». Статья написана в результате работы в Стокгольмском международном институте мира (SIPRI), где он сотрудничал в 1977—1978 гг.

Из всех видов воздействия человека на окружающую среду войны всегда были самым мощным разрушительным фактором. В самой полной мере это относится к современным военным средствам. Если в прошлом войны обладали сильным концентрированным, но локальным эффектом, то глобальная ракетно-ядерная катастрофа угрожает существованию не только человека, но и всей биосферы в целом. «Народы должны знать правду о том, к каким губительным для человечества последствиям привела бы ядерная война»¹, сказал на XXVI съезде Генеральный секретарь ЦК КПСС Л. И. Брежнев, призвав ученых всего мира наглядно показать человечеству все аспекты гонки современных видов вооружения и результаты их применения.

Если мы обратимся к историческим фактам, то увидим, что войны были постоянным спутником человека. С 1496 г. до н. э. по 1861 г. люди воевали. 3130 лет и только 227 лет жили в мире. В период 1900—1938 гг. произошло 24 войны, а в 1946—1979 гг. — 130 войн. Во время наполеоновских войн погибло 3,7 млн. человек, в первой мировой войне — 10 млн,

во второй (включая гражданское население) — 55 млн, а за все войны XX в. — 100 млн. Во время первой мировой в армиях состояло 73,5 млн человек, второй мировой войны — 110 млн. В настоящее время в армиях мира числится 26 млн человек², а в военном производстве занято около 100 млн человек. Надо сказать, что со временем увеличивалось не только количество войн, но и размер территории, на которой они разворачивались. В Европе первая мировая война разразилась на площади 200 тыс. км², вторая — охватила около 3,3 млн км². Япония во второй мировой войне оккупировала 7 млн км² с населением 500 млн человек. Колониальные вооруженные захваты прошлого занимали целые материи. В период 1870—1900 гг. Великобритания захватила 12,2 млн км² с населением 88 млн человек. Современная война может охватить площадь многих государств целиком.

Помимо зон непосредственных разрушений обширные площади бывают заняты военными укреплениями, что сопровождается большими разрушениями биосферных ценозов. Так, под Курском в 1943 г. в полосе Центрального фронта было открыто свыше 5 тыс. км траншей и ходов сооб-

¹ Материалы XXVI съезда КПСС, М., Политиздат, 1981, с. 30.

² Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI). Statement on world armaments and disarmament. Stockholm, 1978, p. 46.

щения, глубина обороны составляла около 300 км, было размещено 400 тыс. мин и фугасов³.

Огромное количество войн, а значит и факторов разрушительного действия, дают нам массу примеров негативного воздействия на биосферу в целом и на ее отдельные компоненты.

Военное уничтожение леса представляет собой разрушение одного из главных компонентов и регуляторов биосферы. Так, во время Великой Отечественной войны в СССР было вырублено или повреждено 20 млн га леса. В 1914 г. в Белоруссии леса занимали 28% территории, а в результате двух мировых войн и гражданской войны площадь их к 1945 г. снизилась до 21,5%. В заповеднике Беловежская пуща в течение первой мировой войны площадь леса уменьшилась на 25%. Во время войны во Вьетнаме в период 1961—1973 гг. США применили гербициды и уничтожили 568 тыс. га леса, сильно повредили 5,6 млн га леса, уничтожили 363,8 тыс. га посевов сельскохозяйственных культур.

Растительность погибает не только в результате военных действий, но и при хищнической эксплуатации растительных ресурсов захваченных стран. Во время войн голодающее население вынуждено собирать дикорастущие съедобные и лекарственные растения, уничтожать диких животных⁴. Война активно влияет и на ход исторического преобразования биоценозов. С древних времен войны сопровождались преобразованием местной флоры за счет разноса семян с фуражом и на транспортных средствах, за счет уничтожения или переноса культурных видов.

При поражении растительности разрушается основная биопродукционная система биосферы и среда обитания животных. Если считать, что вероятное ядерное оружие имеет мощность в пределах 1—10 Мт и при потенциальном ядерном конфликте могут оказаться взорванными сотни таких устройств, то окажутся уничтоженными растения и животные на площади в миллионы квадратных километров. В результате массы людей на длительное время окажутся без источников пищи.

Войны приводят к уничтожению агроценозов, коренной перестройке растениеводства и животноводства. Имеется тя-

желый опыт Великой Отечественной войны, в течение которой был нанесен большой ущерб растениеводству. На оккупированной в войну территории СССР в мирное время производили 39% зерна от общего производства страны и 84% сахара⁵. Оккупация немедленно вызвала падение производства зерна, в результате чего произошло перераспределение посевных площадей за счет их увеличения в восточных районах.

Перемещение центров культивирования растений, в свою очередь, вызывает новую фитопатологическую ситуацию. Так, во время Великой Отечественной войны сахарную свеклу начали возделывать на больших площадях в азиатских республиках, и в этих необычных условиях растения интенсивно поражались мучнистой росой⁶.

На территории СССР за 4 года войны было уничтожено 505 тыс. га садов, 153 тыс. га виноградников. За тот же период было похищено или истреблено (в млн. голов): рогатого скота — 17, лошадей — 7, свиней — 20, овец и коз — 27. В Южном Вьетнаме, в провинции Нгиабинь, в 1960 г. было 3 млн кокосовых пальм, после применения гербицидов и взрывчатых веществ их осталось 0,5 млн.

Военные действия нарушают также естественное строение поверхностного слоя почвы. Масштабы такого преобразования могут быть очень велики. За счет постройки военных сооружений в течение двух мировых войн перемещено несколько кубических километров грунта. За время второй мировой войны взрывами было поднято 350 млн м³ грунта, а во Вьетнаме, Кампучии и Лаосе — 2947 млн м³. Оборонительные сооружения, воронки от бомб и снарядов остаются на длительное время. В результате ухудшаются продуктивные качества почв, выносятся на поверхность непродуктивные слои, усиливается эрозия почв.

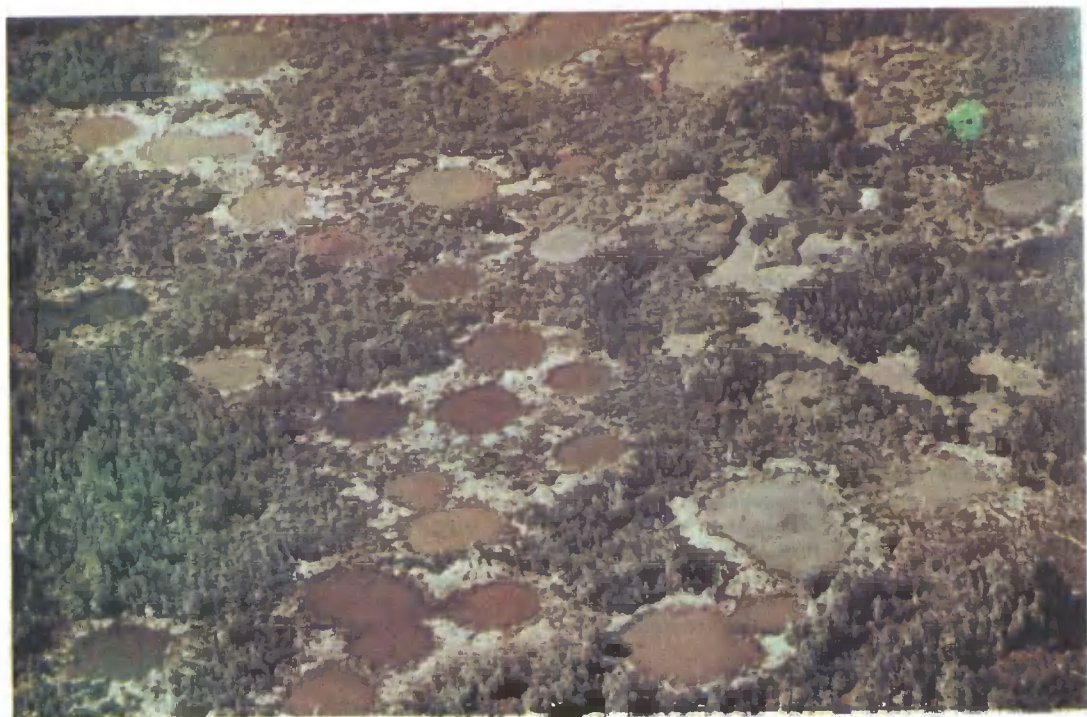
В грунте остается множество неразорвавшихся снарядов, бомб и мин, что приводит к гибели людей и животных и на долгое время делает опасной работу в таких зонах. В СССР после Великой Отечественной войны обезврежено более 1 млн неразорвавшихся снарядов, 222 тыс. неразорвавшихся бомб, 300 тыс. мин.

³ История Великой Отечественной войны. Т. 3. М.: Военное изд-во, 1963, с. 659.

⁴ Формозов А. Н. — Зоол. журнал, 1942, т. XXI, в. 1—2, с. 3.

⁵ Вознесенский Н. А. Военная экономика СССР в период Отечественной войны. М.: Военное изд-во, 1948, с. 192.

⁶ Горленко М. В. Миграция фитопатогенных организмов. М.: Изд-во МГУ, 1975, с. 108.



Низменный участок лесной зоны с большим количеством кратеров, образовавшихся в результате взрывов в провинции Бьен-Хоа (Южный Вьетнам, август 1971). Такие кратеры не зарастают обычно в течение десятилетий.

Экологический эффект применения гербицидов в Южном Вьетнаме (провинция Лонг-Хань, август 1971). Одноразовая обработка гербицидами поражает около 10% деревьев и кустарников, а четырехразовая — 85—100%.

Фото с разрешения А. Вестинга
(США)

Во Вьетнаме после войны оставалось не менее 2 млн неразорвавшихся снарядов и 400 тыс. бомб.

Океан представляет собой один из главных регуляторов биосферы, источник биологических ресурсов, но временами обращается в театр военных действий. Как известно, биопродукционной системе океана уже нанесен ущерб, граничащий с критическим, за счет многообразной гражданской деятельности, испытаний ядерного оружия, выбрасывания военных материалов. Улов морских рыб и других животных составляет 65 млн т в год (1978), намного превосходя, например, мировое годовое производство говядины. На морях плавает 1134 крупных военных корабля (на 1975 г.), включая 260 на ядерном топливе, 1330 мелких военных кораблей, 259 подводных лодок на ядерном топливе, 23 100 крупных торговых кораблей и 42 800 мелких. Как показал опыт мировых войн, значительная часть торговых кораблей в военное время переоборудуется в военные или вспомогательные корабли.

В течение второй мировой войны было потоплено (без СССР) 4720 транспортных судов, 1162 подводных лодки. В этот период из затопленных танкеров разлилось в море 5,5 млн т нефти⁷. Во время второй мировой войны значительная часть глубинных бомб была сброшена на китов, которых принимали за подводные лодки. Надо иметь в виду, что типичная глубинная бомба убивает всех животных в радиусе 300 м.

Итак, война практически нарушает все биоценозы, наносит большой ущерб растительному и животному миру. Военное уничтожение растений и животных, многие из которых живут на ограничен-

ных участках, приводит к утрате генофонда. Так, в 1948 г. в Латвийской ССР число косуль с 34 тыс. снизилось до 8,5 тыс. Войны нарушают систему мер в области охраны природы и ограничения развития вредных организмов. Разрушаются заповедники или прекращается их деятельность. Например, в период Великой Отечественной войны прервалась деятельность Лапландского заповедника, был опустошен заповедник «Аскания-Нова», в частности убиты все 50 зубров. В заповеднике «Беловежская Пуща» число зубров менялось следующим образом: 1914 г. — 727, 1915 г. — 624, 1919 г. — 0, 1941 г. — 19, 1945 г. — 17. В Березинском заповеднике в течение первой мировой войны число лосей упало вчетверо. Сообщалось о проведении танковых маневров в заповедниках ФРГ.

Военные действия разрушают внутренние водоемы, изменяют водный режим местности, создают новые водоемы. Во время Великой Отечественной войны в окопах, воронках, подвалах разрушенных зданий возникло множество небольших водоемов, вследствие чего участились случаи малярии⁸. В Южном Вьетнаме осталось около 10 млн воронок от бомб и снарядов, большинство из них заполнились грунтовыми водами⁹.

В период Великой Отечественной войны на Украине было разрушено 60% площади рыбозводных прудов.

Военное разрушение биоценозов, перемещение людей, нарушение дезинсекционной и дератизационной (борьба с грызунами) деятельности приводят к эпидемиям. Так, в русской армии в период 1914—1917 гг. тифом заболели 21 093 человека. В 1918—1922 гг. тиф распространился и поразил до 25 млн человек, причем смертность составила около 10%. Приостановка дератизационных мероприятий в начале Великой Отечественной войны сопровождалась массовым размножением грызунов и временной вспышкой туляремии у людей.

Помимо огромного негативного опыта всех прошедших войн, необходимо помнить о большом отрицательном воздействии на биосферу гонки вооружений. Сегодня ядерное оружие испытывают практически во всем мире, в том числе

⁷ SIPRI. Warfare in a fragile world. L., 1980, p. 249.

⁸ Опыт советской медицины в Великой Отечественной войне. М., 1955, т. 31, 32.

⁹ SIPRI. Ecological consequences of the Second Indochina War. Stockholm, 1976.

в пустынях и на ряде островов, экосистемы которых крайне уязвимы для постоянных воздействий. С 1945 по 1978 г. произведено 1165 ядерных взрывов. Загрязнения переносятся на большие расстояния и со значительной скоростью. Например, после ядерных взрывов в Китае 16 октября 1980 г. радиоактивное облако, перенесенное воздушными течениями, достигло Северной Америки уже 20 октября.

Срок межконтинентальных переносов радиоактивных загрязнений морскими течениями не превышает трех месяцев. Загрязнения моря от испытаний ядерного оружия и промышленности распространяются на межконтинентальные расстояния и на глубину нескольких километров. Морские организмы накапливают радиоактивные загрязнения и способствуют их дальнейшему переносу.

В результате военного производства в мирное время в сточные воды выбрасывается целый ряд вредных веществ, таких как тринитротолуол, нитроглицерин, нитроцеллюлоза, нитрогуанидин, тетрил, циклометилентетранитрамин, которые требуют специальной очистки.

При испытаниях ядерного оружия значительно поражается растительность и животный мир. Создание в США системы мобильных межконтинентальных баллистических ракет МХ, снабженных ядерными боеголовками, угрожает существованию около 100 видов растений, 37 видам и подвидам рыб, птицам и другим животным на большой площади аридной зоны. Эта система из 200 ракет должна располагаться в 4600 шахтах на юго-востоке штата Невада и западе штата Юта. Вместе с дорогами она занимает территорию площадью до 896 км²¹⁰, охватывающую 5 заповедников, 100 территорий, природная среда которых находится в критическом состоянии, 140 изучаемых территорий в чувствительной пустынной экосистеме.

Таким образом, зоны размещения военных частей и оружия в мирное время нарушают экосистемы на значительных площадях.

Разрушительная мощь оружия и запасы вооружений стремительно возрастают. США применили во второй мировой войне (в тротиловом эквиваленте) 7,7 млн т взрывчатых материалов, в течение войны

в Корее 2,6 млн т, в войне во Вьетнаме (в период 1965—1973 гг.) 14,3 млн т. В 1976 г. на душу населения Земли приходилось 15 т ядерного взрывчатого материала (в тротиловом эквиваленте)¹¹. Помимо риска ядерного конфликта, в среднем каждые три месяца происходит одна катастрофа с ядерным оружием¹².

Синтезированы и накоплены боевые отравляющие вещества, крайне губительные для всего живого. Их опасность осложняется малой известностью их воздействия на диких животных и растения. Так, в ходе войны во Вьетнаме США использовали в качестве экологического оружия смеси гербицидов 2,4,5-Т, 2,4-Д, пиклорама (4-амино-3,5,6-трихлоропиколиновой кислоты), какодилата натрия, какодиловой кислоты, а также диоксан (в виде примеси). В 1961—1971 гг. было применено 72 354 м³ гербицидов на площади 1709 тыс. га. Такое воздействие уничтожило большие площади леса и связанную с ним фауну. Гербициды оказались также токсичны и тератогенны (т. е. были причиной возникновения уродств) и для человека и для животных, включая птиц и рыб. Известно, что многие пестициды канцерогенны и мутагенны. Определенные гербициды представляют опасность для отдельных культурных растений, так 2,4-Д поражает хлопчатник.

Как показали пятилетние исследования, экспериментальная обработка местности препаратом 2,4-Д в концентрации на порядок ниже, чем примененная во Вьетнаме, оказывала отрицательное воздействие почти на всех водных беспозвоночных животных — на ветвистоусых, жаброногих, веслоногих раков, коловраток¹³.

Наиболее сильные боевые отравляющие вещества типа VX быстро угнетают ацетилхолинэстеразу — фермент, ответственный за передачу нервных импульсов. Военное применение таких веществ приводит к немедленной гибели всех животных. При испытаниях обнаружилось, что растения, поглощая такие соединения, не погибают немедленно, но становятся ядовитыми для животных, например овец. Общее загрязнение среды привело к

¹¹ SIPRI. Armaments and disarmaments in the nuclear age. Stockholm, 1976, p. 308.

¹² SIPRI. Yearbook 1977. L., 1977, p. 421.

¹³ Филимонова З. И. К вопросу о влиянии 2,4-Д на полезную гидрофауну. — В сб.: Воздействие 2,4-Д на биогеоценозы лиственных сосновых молодняков. Петрозаводск, 1976, с. 160—170.

¹⁰ Howard A. O. — Garden, 1980, v. 4, No 4, p. 2.

изменениям канцерогенного и тератогенного характера, которые широко представлены в разнообразных группах растений и животных во всех жизненных средах¹⁴.

Ядерные взрывы приводят к мутациям и уродствам. После ядерного взрыва в районе о-вов Туамоту на расстоянии 120 км от эпицентра все потомство ракообразного плеурограмма стало уродливым, на расстоянии 370 км таких особей выжило 50%, а на расстоянии 2 тыс. км. — 20% от общей численности¹⁵.

Накопление боевых отравляющих веществ с чрезвычайно высокой биоцидной активностью влечет риск биологической катастрофы не только при их потенциальном применении, но и при испытаниях или утечках при хранении. Утечки отравляющих веществ происходят даже в специально оборудованных хранилищах. В 12 арсеналах США с 1967 по апрель 1980 г. произошло более тысячи утечек отравляющих веществ. Природная среда загрязняется также за счет утечек ядерных отходов. В Ханфорде (США) в течение 1958—1973 гг. произошло 16 утечек¹⁶. Однако главная опасность состоит в том, что ядерное заражение влечет за собой ряд неблагоприятных мутаций.

Современное хозяйство сопровождается накоплением запасов химических веществ, топлива, источников энергии, созданием водохранилищ. Их поражение обычными видами оружия может вызывать обширные пожары, распространение опасных веществ и т. п. и сопровождаться колоссальным разрушением природы, что рассматривается как вторичное экологическое оружие.

Вооруженные конфликты препятствуют международной борьбе с видами, массовое размножение которых наносит ущерб сельскому хозяйству, с патогенными организмами, их переносчиками. Сомалийско-эфиопский конфликт в районе пустыни Огаден воспрепятствовал международным мерам против саранчи, скопившейся здесь в 1978 г. в исключительно большом количестве. В 1980 г. громадный очаг размножения саранчи возник в ок-

рестностях озера Чад, но бороться было невозможно из-за военного конфликта в этой зоне.

Разрушительный потенциал различных видов оружия массового уничтожения указывает на необходимость мирного пути развития как единственно разумного. Стоимость решения глобальных медицинских и продовольственных проблем в сотни раз меньше военных расходов. Осуществление мирного пути развития освободит средства, достаточные для надежного сохранения природной среды и средств существования людей. Академия наук СССР в разнообразных формах принимает участие в обсуждении проблем защиты мира. Выявление риска разрушения биосферы при различных видах военного воздействия должно составить предмет дальнейших научных исследований и международного сотрудничества биологов. Состоявшееся в марте этого года годовичное собрание Академии наук СССР полностью одобрило предложение Л. И. Брежнева о создании международного комитета, который показал бы жизненную необходимость предотвращения ядерной катастрофы.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Бернал Д. Д. МИР БЕЗ ВОЙНЫ. М.: Инстр. лит., 1960.

ИСТОРИЯ ЭПИДЕМИЙ В РОССИИ. М.: Медгиз, 1960.

Лаговский А. СТРАТЕГИЯ И ЭКОНОМИКА, М.: Военное изд-во, 1961.

Федоров Е. К. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КРИЗИС И СОЦИАЛЬНЫЙ ПРОГРЕСС. Л.: Гидрометеоздат, 1977.

Мильков Ф. Н. РУКОТВОРНЫЕ ЛАНДШАФТЫ. М.: Мысль, 1978.

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ. М.: Наука, 1979.

Поппай Г. ВТОРИЧНОЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОРУЖИЕ. — Мир науки, 1979, т. XXIII, № 4.

СОСТОЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, 1980. (избранные темы), Ежегодн. докл. ЮНЕП, М., ВИНТИ, 1980.

¹⁴ Меморандум Советского Союза. За мир и разоружение, за гарантии международной безопасности. Правда, 1980, 26 сент.

¹⁵ Перцов Л. А. Биологические аспекты радиоактивного загрязнения моря. М.: Атомиздат, 1978.

¹⁶ Scoville H. Nuclear explosives: potential for ecological catastrophe. — In: Air, water, earth, fire, 1974, p. 27.

Модель климата и глобальная экология

В. В. Александров, Н. Н. Моисеев



Владимир Валентинович Александров, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник Вычислительного центра АН СССР. Основные работы в области механики жидкости и газа, физики плазмы, моделирования климата.



Никита Николаевич Моисеев, член-корреспондент Академии наук СССР, заместитель директора Вычислительного центра АН СССР. Основные научные интересы связаны с использованием электронных вычислительных машин в проблемах проектирования и в научных исследованиях. Автор ряда книг и монографий, в том числе: Асимптотические методы нелинейной механики. М.: Наука, 1968; Математика ставит эксперимент. М.: Наука, 1978; Математические методы системного анализа. М.: Наука, 1981. Лауреат Государственной премии и премии Совета Министров СССР.

Проблема глубокого изучения процессов, определяющих свойства окружающей среды и изменяющих ее, окажется, по-видимому, главной задачей человечества в самом ближайшем будущем. Несмотря на колоссальный рост научно-технического потенциала, человеческое общество, как это ни парадоксально, все сильнее зависит от качества окружающей его среды. Созданные людьми социальные структуры и их экономика были всегда чувствительны даже к весьма слабым изменениям свойств среды обитания. Вряд ли имеет смысл обсуждать широко известные факты, показывающие, что обеспечение современных стандартов жизни людей возможно лишь в очень узком диапазоне изменения параметров окружающей среды: темпе-

ратуры, осадков, силы ветра, колебаний давления, влажности и т. п. Научно-технический прогресс и связанный с ним рост населения Земли сделали эту зависимость во многих отношениях драматической.

НЕМНОГО ИСТОРИИ

Особенности экологической ситуации, в которую постепенно втягивается человечество, начали привлекать внимание широкой научной общественности в конце 60-х годов. В популяризации этих проблем большую роль сыграл так называемый Римский клуб — группа бизнесменов, юристов, ученых, объединенных общим интересом к перспективам развития и следствиям научно-технической револю-

ции, проблемам, порождаемым неконтролируемым ростом населения и непрерывным уменьшением естественных ресурсов планеты.

Одной из важнейших акций Римского клуба была разработка общего подхода к комплексному решению этой группы проблем, т. е., по существу, разработка программы исследований глобального экологического процесса. В значительной мере эта программа была и реализована в работах Римского клуба. Начало этим исследованиям было положено известной работой профессора Дж. Форрестера «Мировая динамика». Затем последовала целая серия публикаций. Наибольшую известность среди них получила работа, выполненная группой специалистов под руководством Д. Мидоуза. Выпущенная огромными тиражами на многих языках под общим названием «Пределы роста», она превратила проблему глобальной экологии в одну из самых популярных научных проблем².

За работой Мидоуза последовало более детальное исследование, которым руководили М. Мессарович и Э. Пестель, и ряд других работ.

Наиболее важной среди работ, выполненных под эгидой Римского клуба, была, безусловно, в подлинном смысле слова пионерская работа Форрестера. Он развил метод формализованного описания сложных процессов, который получил название метода системной динамики. Этот метод оказал сильное влияние на большинство последующих исследований. Пользуясь им, Форрестер впервые дал количественные оценки возможных значений основных характеристик мирового экологического процесса. Эти оценки, несмотря на их условность, продемонстрировали принципиальную возможность перевода дискуссий о будущем промышленного развития из сферы общих соображений в русло научного анализа.

Работа Форрестера содержала выводы, имеющие принципиальный характер. Он впервые показал, что неконтролируемое развитие энергетики, промышленности, рост народонаселения и сохранение современных тенденций расточительного использования природных ресурсов неизбежно

нарушит необходимое для существования цивилизации равновесие процессов, определяющих взаимодействие человека с окружающей средой.

Последующие исследования, проведенные на Западе, в Японии, Аргентине и других странах, опирались, по существу, на методы Форрестера. Они не содержали никаких новых концепций и в основном были посвящены уточнению и детализации его подхода.

Значение работ Римского клуба, с нашей точки зрения, состоит в том, что они поставили проблему и акцентировали на ней внимание широкого круга исследователей.

В последние годы стало понятно, что возможности использованных Форрестером схем были довольно ограничены и что сейчас они в значительной степени исчерпаны. Сегодня мы находимся в начале нового этапа, требующего систематических исследований фундаментального характера.

В начале 70-х годов в Советском Союзе (в Вычислительном центре АН СССР, в Институте медико-биологических проблем, Институте радиотехники и электроники АН СССР, Московском государственном университете им. М. В. Ломоносова) также были начаты исследования глобального экологического процесса. Однако характер этих исследований и их цели были совершенно иными.

БИОСФЕРНЫЙ ПОДХОД

Центр тяжести исследований «форрестеровского типа» лежал в сфере экономики. Используя простейшие соотношения между производством и потреблением, связывая их (в большой степени произвольно) с демографическим процессом и учитывая современные тенденции развития этих процессов, авторам удалось получить весьма наглядные прогнозы хода мирового экономического процесса.

Мы считали, что подобный подход недостаточен.

Задача исследования глобального экологического процесса гораздо сложнее. Она состоит не только в том, чтобы построить прогноз на основе анализа демографической ситуации и современных тенденций развития экономики. Нам представляется, что отправной позицией должно быть осознание необходимости глубокого изучения взаимосвязи человеческой цивилизации с динамическими процессами, происходящими в окружающей среде.

¹ Форрестер Дж. Мировая динамика. М.: Наука, 1978.

² Meadows D. H., Meadows D. L., Randers J., Behrens W. W. III. The Limits to Growth. A Report for the Club of the Rome's Project on Predicament of Mankind. N.-Y., 1972.

Поэтому нужно прежде всего исследовать общие законы развития биосферы, одним из компонентов которой является человечество. Мы должны научиться определять допустимые нагрузки на биосферу, не выводящие ее из условий того квазистатического состояния, в котором она находится в настоящее время.

Употребляя термин «биосфера», мы имеем в виду ту тонкую оболочку океана, атмосферы, суши, в которой существует жизнь.

Сейчас общепризнано, что человеческая деятельность приводит к глобальному изменению среды, в которой мы живем. К сожалению, эти изменения обычно имеют негативный характер и в ряде случаев необратимы. Этой теме сейчас посвящаются многочисленные публикации, носящие, как правило, публицистический или общеметодический характер. В последнее время появляются статьи, в которых обсуждаются программы научных исследований. Их серьезное обсуждение тем более необходимо, что сейчас происходит формирование, по существу, нового направления, которое условно можно было бы назвать динамикой ноосферы.

Создание программы исследований, которая была бы способна объединить усилия специалистов разных направлений, — это не только первый этап работы, но и самостоятельная научная проблема. Мы отдавали себе отчет в том, что начинали научный поиск, о серьезных результатах которого можно будет говорить лишь через несколько десятилетий. Поэтому созданию фундамента таких исследований мы придавали особое значение.

Центральным пунктом этой программы мы считали создание математического аппарата, с помощью которого можно будет объединить в общую схему различные исследования основных характеристик глобального экологического процесса и оценить влияние человеческой активности на свойства окружающей среды. Антропогенная нагрузка на биосферу с течением времени будет только усиливаться, и поэтому роль аппарата для анализа и прогноза последствий увеличивающихся антропогенных воздействий колоссально возрастет. Можно надеяться, что подобный аппарат сделается однажды инструментом анализа различных альтернатив развития человечества.

Нам казалось, что этот предварительный этап, который мы называем выработкой программы, должен потребовать значи-

тельного времени, может быть, порядка десяти лет. Однако уже сегодня можно подвести некоторые итоги и говорить о завершении ряда предварительных исследований как в области методологии, так и в разработке основ инструментария, который сам является предпосылкой для широкого развития дальнейшей работы.

Аппарат, о котором идет речь, основывается на системе моделей, отражающих (описывающих) основные особенности динамических процессов атмосферы.

Сейчас очевидно, что для наиболее полного описания окружающей среды пригодна только численная модель, точнее, система, состоящая из нескольких больших численных моделей.

Мы расскажем о подходе к построению таких моделей, который развивается в Вычислительном центре Академии наук СССР.

Система численных моделей, тот подход, который сейчас предложен в ВЦ АН СССР, имеет своей целью описание антропогенных изменений основных характеристик глобальных процессов, протекающих в биосфере. С этой точки зрения, для решения основных задач глобальной экологии биосфера может быть описана при помощи трех взаимодействующих между собой моделей: круговорота веществ в природе, человеческой активности и климата.

Заметим здесь, что наиболее уязвимый компонент окружающей среды — это, скорее всего, именно климат. Для такого утверждения имеется немало аргументов. Прежде всего даже «незначительные» вариации средних температур в пределах $2-3^\circ$ в любую сторону уже приведут к таким изменениям условий существования, к которым человечеству будет очень трудно приспособиться. Не менее опасны и локальные изменения гидрологического цикла атмосферы, которые могут, например, расширить аридные засушливые зоны. Простые оценки показывают, что антропогенные воздействия уже в ближайшее столетие могут оказаться способными вывести климатические характеристики из допустимого диапазона их изменений. Увеличение только в 100 раз количества энергии, вырабатываемой сейчас за счет сгорания углеводородов и ядерных процессов, может привести к такому изменению климатических характеристик, что качественно перестроится вся структура биосферы. (При современных темпах развития энергетики такая ситуация возможна примерно через сто лет.)

Таким образом, научный подход к исследованию динамики биосферы требует действительно совместного изучения всех ее основных составляющих.

В 1975 г. в ВЦ АН СССР были начаты систематические исследования круговорота веществ в природе, в 1978 г. была завершена работа над первой (учебной) версией соответствующей модели. Эта, в основе своей экологическая, модель описывает процессы, происходящие в биоте³, и круговороты углекислого газа, азота и воды в биологических сообществах.

Точность этой модели в целом пока еще невелика. При этом процессы, происходящие на суше, мы умеем описывать весьма хорошо. В результате, на материках сетка, в узлах которой ищется решение конечноразностных уравнений модели, может быть выбрана достаточно мелкой. Лимитирующим фактором здесь является не структура модели, а затраты машинного времени, объем доступной нам информации и памяти ЭВМ. Описание же водных экосистем гораздо сложнее, поэтому в первой версии модели весь океан рассматривается как один-единственный биоценоз⁴.

Исходные данные для нашей биогеоценотической модели были выбраны в результате анализа литературных источников. Их подбор оказался возможным только при широком участии, отечественных организаций и ЮНЕСКО. Работа над моделью биоты привела к завершению важного этапа исследований, который позволяет, с одной стороны, понять некоторые особенности процесса глобальной циркуляции вещества, а с другой (и это более важно) — выработать представление о характере предстоящих долговре-

менных исследований, касающихся процессов циркуляции материи и энергии. Говоря другими словами, мы убедились в принципиальной возможности использования с этой целью современных ЭВМ. Завершенная работа определила и наши собственные позиции в той программе, которая, возможно, будет однажды принята.

Сегодня модель биоты представляет собой систему действующих программ, записанных на языке программирования APL. Ее можно тиражировать и использовать для учебных целей.

Сейчас идет работа над совершенствованием экологической модели: уточняется описание динамики существующих в природе популяций и азотного цикла, и, что самое важное, повышается ее разрешающая способность. Параллельно разрабатываются программы, позволяющие использовать эту модель в режиме диалога человека с машиной.

Работа по созданию модели человеческой активности оказалась наиболее трудной с принципиальной точки зрения. Взаимодействие человека и окружающей среды определяется, прежде всего, производственной деятельностью. Поэтому естественно принять, что в основе человеческой активности должно лежать описание экономических и демографических процессов.

Традиционная экономическая наука оперирует с балансовыми соотношениями, которые связывают объемы затрат на производственные процессы с объемами выпускаемой продукции. Но для описания воздействия человека на окружающую среду нужно описывать следствия его деятельности. Нужно знать, как в результате промышленной деятельности и сельскохозяйственного производства меняется структура потока углекислого газа и аэрозолей в атмосферу, как меняется альbedo отдельных регионов, структура теплового загрязнения и т. д. Вопросы такого рода являются новыми для экономической науки; описание и информация о подобных взаимодействиях в экономической литературе отсутствует.

Существует еще одна группа факторов, без учета которых построение глобальной экологической науки вряд ли возможно.

В работах Римского клуба экономика описывалась простейшими соотношениями, которые учитывали изменение капитала и масштабов и характера производства. В результате такого подхода авторы находили «траектории» развития, характеризую-

³ Напомним, что биота — это исторически сложившаяся совокупность растений и животных, объединенных общей областью распространения. В процессах глобальной циркуляции вещества живые организмы играют, как известно, немаловажную роль.

⁴ См. цикл статей по системному анализу процессов в биосфере: Моисеев Н. Н. Системный анализ динамических процессов биосферы. Системный анализ и математические модели. — Вестник АН СССР, 1979, № 1, с. 97; Моисеев Н. Н., Свиричев Ю. М. Системный анализ динамических процессов биосферы. Концептуальная модель биосферы. — Вестник АН СССР, 1979, № 2, с. 47; Моисеев Н. Н., Крапивин В. Ф., Свиричев Ю. М., Тарко А. М. На пути к построению модели динамических процессов в биосфере. — Вестник АН СССР, 1979, № 10, с. 88; Свиричев Ю. М., Тарко А. М. Моделирование глобального биогеохимического цикла углерода. — Вестник АН СССР, 1979, № 12, с. 95.

мые резким изменением соответствующих параметров и большими амплитудами их колебаний. Подобный результат является следствием того, что авторы не учитывали внутренних механизмов, наделяющих любую экономическую систему определенной инерционностью. Кроме того, большие амплитуды колебаний «траектории» общественного развития говорят о том, что возможно возникновение экстремальных состояний общества в окрестностях границы его гомеостаза. Но в этих условиях балансовых соотношений заведомо недостаточно и не в них дело: поведение человеческого общества должно, вероятно, в подобных ситуациях коренным образом измениться.

Таким образом, создание рациональной системы эколого-экономической модели требует глубокого изучения структуры основных общественных механизмов. И это тоже новое направление исследований, лежащих на стыке общественных и естественных наук.

БАЗИСНАЯ МОДЕЛЬ КЛИМАТА

Модель климата должна описывать реальный физико-химический режим биосферы. К ней предъявляются весьма высокие требования. Качество именно этой модели решает успех моделирования биосферы в целом.

По определению А. С. Мониной и Ю. А. Шишкова, «климат — это статистический ансамбль состояний, который проходит система океан — суша — атмосфера за периоды времени в несколько десятилетий»⁵. В этом определении отражена роль трех компонентов, которые вносят основной вклад в состояние окружающей среды: инерционного океана, легкой неустойчивой атмосферы и наиболее подверженной человеческому влиянию суши.

В отличие от биологического блока и блока модели человеческой активности, где работу мы начинали практически с нуля, моделирование климата в течение довольно продолжительного времени было объектом усилий ряда исследователей. Поэтому мы сочли целесообразным не создавать новые модели, а использовать одну из существующих в качестве базисной модели. Проблема выбора оказалась не такой простой.

Мы нуждаемся в модели климата приемлемой вычислительной сложности,

на основании которой можно было бы делать заключения о влиянии климата на хозяйственную деятельность людей и выбирать такую стратегию поведения, которая в наибольшей степени отвечала бы возникающим климатическим условиям. Для этого по меньшей мере необходимо иметь сезонные значения средней температуры, фотоактивной радиации и осадков. Информация, характеризующая отклонение этих величин от их средних: соответствующие значения аномалий, дисперсий и т. п., — также является существенной.

Требования к модели климата включают в себя уровень разрешения. Необходимость анализа региональных ситуаций и прогнозирование оценок продуктивности естественных и искусственных ценозов вынуждает принять в качестве максимально допустимой пространственной решетки сетку с ячейками порядка 5-10°. В этом случае можно достаточно хорошо выделить основные сельскохозяйственные и промышленные регионы.

Модель должна допускать реальную возможность анализа эволюции климата в течение нескольких десятилетий.

Исходя из всех этих требований и учитывая, что основой климатической модели является модель атмосферы, мы решили в качестве базисной выбрать модель глобальной циркуляции атмосферы Минца — Аракавы в реализации Гейтса⁶.

Она представляет собой гидродинамическую модель атмосферы, точнее тропосферы, заключенной между подстилающей поверхностью и тропопаузой, давление на которой принято равным 200 миллибарам. Разностные уравнения модели записаны на географической сетке с шагом 4° по широте и 5° по долготе. По вертикали тропосфера разбивается на два слоя равной массы. Подстилающая поверхность отражает реальную карту Земли, учитывающую распределение материков и океанов с морскими льдами, реальную топографию суши с распределением материковых льдов и снежного покрова, зависящего от времени года. В качестве граничных условий задается положение Солнца как функция текущего времени и температура поверхности океана.

⁵ Монин А. С., Шишков Ю. А. История климата. Л.: Гидрометеиздат, 1979.

⁶ Gates W. L., Batten E. S., Rahle A. B., Nelson A. B. A Documentation of the Mintz — Arakawa Two-level Atmospheric General Circulation model. R-877-ARPA, the Rand Corporation, 1971.

Такая модель описывает крупномасштабные движения воздушных масс, возникающие из-за неоднородного выделения энергии в приповерхностном слое атмосферы, с учетом вращения Земного шара. Источники и стоки энергии формируются в рамках этой модели за счет солнечной радиации и фазовых переходов воды, содержащейся в атмосфере и на подстилающей поверхности. При этом перенос коротковолновой солнечной радиации и длинноволновой термической радиации, испускаемой воздухом и подстилающей поверхностью, зависит от термодинамического состояния атмосферы и наличия в ней облаков. Последнее обстоятельство представляется важным достоинством модели Минца — Аракавы. В самом деле, перенос влаги, сопровождаемый испарением и конденсацией, возникновением и исчезновением облаков разного типа и мощности, играет колоссальную роль в механике и энергетике атмосферы. Достаточно сказать, что на испарение затрачивается около трети всего поглощаемого атмосферой солнечного тепла.

Количество углекислого газа и аэрозолей в атмосфере, а также альbedo подстилающей поверхности и тепловое загрязнение в модели глобальной циркуляции предполагаются заданными величинами. Они являются «входами» в модель климата, которые должны быть выработаны в других блоках глобальной модели.

Климатическая модель должна включать описание океана. Модели глобальной циркуляции океана представляются слишком сложными для моделирования климата, а малопараметрические модели океана, напротив, дают слишком общую информацию, недостаточную даже для постановки краевых условий в модели циркуляции атмосферы и для работы всей экологической модели. Приемлемая для нас модель океана должна продуцировать географическое распределение параметров его поверхностного слоя и поток углекислого газа через поверхность воды.

Для описания взаимодействия атмосферы и атмосферы мы выбрали модель Е. П. Борисенкова⁷, дополненную простой моделью верхнего слоя океана. Модель Е. П. Борисенкова хорошо описывает глобальное энергетическое взаимодействие атмосферы и океана, а модель верхнего слоя позво-

ляет получить нужную информацию для «входа» в модель циркуляции атмосферы.

Модель океана должна содержать динамическое описание морского льда. Эта задача имеет сейчас несколько формализаций, приемлемых для глобального экологического моделирования.

Любой эксперимент с подобной моделью климата сводится к решению задачи Коши: по заданному начальному состоянию атмосферы и океана и заданным внешним условиям находится решение системы уравнений гидротермодинамики как функции времени и координат. Понятно, что начальное состояние нельзя выбирать произвольно. Оно должно быть согласовано с законами сохранения массы, импульса и энергии.

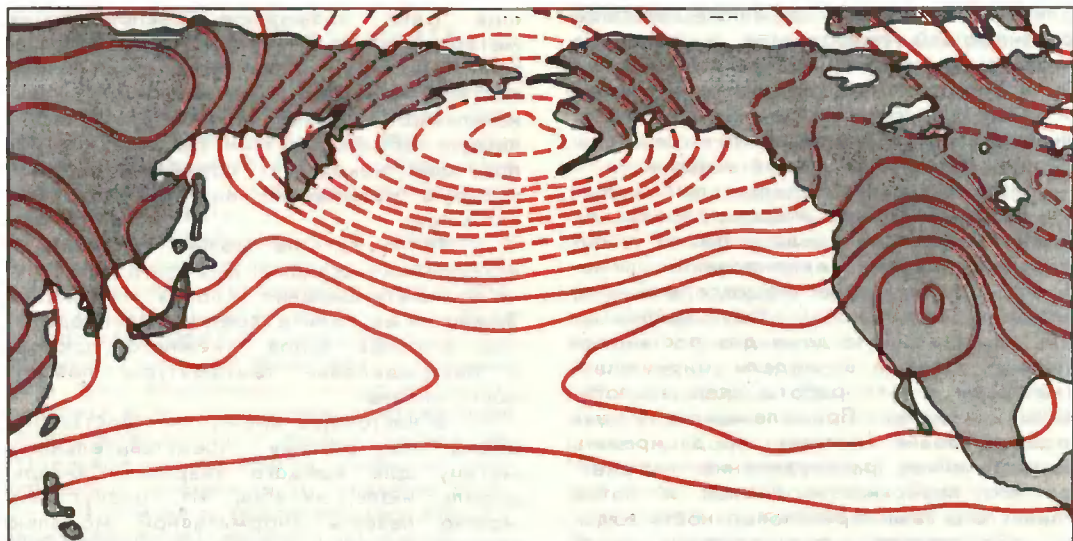
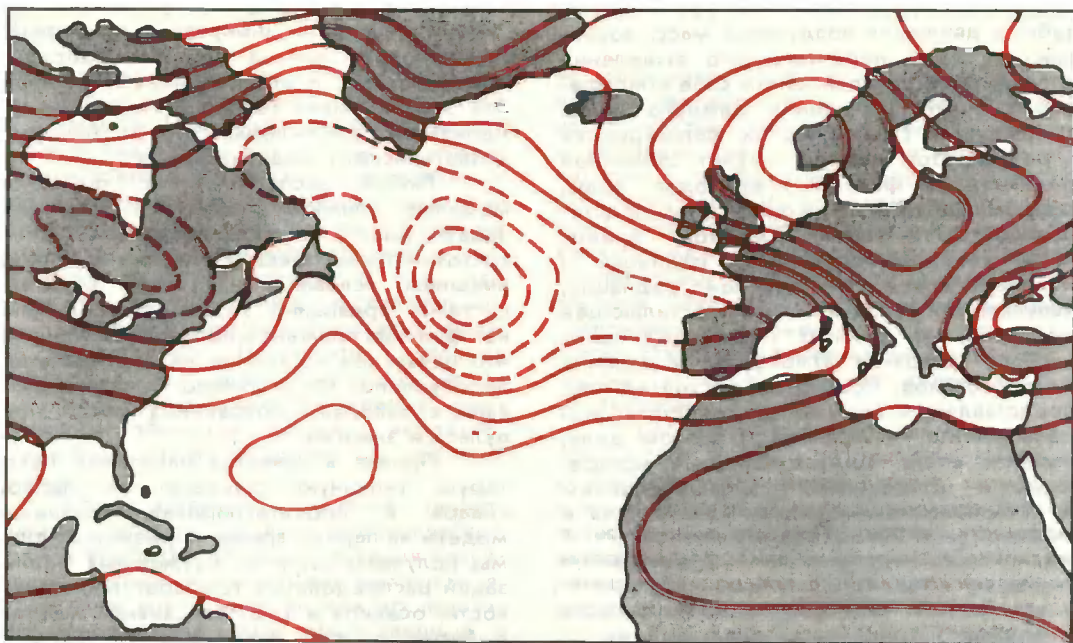
Приняв в качестве начальной некоторую типичную ситуацию на первое января и проинтегрировав уравнения модели на период времени, равный 31 дню, мы получаем одну из возможных реализаций распределения температуры, облачности, осадков и т. д. для января месяца. Выбирая другую начальную ситуацию и повторяя интегрирование, мы получаем еще одно возможное распределение метеозлементов в январе. Набирая достаточно большое количество реализаций, соответствующих разумному ансамблю начальных состояний, и проведя статистическую обработку этих реализаций, мы получаем некоторую среднюю картину, которую естественно назвать январским климатом.

Точно так же можно поступить с остальными месяцами. Для этого достаточно изменить внешние условия: положение Земли на ее орбите, среднее распределение морских льдов, снежного покрова и распределение температуры поверхности океана.

В настоящее время нам достаточно иметь по одному представительному месяцу для каждого квартала: январь, апрель, июль, октябрь. Их совокупность можно назвать «нормативной моделью климата»⁸.

⁷ Борисенков Е. П. — Известия АН СССР, сер. Физика атмосферы и океана, 1976, т. 12, № 1, с. 48.

⁸ Модель реализована лишь для января месяца. Эта реализация в рамках так называемого перманентного января была проведена В. В. Александровым и В. Я. Сергиным на ЭВМ «Крей-1» в Национальном центре атмосферных исследований США в г. Боулдере, штат Колорадо. В настоящее время модель перепрограммирована на ЭВМ «Сайбер-172» и расчеты продолжаются в Ленинградском ВЦ АН СССР и Гидрометцентре СССР, которые располагают этими машинами.



Изолнии атмосферного давления, приведенного к уровню моря, в районе Северной Атлантики. Сплошные линии соответствуют давлению в 1000 миллибар и выше. Расстояние между изолниями — 5 миллибар. Пунктирные линии соответствуют давлению в 995 миллибар и ниже. В центре Северной Атлантики видно циклоническое образование, которое передвигается на восток. Одна из январских ситуаций.

То же для северной части Тихого океана. Обращает на себя внимание хорошо выраженный Алеутский минимум.

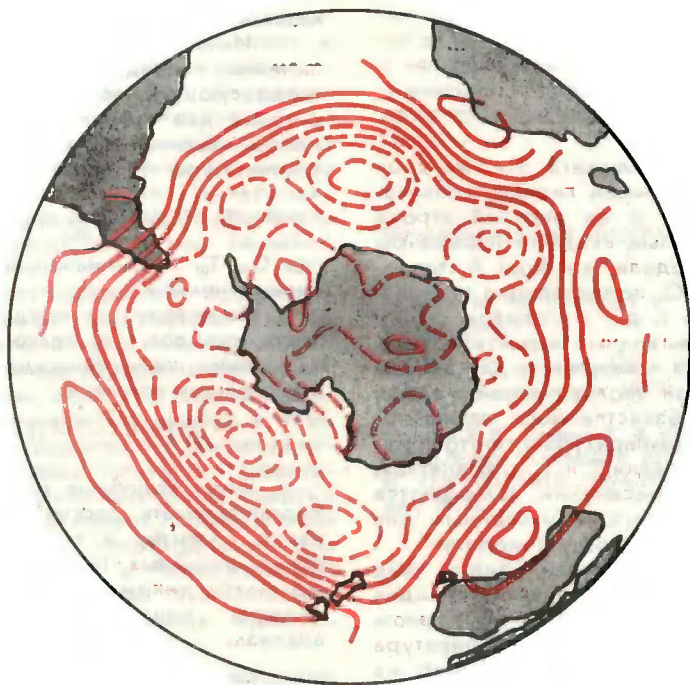
Возник трудный вопрос о том, насколько адекватно описывает эта модель реальные природные процессы. Прямой путь к ответу лежит через статистическую обработку гидрометеорологической информации. Подобная работа должна быть однажды проделана. Это трудная и кропотливая работа, которая требует много времени и сил. Однако оценить качество модели, т. е. соответствие ее выводов

реальным наблюдениям, можно и с помощью приближенных тестов. Для января, например, характерны такие явления, как, во-первых, западный перенос — движение воздуха в Северной Атлантике и Европе, которое осуществляется при помощи нерегулярной серии циклонов, перемещающихся с запада на восток; во-вторых, алеутский минимум — обширная область низкого давления в северной части Тихого океана; в-третьих, сибирский антициклон, который устанавливается в январе в Центральной Сибири; в-четвертых, круговое

хорошо отражает состояние климата, невозмущенного человеческой деятельностью.

МОДЕЛЬ ЛИНЕЙНЫХ ТРЕНДОВ

Но построенная модель — это еще далеко не то, что нужно для изучения эволюции экологической ситуации. Нам нужен климатический блок большой биосферной модели, который позволил бы рассчитать те изменения средних климатических характеристик, которые возни-



То же для Антарктической области. Хорошо виден «хоровод» циклонов, двигающихся вокруг Антарктиды. Все рисунки получены на графическом дисплее.

движение циклонов вокруг Антарктиды и некоторые другие. Модель среднего климата должна воспроизводить эти явления — вот необходимое условие ее применимости.

Оказалось, что модель с большой точностью воспроизводит те картины, которые привыкли наблюдать синоптики. Более детальный анализ показывает, что с точки зрения описания глобальных экологических процессов эта модель

кают вследствие антропогенных факторов. А в нашем распоряжении есть лишь некоторый номинальный вариант, отвечающий сегодняшнему уровню антропогенной нагрузки на биосферу.

Следующий шаг не тривиален, и он требует специального обсуждения.

Все блоки модели биосферы связаны входными и выходными параметрами. Это означает, что модель биосферы представляет собой единую систему, размерность которой столь велика, что возможность прямого просчета модели исключается не только на существующих электронных вычислительных машинах, но и на машинах гипотетической мощности. Провести «сквозной» анализ модели не реально не только сегодня, но и в буду-

щем. Поэтому необходимо разработать метод анализа отдельных блоков модели, который мог бы одновременно служить и для организации диалога человека с машиной.

Для этой цели нами предложен подход, позволяющий представлять информацию в форме таблиц (матриц), связывающих переменные выхода с переменными входа.

	A	Q	[CO ₂]	. . .
T	$\partial T/\partial A$	$\partial T/\partial Q$	$\partial T/\partial$	[CO ₂] . . .
S	$\partial S/\partial A$	$\partial S/\partial Q$	$\partial S/\partial$	[CO ₂] . . .
P	$\partial P/\partial A$	$\partial P/\partial Q$	$\partial P/\partial$	[CO ₂] . . .
. . .	. . .	. . .	. . .	. . .

Для модели климата эту матрицу можно назвать матрицей линейных климатических трендов⁹. В ее верхней строке обозначены основные входные параметры климатической модели (альbedo A, тепловое загрязнение Q, концентрация углекислого газа [CO₂] и т. д.), а в первом столбце — основные выходные характеристики, которые являются входными для других блоков глобальной экологической модели (биоты, сельскохозяйственного производства и др.). Это температура T, фотоактивная радиация S, осадки P и т. п. В клетках, находящихся на пересечении, помещаются значения производных, вычисленных для базового состояния исходной модели.

Однако приведенный здесь вид матрицы линейных климатических трендов сильно упрощен. На самом деле в первом столбце стоит не средняя температура или фотоактивная радиация, а набор их значений, определяющий как географические, так и сезонные особенности распределения данной величины. Таким образом, определение антропогенных трендов климата заключается в вычислении основных метеорологических величин, изменяющихся под влиянием вариаций базисного набора параметров, определяющих земной климат. В свою очередь, эти вариации обусловлены промышленной и другой деятельностью людей в наши дни или в ближайшем будущем.

Такая таблица линейных трендов представляет собой параметризацию климатических изменений и отвечает требованиям, о которых говорилось выше.

В самом деле, предположим, что исследователь предлагает определенный сценарий развития производственной деятельности. В результате расчетов мы определяем количество энергии, которая будет произведена в рамках сценария, выбросы углекислого газа в атмосферу, изменение альbedo из-за изменения структуры растительности и т. д. Эти расчеты мы проведем для какого-то определенного года, который интересует исследователя и который, естественно, не очень отдален от настоящего момента (только подобные условия и могут гарантировать правдоподобность оценок).

Имея в своем распоряжении таблицу линейных трендов, мы легко вычисляем интересующие нас климатические характеристики для любого квадрата географической сетки. Например, для значения температуры T* на год t* будем иметь:

$$T^* = T_0 + (Q - Q_0) \frac{\partial T}{\partial Q} + (A - A_0) \frac{\partial T}{\partial A} + \dots$$

где Q₀, T₀, A₀... — начальные значения величины номинала.

Поскольку мы предполагаем линейность трендов, то легко рассчитывается изменение климатических параметров и как функция времени:

$$T(t) = T_0 \frac{T^* - T_0}{t^* - t_0} (t - t_0).$$

Имея подобные оценки, мы можем корректировать рассчитанные ранее сценарии развития и т. д. Таким образом, схема линейных трендов открывает возможности декомпозиции модели и организации рациональных процедур ее анализа.

ПЕРСПЕКТИВЫ И ТРУДНОСТИ

Методика «таблиц линейных трендов» определяет нашу программу работ на ближайшее будущее. Но на пути к реализации этой программы возникают две фундаментальные проблемы. Первая связана с огромным количеством вычислений, необходимых для «проигрывания» какого-либо конкретного сценария, а вторая, на самом деле порожденная первой, — с колоссальным объемом получаемой при моделировании информации.

Одна из принципиальных особенностей описанных выше гидродинамических моделей климата заключается в очень больших затратах машинного времени на решение одной задачи (т. е. на просчет одного варианта). Нам же необходима модель, которую можно использовать

⁹ От англ. trend — направление, тенденция.

в режиме диалога человека с машиной для выбора рациональных стратегий, т. е. модель, предусматривающая многократное повторение имитационных экспериментов. Затрата большого количества времени на одно интегрирование создает принципиальное препятствие для эксплуатации климатической модели. Мы остро нуждаемся в алгоритме, который позволил бы рассчитывать уравнения модели в сто раз быстрее, чем любой из алгоритмов, имеющихся на сегодняшний день.

Эксплуатация моделей общей циркуляции атмосферы и океана приводит к накоплению обширных числовых массивов. Работа глобальной модели биосферы будет сопряжена с порождением еще большего количества информации, анализ которой представляет заключительную часть задачи моделирования. Подчеркнем, что этот заключительный этап так же важен, как и все предыдущие этапы решения задачи.

Объем получаемой при моделировании информации столь велик, что ее невозможно использовать в неорганизованной форме. Моделирование не может считаться полным, если отсутствует представление полученных результатов в виде зональных и географических распределений основных метеорологических характеристик, потоков различных форм энергии и т. д., если отсутствует спектральный анализ результатов, необходимых для работы экологической и экономической моделей. Для этих целей нужно иметь обширный набор специальных «диагностических» программ.

Таким образом, успешное развитие дисциплины, которую мы условно называем динамикой биосферы, помимо чисто содержательного анализа требует весьма высокого «системного» уровня машинной реализации. Несмотря на то, что работа по построению системы моделей, описывающей биосферные процессы глобального характера, ведется несколько лет, она находится на самом начальном этапе. Как мы уже об этом говорили, она требует огромных многолетних усилий. Более того, мы считаем, что она со временем неизбежно перерастет в некоторую специальную международную службу с непрерывно обновляющимися информационными банками и системами моделей. С ее помощью смогут изучаться разнообразные сценарии развития, которые разрабатываются исследователями разных стран и специальностей.

Любое обсуждение работы на раннем

этапе ее развития всегда полезно, и обращаясь к читателям с этой статьей, мы ставили своей задачей проинформировать широкий круг специалистов самых разных направлений о сегодняшнем состоянии проблемы.

Наша статья преследует еще одну цель. Задача, которую мы перед собой поставили, чересчур сложная для какого-нибудь одного коллектива, и мы были бы очень рады возникновению научной кооперации. Формальные каналы в таких работах поискового характера обычно бывают не очень эффективны. Журнал «Природа», с нашей точки зрения, как раз и может оказаться тем коллективным организатором, которого нам так недостает.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Будыко М. И. КЛИМАТ И ЖИЗНЬ. Л.: Гидрометеиздат, 1971.

Монин А. С., Шишков Ю. А. ИСТОРИЯ КЛИМАТА. Л.: Гидрометеиздат, 1979.

Сергин В. Я., Сергин С. Я. СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ БОЛЬШИХ КОЛЕБАНИЙ КЛИМАТА И ОЛЕДЕНЕНИЯ ЗЕМЛИ. Л.: Гидрометеиздат, 1978.

Ламарк, Вернадский и биосферология

Г. В. Гегамян

Лаборатория биологии растений и лесной экологии
Университета «Париж-7» (Франция)

Наряду со многими фундаментальными понятиями в естествознании от XIX в. мы унаследовали и понятие о биосфере, которое непосредственно связано с развитием точного описательного естествознания, особенно с работами ботаников и химиков XVIII в. по газовому обмену и минеральному питанию растений.

Начиная с середины XVIII в. натуралисты стали все больше обращать внимание на окружающую среду, все чаще подчеркивать, что нельзя изучать организм вне той среды, в которой он живет. Это ярко чувствовал, например, Ж. Бюффон (1707—1788), а его младший современник Ф. Вик д'Азир (1748—1794) указывал на необходимость изучения организма вместе со средой. Более того, он видел, что среда жизни имеет свои особенности, т. е. по сути, представлял себе то, что сегодня мы называем биосферой. Иначе говоря, конец XVIII в. уже в определенном смысле подготовил почву для появления биосферной концепции. Нужно было ждать решающего шага, и он был сделан Ж. Б. Ламарком в его работе «Гидрогеология», опубликованной в 1802 г.¹

Появление «Гидрогеологии» можно связать, с одной стороны, с путешествиями Ламарка в Германию, Венгрию в центральную Францию, где он изучал геологические особенности земной коры, и, с другой стороны, с его исследованиями в парижском бассейне ископаемых остатков морских организмов.

Какова цель Ламарка в «Гидрогеологии»? На этот вопрос лучше всех, пожалуй, отвечает он сам: «Цель моей работы — представить некоторые соображения, которые я считаю новыми и первостепенной важности, ускользнувшими от внимания физиков, и которые, мне представляется,

должны служить базой для построения основополагающей теории Земли»².

Ламарк прекрасно понимал, что его идеи могут «служить базой для основополагающей теории», но именно за эту самоуверенность современники и не любили его. Окружающие, начиная от коллег и кончая императором Наполеоном, зачастую принимали Ламарка или за самодовольного хвастуна, или, в лучшем случае, за некомпетентного утолиста.

Со дня своего появления и до сих пор «Гидрогеология» считалась геологическим произведением. Мы здесь не будем касаться этого аспекта книги, так как, во-первых, не в этом задача настоящей статьи и, во-вторых, с такой точки зрения книга прекрасно разобрана многими авторами (А. Жейки, М. Ландрио, Э. Перрие, А. Каррози и др.). Здесь нас особенно интересует IV глава книги, в которой Ламарк отвечает на последний из 4 вопросов, поставленных им в начале книги.

Вопрос этот гласит: «Каково влияние живых тел на вещества, находящиеся на поверхности земного шара и составляющие его кору, и каковы общие результаты этого влияния?»³

А вот и ответ на него: из главы видно, что влияние живых тел на эти вещества огромно, так как они — бесконечно разнообразны и многочисленны. Их поколения беспрерывно следуют одно за другим, покрывая своими останками, которые постоянно накапливаются и обновляются, все части земной поверхности, где они обитают⁴.

Книга прошла почти незаметно (за исключением немецкого перевода в 1805 г.) и надолго была забыта. Лишь спустя сто-

² Ibid., p. 4.

³ Ibid., p. 5.

⁴ Ibid., p. 167.

¹ Lamarck J. Hydrogeologie. P., 1802.

летие появились работы, посвященные геологическим взглядам Ламарка. А. Жейки⁵, например, подробно и блестяще изложил суть геологических идей Ламарка, писал, что Ламарк рассматривал явления природы совершенно иначе, чем его предшественники или современники. До Ламарка при изучении геологических явлений обращали внимание лишь на неорганические стороны этих явлений, и только Ламарк рассмотрел предмет в целом с биологической точки зрения.

В России введение понятия о биосфере связано с именами двух выдающихся ученых: В. В. Докучаева и его ученика и последователя — В. И. Вернадского.

Взгляды Ламарка и его «Гидрогеология» вряд ли были известны Докучаеву. В отличие от глобального, общепланетарного анализа Ламарка (суммарное значение живых существ в преобразованиях земной коры) Докучаев исходил из более конкретных предпосылок. Объектом его исследования была не земная кора в целом, а почва, и в частности чернозем. Изучив генезис чернозема, Докучаев пришел фактически к тому же выводу, что и Ламарк. Он понял, что почвенный покров планеты является продуктом жизни.

Под непосредственным влиянием этих, в ту пору революционных, идей и начал свою научную деятельность молодой В. И. Вернадский.

Никто до Вернадского так глубоко не понимал и, тем более, не развивал то, что было названо Ламарком «силой жизни». Потому и не случайно, что сегодня авторы Международной энциклопедии науки и техники, отметив заслугу Ламарка в создании концепции биосферы, добавляют: «До начала XX в. полученные биогеохимические данные, однако, не были собраны в одно целое учение. Первое синтетическое учение было создано В. И. Вернадским (1863—1945) в СССР. Он считается настоящим основоположником этой области знания»⁶.

В 1916—1917 гг. В. И. Вернадский выдвигает понятие живого вещества, написав серию замечательных работ на эту тему, собранных и опубликованных недавно отдельной книгой⁷. Основной тезис, кото-

рого Вернадский придерживался последние 30 лет своей научной деятельности, выражен в этой книге следующими словами: «Организм является неразрывной частью земной коры, представляет собой механизм, ее изменяющий, и может быть отдален от нее только в нашей абстракции». Развитие этой идеи привело его к понятию о биосфере, как наружной оболочке Земли, в формировании которой жизнь играла и будет играть основную роль.

Термин «биосфера» был введен в науку австрийским геологом Э. Зюссом⁸. Будучи знакомым с идеями Ламарка, Зюсс тем не менее не упоминал о нем в своих работах. Если сегодня при упоминании термина «биосфера» вспоминают (не так часто!) и Ламарка, то в этом большая заслуга В. И. Вернадского. В. И. Вернадский высоко ценил «Гидрогеологию», подчеркивая, что Ламарк первым вплотную подошел к понятию биосферы. По мнению Вернадского, «понятие биосферы», т. е. «области жизни», введено было в биологию Ламарком (1744—1829) в Париже в начале XIX в.⁹

В 1922—1924 гг. Вернадский читал лекции по геохимии в Карловом университете в Праге и затем в Парижском университете. Первая часть лекций по геохимии, прочитанных там, была опубликована в 1924 г. во Франции, а в 1927 г. книга была издана в СССР под названием «Очерки геохимии».

В этих лекциях Вернадский впервые заложил основы общего учения о биосфере. Особенно ярко отражено это учение в книге «Биосфера» (1926), ставшей впоследствии настоящей базой той науки, о которой мы сегодня можем говорить как о биосферологии¹⁰.

Для развития биосферологии, как и любой другой науки, необходимо определить предмет, основные понятия и методы. Очевидно, что предметом изучения биосферологии должна быть биосфера, однако уже на этом уровне имеются серьезные разногласия¹¹. До сих пор нет оконча-

⁸ Suess E. Die Entstehung der Alpen. Wien, 1875.

⁹ Вернадский В. И. Биосфера. М.: Мысль, 1967, с. 353.

¹⁰ Гегамян Г. В. — Журн. общ. биол., 1980, т. 41, № 4.

¹¹ Вассоевич Н. Б. Различное толкование понятия биосферы. — В кн.: Исследования органического вещества современных и ископаемых осадков. М.: Наука, 1976.

⁵ Geikie A. — Rev. Sci., 1906, № 24, p. 737; № 25, p. 772.

⁶ Encyclopédie Internationale des Sciences et des Techniques. Т. 2. 1970, p. 373.

⁷ Вернадский В. И. Живое вещество. М.: Наука, 1978.

тельного, общепринятого определения биосферы. Прежде всего неясен вопрос о вертикальных размерах биосферы, который, в свою очередь, связан с другим не менее важным понятием — «живое вещество».

У Вернадского мы, к сожалению, не находим четких, однозначных ответов на эти вопросы. Во-первых, пределы биосферы у него варьируют в зависимости от того, включает он в нее или нет области «былых биосфер» (термин Вернадского), и, во-вторых, «живое вещество» у Вернадского представляется то как «охваченное жизнью вещество», то как «совокупность организмов, в данный момент в биосфере находящихся».

Поясним несколько подробнее.

После создания Вернадским общего учения о биосфере под биосферой обычно понимают область распространения жизни, или оболочку Земли, где встречается жизнь. Однако подобные определения Вернадский не раз дополняет мыслями о том, что «биосфера не есть только так называемая область жизни»¹². Он отмечает, что если мы берем биосферу лишь как область жизни, то только ради нашего удобства, для того чтобы облегчить ее изучение. На самом деле «такое ограничение предмета исследования есть искусственный прием, есть временно удобное упрощение большого природного процесса в порядке научной работы, рассеяние единого целого, исходя из заданий, с природным процессом логически не связанных. В действительности и создание озонового экрана в стратосфере и создание органических горных пород — углистых, углеводородистых или карбонатов в стратосфере и в метаморфической оболочке — не отделимо от проявлений жизни в биосфере и определяет организованность всей биосферы», и тут же он добавляет, что «рассмотрение этих процессов есть дело будущего»¹³.

Узкое понимание биосферы непосредственно связано с узким пониманием живого вещества. Вернадский неоднократно указывал, что при изучении биосферы необходимо исходить не с точки зрения биолога о живом организме, а с точки зрения геохимика о живом веществе. Главная в живом для геохимика, как считал

Вернадский, это его элементарный химический состав, вес и энергия. Общепланетарное значение жизни численно выражается именно этими параметрами.

Не было бы сегодня никаких недоразумений, если бы в своих многочисленных определениях живого вещества В. И. Вернадский был бы последовательным и не представил бы это понятие то как обширное «охваченное жизнью вещество», то как чрезвычайно узкое — «совокупность живых организмов в данный момент в биосфере находящихся».

Дело в том, что если, согласно первому определению, все, что «охватывается» жизнью, все, что биогенно, считается живым веществом, то во втором случае оно совпадает с тем, что обычно называется биомассой. Иначе говоря, при таком узком понимании живого вещества, его объем может характеризовать лишь «пленку жизни», но биосфера представляет собой кое-что более мощное, чем «пленка жизни». Она поднимается выше и опускается ниже «пленки жизни» до границы существования трансформированной жизнью солнечной энергии. Совершенно очевидно, что если мы ставим перед собой задачу выяснить механизм функционирования биосферы как открытой термодинамической системы со своими специфическими энергетическими «входами» и «выходами», с доминирующей ролью живого вещества, то никак не сможем игнорировать химическую энергию, накопленную в горючих ископаемых, в органических горных породах и в метаморфической оболочке планеты. Очевидно также, что изучение лишь тонкой «пленки жизни» ни в коем случае не даст нам энергетическую характеристику всей биосферы.

Неоценимый вклад Вернадского в том, что он не только поставил жизнь на надлежащее ей место в общей картине мироздания, но и открыл фундаментальные законы, управляющие геохимической деятельностью живых организмов в биосфере. Этим самым он оставил нам «ключ» к решению проблемы «биосфера и человек».

Эти законы В. И. Вернадский представил в виде своих геохимических принципов: во-первых, биогенная миграция атомов химических элементов в биосфере всегда стремится к максимальному своему проявлению; во-вторых, эволюция видов в ходе геологического времени, приводящая к созданию форм жизни устойчивых в биосфере, идет в направлении, увеличивающем биогенную миграцию атомов биосферы.

¹² Вернадский В. И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М.: Наука, 1965, с. 58.

¹³ Вернадский В. И. Проблемы биогеохимии. Т. I, М.—Л.: Изд-во АН СССР, 1935, с. 22.

К этим двум «принципам» он добавил и третий, который представляет собой более четкую формулировку предположения Ч. Дарвина о возможности существования густо населенной жизни в прошлых геологических эпохах Земли.

Нам представляются особенно важными для биосферологии первые два «принципа», которые, на наш взгляд, могут быть названы биосферными постулатами В. И. Вернадского. В них он фактически представил основные функциональные характеристики биосферы и живого вещества. Как справедливо он отмечал, «эти принципы тесно связаны с особым энергетическим характером проявления живого вещества в биосфере». Результатом же этого «особого характера» является то, что в отличие от других, лишенных жизни геосфер, где царит химическое равновесие и «спокойствие», жизнь ускоряет реакции в биосфере и тем самым нарушает химическую косность планеты.

Из первого биосферного постулата В. И. Вернадского вытекает, что среди других биогенных явлений в биосфере доминирует биогенная миграция атомов. Она не может быть второстепенной, ибо «стремится к максимальному своему проявлению», что и подтверждает второй постулат.

В трех строках второго постулата заключена информация огромнейшего значения. Здесь Вернадский не только подтверждает выдвинутое в первом постулате положение об исключительном значении явления биогенной миграции атомов в функционировании биосферы, но и дает совершенно новое неожиданное объяснение теории эволюции.

Согласно Вернадскому, устойчивые в биосфере формы жизни (или, что то же самое, «наилучше приспособленные» Дарвина) есть не что иное, как формы, увеличивающие (т. е. ускоряющие) биогенную миграцию атомов биосферы. По его второму постулату, в борьбе за существование выживают те виды, которые увеличивают биогенную миграцию атомов. Иначе говоря, направление эволюции — ускорение биогенной миграции, интенсификация биогенных круговоротов атомов в биосфере. Отсюда и логическое следствие: способность каждого вида живого «крутить» с той или иной скоростью атомы в системе «организм — среда» должна быть основной биосферной характеристикой данного вида, должна быть его биосферной константой. Следовательно, для учета биогеохимической работы каждого

вида и всего живого в биосфере мы должны измерить эти константы. Полученные результаты позволят нам не только понимать энергетический механизм функционирования биосферы, но и, в конечном итоге, выбирать наилучше приспособленные в биосферном аспекте виды для создания сообществ с максимальной биопродуктивностью.

В этом мы видим суть созданной гением В. И. Вернадского биосферологии.



Т. Гексли назвал Ламарка «гигантом». Этот эпитет вполне характеризует и Вернадского. При чтении трудов как Ламарка, так и Вернадского у читателя невольно возникает «сомнение»: а жили ли они действительно на Земле или наблюдали за нашей планетой откуда-то из просторов космоса...

На подобное способны лишь гиганты.

Этнические контакты и окружающая среда

Ю. М. Бородай,
кандидат философских наук
Институт философии АН СССР
Москва

В настоящее время, когда планета Земля ежегодно теряет один вид животных и на глазах у людей плодородные земли превращаются даже не в пустыни, а в бэдленды, где порча природных ландшафтов необратима, уместно поставить вопрос: чем является такое безобразие — нормальной деятельностью человека как вида *Homo sapiens* или вывихом эволюции, болезнью, которая вовсе необходима для существования человека.

По этому поводу существуют два мнения, и оба были сформулированы в Америке в XIX в. Ученые полагали, что с природой надо бороться и истреблять в ней все бесполезное людям, а индейцы сию возражали, что Великий Дух не создал ничего лишнего и каждое существо должно брать лишь то, что нужно для ежедневного пропитания¹. По сути дела, и сейчас эта альтернатива стоит перед человеком.

Но видимо, она стояла, если не всегда, то очень давно. Мамонты в степях Евразии были истреблены еще кроманьонским человеком вследствие неумеренной охоты; Вавилон — город с миллионным населением погиб, т. е. был покинут из-за непродуманной мелиорации, вызвавшей засоление почвы; домашние козы съели некогда пышную растительность Пелопоннеса, а китайцы, уничтожив полосу девственного леса вдоль Хуанхэ, впустили на свои поля пески пустыни. Эти и другие примеры жестокой расправы человека с кормящим его

ландшафтом заимствованы нами из последней книги Л. Н. Гумилева «Этногенез и биосфера Земли»², где предложена классификация контактов цивилизаций с ландшафтами и дано объяснение этого странного феномена — тяги некоторых групп людей к видовому самоубийству.

В цитируемой работе автор тщательно проследил, где и когда совершаются антиприродные акции. Оказалось, что чаще всего свирепствуют мигранты — люди, пришедшие в чужой ландшафт и не умеющие с ним обращаться. Так, римляне обесплодили свою житницу — Северную Африку путем хищнической заправки долин в горах Атласа и выпасом лошадей для ремонта кавалерии на северной окраине Сахары. Для Африки римляне были чужими, но арабы, пришедшие туда позже, развели верблюдов и на 1300 лет стабилизировали биосферу Сахеля. Лишь французы завершили дело римлян. Покорив туарегов, они пробрили скважины и создали артезианские колодцы, позволившие поить много скота, столько, что он стал вытаптывать пастбища. Французские капиталисты снабжали туарегов за верблюжью шерсть техническими игрушками, стимулируя перепроизводство, но когда в Сахаре наступила засуха, продолжавшаяся всего два года, скот на вытопанных пастбищах вымер, а затем погибло и население Сахеля, которому цивилизованный мир не помог³. Даже из одного этого примера видно, что уничтожение природы в каждом конкретном случае имеет сложный механизм, но всегда сопровождается возникновением определенного психологического настроя, поз-

воляющего людям с «легкой душой» губить окружающую среду.

Если бы люди всегда губили природу, ссылаясь на то, что они ее покоряют, то со времен палеолита они превратили бы нашу планету в пустыню, так как даже лишайники и бактерии, лишенные биосферозов, в коих они живут, не выдержали бы и погибли. А поскольку этого нет, то, очевидно наряду с «губителями» среди людей есть и «охранители», но психология их диаметрально противоположна. Разобраться в психологических комплексах людей давно умерших можно, поскольку люди любят оправдывать свои поступки и для этого создают философские системы. Тут-то и можно выявить искомую альтернативу. Путем к решению этой проблемы является концепция «хищных этносов», порождающих мироотрицающий психологический настрой и соответствующую этому настроению хищническую практику⁴. «Хищным» здесь называется негармоничное сочетание двух-трех элементарных этносов, образ, заимствованный из греческой мифологии. Там химера — животное с головой орла, телом льва и хвостом змеи, т. е. явно противостественное.

Под этносами мы понимаем замкнутые системы дискретного типа, возникающие вследствие некоей мутации, которая создает у части членов этноса повышенную активность — пассивность⁵. Пассивность — это психическая доминанта, отображающая энергетическое напряжение этноса и отдельного человека, т. е. способность его к действию⁶. Дей-

² Гумилев Л. Н. Этногенез и биосфера Земли, в 3-х т. М.: Депонировано ВИНТИ, 1979 (№ 1001-79 Деп.; № 3734-79 Деп.; № 3735-79 Деп.).
³ Курьер ЮНЕСКО, 1975, май.

⁴ Гумилев Л. Н. Этногенез и этносфера. — Природа, 1970, № 1, с. 46.
⁵ То же, № 2, с. 43.

⁶ Гумилев Л. Н. Биосфера и импульсы сознания. — Природа, 1978, № 12, с. 97.

¹ Дуглас У. О. Трехсотлетняя война. М., 1975, с. 33.

ствие же может быть направлено как на усложнение системы, к которой он принадлежит (этноценоза или биоценоза), так и на упрощение ее. Как известно, сложные системы более устойчивы и резистентны, но менее пластичны. В них-то и появляется искомое мироощущение, крайне отрицательно реагирующее на среду, которое ограничивает возможности системы.

Химерные целостности возникают так. На органичное и оригинальное (в любом случае) мироощущение аборигенов накладывается тоже органичное и оригинальное мироощущение мигрантов и возникают моменты взаимного непонимания, крайне болезненно отражающиеся на судьбах людей, попавших в столь сложную этническую коллизию. В поисках выхода вместо инстинктивных предлагаются искусственные решения, а все беды объясняются как принципиальное несовершенство мира. Так, например, гностики, развивавшие свою философию в зоне контакта греческого и иудейского миров, называли создателя вселенной демиургом (буквально — «ремесленник» с оттенком «халтурщик»), а мир считали достойным исчезновения.

Часто такие негативные концепции становятся символом веры для многих людей. Последние образуют секты с мировоззрением, перевернутым с ног на голову; они перестают считать природу своей матерью и видят в ней узилище, которое надо разбить, чтобы освободить свою «душу» (сознание). Конечная цель такой борьбы — полное уничтожение противника.

Но не следует думать, что любое совмещение разных этносов в одном ареале порождает химерную целостность. Если два этноса, например эвенки и якуты, живут рядом, но не вмешиваются в быт друг друга — это симбиоз, весьма полезная и продуктивная форма сосуществования. Иногда группа приглашенных иноземцев-специалистов селится в чужой для них стране и опять-таки живет своим бытом — это этническая ксения (так жили немцы на Кукуе в XVIII в.). Территориальная близость нико-

му не приносила вреда. Эти формы сосуществования были конструктивны, хотя и ограничивали свободу действия как мигрантов, так и аборигенов, и новых мироощущений в зоне контакта не возникало⁷.

В каких же случаях может возникнуть отрицательное мироощущение? Оно обычно появляется в результате активных межэтнических контактов в период смены фаз этногенеза — в период, когда этнос на время теряет присущие ему эластичность и сопротивляемость, т. е. когда этнос «болен». Здоровому этносу не страшны контакты с другими этническими системами. Это надо понимать в том смысле, что для подавления здорового этноса требуются очень большие затраты сил, и у пришельцев их, как правило, не хватает.

Другое дело, если чужие вторгаются в момент болезни этноса. Тогда вместе с быстрым разрушением местных этнических традиций деформируется и населяемый данным этносом ландшафт, ибо этнос составлял часть данного геобиоценоза или экосистемы. В таких ситуациях и начинает проявляться вандализм, который одинаково деформирует и тех, кого губят, и тех, кто губит. Здесь возникает массовый психологический синдром, выражающийся в потребности во что бы то ни стало «переделаты» не устраивающую их природу и культуру, причем переделка эта, как правило, выливается в разрушение.

Вкратце механизм образования этого синдрома таков. Каждый человек обладает более или менее оригинальной психической конституцией. Но в рамках одного этноса эта оригинальность обычно весьма относительна, так как ядром психической конституции каждого нормального индивида является система надындивидуальных этнических (родовых) ценностей («святынь», аксиом), ассимилированных бессознательно в младенческом возрасте и не подлежащих рефлексии. При образовании этнической химеры (смешения) этот природный фундамент психической конституции

человека размывается. Появляется масса мятущихся и усиленно рефлексирующих личностей, для которых, как говорят в просторечии, «нет ничего святого», которые склонны считать все надындивидуальные ценности и правила предрассудками. Их психика лишена естественного этнического фундамента и поэтому в пределе замкнута лишь голым «Я» — «чистой экзистенцией», т. е. пустотой, «Ничто». Эта беспочвенная психическая конституция проявляет себя стремлением к субъективно-рассудочному обоснованию всех истин, что неизбежно выливается в более или менее изощренную демагогию — «дурную бесконечность» рассудочных негативных утверждений, где полностью отсутствуют внесубъективные критерии отличия истины и лжи, добра и зла. Впрочем, на чисто субъективном уровне опустошенной химерной психики само представление об объективной истине, о какой-либо принципиальной разнице между правдой и ложью, красивым и безобразным тоже становится предрассудком. Искусство логического обоснования чего угодно становится тут принципом.

Идейное обезличивание на этническом уровне происходит в результате слияния, наложения разнохарактерных систем сознания, которые ныне принято называть «культурами». Таким образом возникают химеры, принципиально отличные от этносов, хотя внешне на них похоже.

Различие между этносом и химерой внешне неуловимо и просматривается лишь исторически. Если этнос живет, т. е. проходит все возрасты, то химера не развивается. Она либо просто существует, либо распадается. Это значит, что соотношение между этносом и химерой такое же, как между здоровой тканью и раковой опухолью.

Химерные образования порождают антисистемы, которые обычно вырабатывают и свою идеологию, интеллектуальные построения которой могут быть чрезвычайно разнообразными, утонченными и увлекательными. Но все эти различные построения роднит одно —

⁷ Гумилев Л. Н. Вестник Ленингр. ун-в. — 1971, № 12, с. 86.

жизнеотрицающий критический настрой, дух отвращения к действительности, стремление к ее рассудочному упрощению, а в пределе — и к уничтожению.

При совмещении мало-похожих этнических групп, входивших до этого в разные суперэтноты, такого рода мироощущение может развиваться чрезвычайно бурно. И ведь нельзя сказать, что к принятию негативного взгляда на мир людей побуждает ухудшение бытовых условий или экономические затруднения. Нет, их не больше, чем было до этого, а иной раз и меньше, ибо в зонах контакта обычно начинается интенсивный обмен вещей (промышленность и торговля), людей (работоторговля) и идей (торговля верой).

В работе Л. Н. Гумилева⁸ подробно изложена концепция этнических «полей» с различной частотой или ритмом. Эта концепция помогает уловить суть дела. Когда два разных этнических ритма накладываются друг на друга, то возникает либо симфония, либо своего рода какофония, например, в рамках одной семьи она реально воплощается в детях, ассимилирующих разнохарактерные, несоместимые поведенческие стереотипы и ценностные установки родителей. Этот внутренний, постоянно раздражающий диссонанс проецируется и на внешний мир. И тогда человек перестает любить окружающую его среду. Он начинает искать опоры в умозрительной логике, основанной на «Я», начинает с ее помощью оправдывать свою ненависть к миру, устроенному так неудобно.

Именно такая ситуация возникла, например, в эллинистических государствах древности во II—I вв. до н. э. До похода Александра Македонского эллины не знали иудеев, а иудеи не обращали внимания на «явана» — ионян. Зато в селевкидской Сирии и птолемеевском Египте они оказались соседями. Иудеи изучили Платона и Аристотеля, эллины — Библию в переводе на греческий язык. Оба этноса были талантливы и пассионарны, но из слияния их

мироощущений возник гностицизм — грандиозная увлекательная антисистемная идеология.

Столкновение эллинизма и иудаизма с иранством породило в III в. манихейство, могучую свирепую антисистему, подвергавшуюся гонениям везде, куда она проникала.

В Индии, куда вторглись кушаны и саки, великий философ Нагарджуна во II в. н. э. создал мироотрицающее учение о пустоте (шуньята), причем дошел в отрицании до того, что даже собственное существование объявил иллюзией.

Но самое страшное произошло в Китае, когда туда в III в. переселились хунны и сяньбийцы, вытесненные из родной степи вековой засухой, — народы, совершенно не похожие на китайцев. Философом там не возникло, потому что три века шла жуткая резня. В этой постоянной войне погибли 27 этносов, в том числе древнекитайский (ханьский). Только пассионарный толчок, вызвавший к жизни новый средневековый китайский этнос (табачакский), спас погибавшую страну⁹.

Таким же образом пассионарный толчок рубежа новой эры породил оригинальную позитивную систему — христианство, перекинувшую гностические фантазмагории в Византию, а новый толчок VI—VII вв., создал ислам — жизнеутверждающее мироощущение, подавившее существование антисистемы Ирана — зиндиков, т. е. гностиков. Однако исламский халифат быстро опять превратился в химерную целостность, так как экзогамия, осуществлявшаяся через гаремы, внедрила в новый арабо-мусульманский этнос персов, грузин, армян, сирийцев, греков, турков, берберов и т. д. И уже в IX в. на этом фоне здесь возникла антисистемная идеология — исмаилизм, сокрушенный только монголами в XIII в. Монголы были носителями пассионарности, но при столкновении с этносами иных доминант растеряли свой пассионарный заряд и в XIV в. погасли.

В Византии антисистема появилась в Малой Азии в IX в. на границе с мусульманским миром. Отсюда она перекинулась на Балканы, где болгары и славяне, воспринявшие греческую образованность, создали собственную химеру — манихейские общины. Здесь манихейская антисистема называлась богомильством и исчезла после пассионарного толчка XIV в., вытесненная османами.

Но гораздо сложнее была судьба манихеев Прованса. Они погибли в XIII в., но заразили своим мироощущением Западную Европу, где в качестве реакции на них возник жестокий социальный институт — инквизиция. Об этом стоит рассказать подробнее.

В Южной Франции, Лангедоке, где жило смешанное христианско-арабо-еврейское население, и где выходцы из иудеев составили значительную часть дворянства, центром манихейства стал город Альби, из-за чего французских манихеев стали называть альбигояцами, наряду с их греческим наименованием — катары, что значит «чистые». В Италии манихеи в целях маскировки называли себя патаренами — «ткачами», что по сей день вводит в заблуждение вульгарных социологов, стремящихся всюду увидеть классовую борьбу. На самом деле манихеи были такими же «ткачами», как и возникшие позже масоны были «каменщиками».

Общины манихеев делились на «совершенных», «верных» и «мирян». От верных требовалось слепое беспрекословное повиновение совершенным. Миряне, сочувствовавшие катарам, были свободнее в своих поступках, они переводили на родные языки книги Ветхого Завета как героические сказания, чем понежнему изменяли идеалы христианского рыцарства, а тем самым и стереотип поведения своих читателей. К 1176 г. большая часть дворянства и духовенства Лангедока стали катарами, меньшая часть дворянства и крестьяне предпочитали молчать.

Учение альбигойцев, воспринятое от приходивших с Востока манихеев, сводилось к сле-

⁸ Там же, с. 82.

⁹ Гумилев Л. Н. Хунны в Китае. М. 1974.

дующему. Зло вечно. Это материя, в том числе и оживленная духом, т. е. живая плоть. Дух мучается в тенетах материи, следовательно, его надо освободить от плоти. Зло — это вообще все видимое: храмы, иконы, живая природа и тела людей. Весь многоцветный мир достоин только ненависти.

Самым простым выходом для манихеев было бы самоубийство, но они ввели в свою доктрину учение о переселении душ. Смерть, по их мнению, ввергает самоубийцу в новое рождение со всеми вытекающими отсюда неприятностями. Чтобы спастись, надо убить в себе все желания — возненавидеть жизнь, а для этого надо всячески отравлять ее и себе, и другим, надо стараться сделать жизнь на Земле отвратительной. С этой целью послушникам наряду с самой строгой аскезой, изнурением плоти, рекомендовался и самый разнузданный разврат. Запрещались только все чистые радости плоти, примиряющие человека с жизнью: брак, основанный на доброте и доверии, любовь к Родине, к детям, к природе. А бездушный грязный разврат поощрялся. Что же касается чести, нравственности, то все это, естественно, полностью упразднилось. Лги, предавай, лжесвидетельствуй, но не выдавай тайну! — вот что вменялось в качестве принципа поведения. Во имя великой цели — достижения состояния полного отвращения к жизни — все средства считались достойными, будь то убийство, мучительство, ложь, разврат...

Беспощадная истребительная резня, спровоцированная манихеями, придала раннему средневековью ту окраску, которая просвечивает через видимую историю столкновений государств и столкновений этносов. Наличие двух несовместимых психологических структур (жизнеутверждающей и негативной) в то время было явлением глобальным. Оттого так мало памятников искусства осталось от этой эпохи.

Катары были побеждены. Но умирающая негативная идеология нашла способ перевоплотиться в другую, на этот раз монистическую концепцию. В эпоху Реформации негатив-

стами на вооружение было принято учение блаженного Августина, талантливого мыслителя V в., начавшего свою проповедь в качестве члена тайной манихейской общины, а кончившего дни епископом города Гиппона (в Африке) и по кончине признанного отцом церкви. Августин был автором одного из трех направлений схоластики — учения о предвечном предопределении некоторых богоизбранных людей к спасению, а всех остальных — к аду. Из этого учения следовало, что любые заслуги и подвиги предвечно осужденных богом грешников значения не имеют, равно как и все злодеяния предизбранных. Сам дьявол — орудие бога.

Надо отдать справедливость средневековым теологам: они этих идей Августина не приняли. Но прошли века, наступила реформация, и Жан Кальвин воскресил эти идеи. Как выражается Макс Вебер, эти идеи стали «духом капитализма»¹⁰. С другой стороны, на них же была построена и теория Второй инквизиции XVI—XVIII вв.¹¹ Примирение бога с сатаной устраивало всех злодеев Европы. Ведь учение о предопределении отнимало у своих адептов только одну свободу — свободу выбора между добром и злом, но зато дарило им право на безответственность по отношению к собственной совести. Раз конечный исход все равно

предопределен, можно было поступать как вздумается. Последовательное развитие этих идей привело к современной «философской вере» Запада — экзистенциализму.

Мы, люди XX века, знаем, что черта нет. И все же, когда окинешь взглядом историю антисистемных идеологий — становится жутко. Это концепции-вампиры, обладающие свойствами оборотней и целеустремленностью поистине дьявольской. Там, где слагается этническая химера — наложение полей разного ритма, — появляется и жизнеотрицающий напор. А так как за время существования человека на Земле все этносы давным давно вступили между собой в контакты, то казалось бы, антисистемы должны были вытеснить этносы, заменить их собой и уничтожить все живое в своих ареалах. Но этого все-таки не случилось. Значит, в мире есть какой-то могучий импульс, противодействующий распространению антисистем, очищающий от них лик Земли. Знаем ли мы импульс с такими свойствами? Л. Н. Гумилев, опираясь на учение В. И. Вернадского о биосфере, описал такой импульс. Это пассионарность, с помощью которой живая природа сообщает заново возникающим этносам оригинальный гармонический ритм — вот что губит химеры и гнездящиеся в них антисистемы. Пассионарный импульс дает как бы высокий накал, в котором химеры плавятся и превращаются в здоровые этносы, гармонически сочетающиеся с ландшафтами, как звено биогеоценозов.

¹⁰ Weber Max. The Protestant Ethic and the Spirit of Capitalism. L., 1930. С этой концепцией генезиса капитализма полемизировал В. Зомбарт, считавший носителями хищнического капиталистического духа не столько кальвинистов с их идеями богоизбранности и предопределения, но вообще всяческих мигрантов, т. е. не склонных уважать местные традиции «чужаков», например нидерландских ростовщиков, купцов и ремесленников, переселившихся в Англию и составивших там значительный слой «нового дворянства» (см.: Зомбарт В. Буржуа. Этюды по истории духовного развития современного экономического человека. М., 1925).

¹¹ Шпренгер Я., Инквизиторис Г. Молот ведьм. Пер. с лат. М., 1932.

Спектроскопические измерения газовых примесей в атмосфере

В. И. Дианов-Клоков



Владимир Иванович Дианов-Клоков, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий лабораторией атмосферной спектроскопии Института физики атмосферы АН СССР. Занимается оптическим приборостроением, молекулярной спектроскопией, исследованием загрязнений атмосферы.

В настоящее время стремительно возросли темпы роста техногенных выбросов в атмосферу. В 70-х годах выбросы окиси углерода (CO) достигли $7 \cdot 10^8$ т в год (равновесное же содержание этой токсичной примеси во всей атмосфере планеты — без учета антропогенного загрязнения — составляет $6 \cdot 10^8$ т). Если считать, что темпы роста останутся прежними, то в 2000 г. выбросы окиси углерода вдвое превысят ее сегодняшнее равновесное содержание в воздушной оболочке Земли. Кроме окиси углерода, в состав техногенных выбросов входят окислы азота, сернистые соединения, фреоны и другие газы.

Таким образом, в результате человеческой деятельности состав атмосферы всей планеты может ухудшиться. Чтобы объективно оценить глобальные процессы такого рода, можно использовать данные по загрязнению. Для этого надо проследить, как увеличивается содержание загрязняющих примесей в воздухе над наиболее чистыми местами планеты, удаленными от промышленных центров. Такое увеличение еще называют ростом фоновое содержания газовых примесей. Совершенно очевидно, что измерение фоновое содержания сегодня — одна из важных сторон широких мероприятий по сохранению окружающей среды.

Исследования в этой области условно можно разделить на две группы. Первая занимается определением зон непосредственного влияния городов и промышленных центров на загрязнение всей толщи атмосферы. Такое изучение необходимо, чтобы установить границы «чистых мест». Вторая группа, собственно, и измеряет фоновые содержания примесей над этими местами. Ясно, что в обеих ситуациях необходимо определять загрязнения воздушных бассейнов значительной протяженности.

Сейчас весьма развиты локальные методы определения загрязнений, изучающие в основном чистоту приземного слоя воздуха над отдельными районами городов, над промышленными предприятиями и т. д. Понятно, что оценить тенденции изменения состава атмосферы в глобальном масштабе с помощью таких методов не всегда возможно, поскольку результаты, хотя и точны, но подвержены влиянию различных местных источников загрязнения. Поэтому для данного случая перспективны способы, позволяющие измерять усредненные по большому пространству характеристики воздуха. Такие интегральные методы более экономны при обследовании больших районов и менее подвержены влиянию мелкомасштабных неоднородностей состава воздуха. В ка-

честве одного из способов, позволяющих определять общее содержание газовых примесей во всей толще атмосферы, можно предложить абсорбционную спектроскопию с использованием Солнца как источника излучения.

Если отвлечься от трудностей, связанных с неоднородностью атмосферы, то идея спектроскопической методики чрезвычайно проста. Излучение Солнца, проходящее сквозь толщу воздуха, попадает на спектрометр, с помощью которого регистрируется спектр поглощения. В спектре

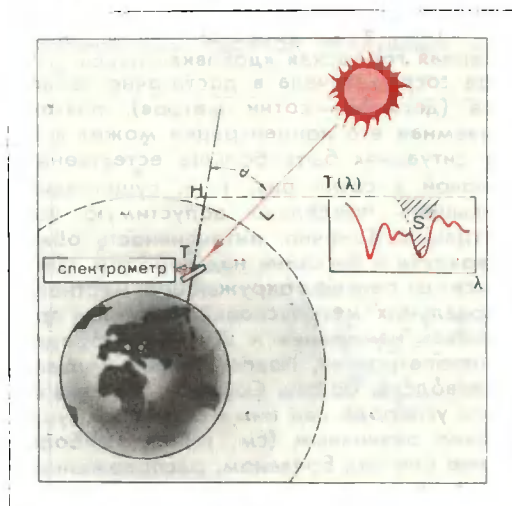


Схема спектроскопического определения интегрального содержания газовых примесей в толще атмосферы. По интенсивности аналитической линии [или полосы] исследуемой примеси [S] в спектре пропускания всей толщи воздуха $T(\lambda)$ может быть рассчитано полное ее содержание в вертикальном столбе атмосферы [λ — длина волны падающего света]. При высоте верхней границы тропосферы $H \approx 8-10$ км предельная длина луча [L] в тропосфере на востоке или западе Солнца (зенитное расстояние $H \approx 90^\circ$) достигает 200—300 км. В этом случае пространственный масштаб осреднения достаточно велик для «сглаживания» локальных неоднородностей.

выделяются линии или полосы, относящиеся к измеряемой компоненте, и по характеристикам этих полос определяется количество поглотителя в атмосфере. Если регистрировать излучение Солнца при различной его высоте над горизонтом, то в предельном случае (наблюдение с поверхности Земли заходящего или восходящего Солнца) зондирующий луч в тропосфере может достигать длины в сотни километров. Эта величина составляет примерно один процент от длины окружности

земного шара, т. е. усреднение по пространству может быть значительным.

Важно отметить, что время, затрачиваемое на единичное измерение, может быть весьма малым (несколько минут при автоматизированной обработке спектрограмм). Это позволяет получить в течение солнечного дня большое количество отсчетов и проследить, например, динамику вторжения загрязненных воздушных масс. Правда, данный метод можно применять только в дневные часы. Однако это естественное ограничение не влияет на процесс изучения примесей, поскольку их содержание медленно меняется во времени.

Практическая реализация интегральной спектроскопической методики осложняется тем, что при неоднородном распределении анализируемых примесей по высоте атмосферы связь между интенсивностью линий и полос поглощения в спектре и количеством поглощающего газа в толще воздуха не однозначна. В этой ситуации определение содержания газа по спектроскопическим данным представляет в математическом смысле так называемую некорректную обратную задачу. Для ее решения требуется априорная информация о виде высотного профиля концентрации искомой примеси. В большинстве случаев такая информация доступна и решение задачи возможно.

Кроме того, чтобы достаточно точно определить содержание газа, необходима аппаратура с довольно высоким спектральным разрешением. Такое требование объясняется тем, что в спектре поглощения атмосферы существуют многочисленные взаимно перекрывающиеся полосы различных газов. А это затрудняет выделение достаточно свободного от посторонних линий интервала.

В Институте физики атмосферы АН СССР (ИФА) создано несколько передвижных лабораторий со спектроскопической аппаратурой, удовлетворяющей требованию высокого спектрального разрешения. С помощью таких лабораторий проводились измерения в различных районах Советского Союза, Болгарии, а также на научно-исследовательских судах и в Антарктиде.

Применение спектроскопического метода (с использованием Солнца в качестве источника) дало возможность изучить географические, сезонные и годовые вариации содержания некоторых газовых примесей, а также оценить загрязненность воздушных бассейнов городов и размеры

зон их влияния на чистоту всей толщи атмосферы.

ВОЗДУШНЫЕ БАСЕЙНЫ ГОРОДОВ И ЗОНЫ ИХ ВЛИЯНИЯ

В настоящее время во всех крупных городах страны берутся пробы воздуха, чтобы измерить его загрязненность вблизи транспортных магистралей, промышленных предприятий и т. п. Эти пробы позволяют контролировать качество воздуха в приповерхностном слое, наиболее важном с точки зрения дыхания человека. Однако по таким локальным данным не всегда просто оценить общее состояние воздушного бассейна над городом в целом. Трудности возникают при оценке представительности данных, получаемых в разных пунктах.

В отличие от этого интегральная спектральная методика позволяет получить такие обобщенные оценки непосредственным путем. Она дает возможность судить о среднем по воздушному бассейну содержании загрязняющих примесей в вертикальном столбе, давая тем самым исходные данные для оценки суммарной фактической мощности их выбросов. Изучая влияние человека на атмосферу в глобальном масштабе для определения фонового содержания примесей, надо выбирать пункты, достаточно удаленные от интенсивных источников загрязнения. Количественную же оценку критериев их удаленности можно весьма эффективно найти с помощью интегральных методов при исследовании мощности и протяженности шапки антропогенных примесей над городами.

Чистота городских воздушных бассейнов. Известно, что окись углерода — одна из самых токсичных примесей, выбросы

которой связаны главным образом с неполным сгоранием топлива в двигателях внутреннего сгорания. Одним из первых применений интегральной спектроскопической методики стала организация наблюдений за содержанием окиси углерода в толще атмосферы над Москвой. Регулярные спектроскопические измерения показали, что среднее (за несколько лет) содержание окиси углерода над Москвой превышает аналогичную величину над Звенигородом (Звенигородская научная станция ИФА) на 40—50%. В дни с затрудненной вентиляцией (инверсии, безветрие) этот показатель может возрастать в 3—4 раза. Антропогенная городская «добавка» окиси углерода сосредоточена в достаточно тонком слое (десятки — сотни метров), поэтому приземная его концентрация может в таких ситуациях быть больше естественной фоновой в сотни раз, т. е. существенно превышать предельно допустимую концентрацию. Конечно, интенсивность обмена воздуха в бассейне над городом также зависит от рельефа окружающей местности и локальных метеоусловий. Поэтому проводились измерения и в других городах: Днепропетровске, Новосибирске, Ереване, Кисловодске, Софии. Среднее содержание окиси углерода над ними оказалось существенно различным (см. табл.). Наиболее велико оно над Ереваном, расположенным в котловине между горами.

Большое число спектрограмм, которое может быть получено в течение солнечного дня, позволяет проследить изменения содержания примеси во времени — определить так называемый ее дневной ход, связанный с изменениями как метеоусловий, так и режима выбросов. Например, в Москве, Ереване и других городах часто наблюдались два характерных максимума в дневном ходе, связанных с интенсифика-

Таблица

Среднее фоновое содержание окиси углерода в толще атмосферы над городами ($\bar{U}_{\text{ф}}$) и средняя величина антропогенной добавки ($\Delta \bar{U}_z$)

Город (год исследований)	$\bar{U}_{\text{ф}}$, атм. · см*	$\Delta \bar{U}_z$, атм. · см	$\Delta \bar{U}_z / \bar{U}_{\text{ф}}$, %	Примечания
Москва (1974—1979)	0,100	0,046	46	Наблюдательный пункт в центре города
Ереван (1977)	0,067	0,076	120	Экспедиционные измерения в летние месяцы
Новосибирск (1974)	0,084	0,010	12	
Кисловодск (1980)	0,067	0,019	28	
София (1977—1978)	0,094	0,015	16	Наблюдательный пункт на окраине города

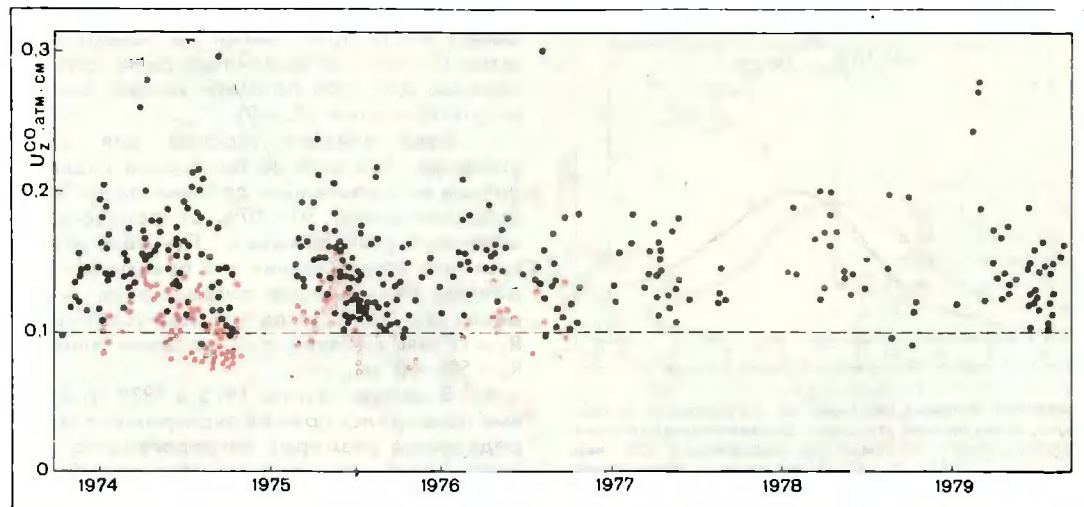
* Среднее фоновое содержание в толще атмосферы и др. аналогичные величины измеряются в атм. · см. Это означает толщину слоя газовой примеси (в см) на поверхности планеты при давлении 1 атм.

цией автомобильных перевозок в утренние и предвечерние часы.

Понятие зоны влияния. Размеры больших современных городов, являющихся, как правило, промышленными центрами, исчисляются десятками километров. Это существенно превышает не только высоту пограничного слоя атмосферы, где происходят наиболее интенсивные процессы перемешивания воздуха (0,2—1,5 км), но и высоту тропосферы (8—10 км), граница которой является своеобразным барьером, затрудняющим переход воздушных масс

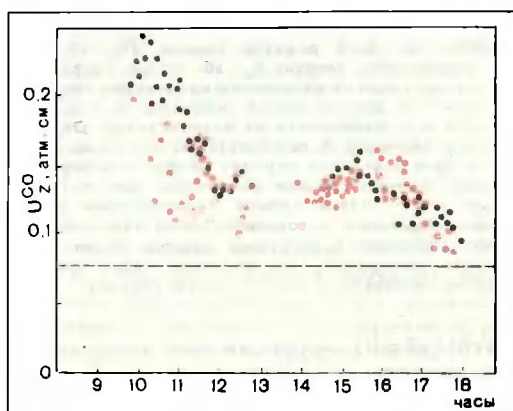
исходит уже на значительном удалении от города.

Для долгоживущих химически стабильных (консервативных) примесей основными механизмами выноса их из воздушного городского бассейна являются турбулентная диффузия и адвекция (перенос при упорядоченном движении воздушных потоков). Из условий сохранения массы вещества следует, что, независимо от распределения объемной концентрации по высоте, среднее для кольцевой зоны вокруг города содержание антропогенной при-



Среднедневные значения содержания окиси углерода U_2^{CO} над Москвой и над Звенигородской научной станцией. Превышение U_2^{CO} над Москвой, по сравнению с фоновым, вызвано антропогенными выбросами CO. Вариации этого превышения связаны главным образом с изменениями метеорологических условий, определяющих вынос примеси из воздушного бассейна над городом. Черными точками показано содержание CO над Москвой, цветными — над Звенигородской научной станцией, пунктиром — среднее фоновое содержание CO на широте Москвы. U_2 — приведенная толщина слоя чистой окиси углерода, т. е. толщина слоя [в см] на поверхности планеты при давлении 1 атм.

в более высокие слои. По этой причине антропогенные «шапки» загрязнений имеют сплюснутую форму, причем характерные масштабы в плане и по высоте сильно различаются, и относительная объемная концентрация загрязняющих примесей непосредственно над городом наиболее велика в нижних слоях. Равномерное перемешивание достигается лишь спустя некоторое время (неделя и более) и практически про-

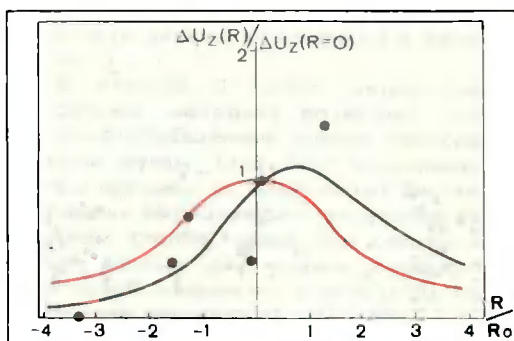


Пример дневных изменений содержания CO над Ереваном в сравнении с его средним фоновым значением, измеренным над Севаном (поправка на разность высот внесена). Существование двух максимумов в данном случае обусловлено преимущественно изменением режима выбросов CO (интенсификация работы транспорта в утренние и предвечерние часы).

Черными и цветными точками показаны результаты измерений 7 и 3 октября 1977 г. соответственно, пунктиром — среднее фоновое содержание CO над Севаном, пересчитанное к высоте Еревана.

меси в вертикальном столбе атмосферы единичного сечения $\Delta U_z(R)$ должно убывать пропорционально квадрату радиуса этой зоны R . Очевидно, что из самого определения зоны влияния за ее границей не должно обнаруживаться превышение содержания примесей над фоновым. Отсюда, принимая минимально обнаружимое превышение равным δU_z , средний радиус влияния города можно оценить как

$$\bar{R}_s \approx R_0 \sqrt{\frac{\Delta U_z(R=0)}{\delta U_z}},$$



Характер влияния Москвы на загрязнение толщи атмосферы окисью углерода. Синхронные измерения относительного превышения содержания CO над фоновым $\Delta U_z(R)/\Delta U_z(R=0)$ на разных расстояниях R от центра города $[R=0]$ и на разных высотах внутри него позволили оценить размеры антропогенной «шапки» CO над Москвой. При современной мощности выбросов она в плане простирается в среднем на 3—4 радиуса города $[R_0 \approx 17 \text{ км}]$, т. е. радиус зоны влияния $\bar{R}_s \approx 50\text{—}60 \text{ км}$. Эффективная толщина слоя загрязненного воздуха над городом («шапки») в летнее время меняется в пределах 50—250 м в зависимости от метеоусловий. Отрицательные значения R соответствуют случаям, когда ветер дует в сторону города; положительные — от города. Цветная кривая рассчитана для случаев, когда имеет место только турбулентный вынос газовых примесей, сплошная — когда турбулентный вынос дополняется ветровым сносом. Точки — результаты измерений. Под влиянием ветра «шапка» заметно смещается в подветренную сторону.

где $\Delta U_z(R=0)$ — содержание антропогенной примеси над центром тяжести источников антропогенных выбросов города («центр города», $R=0$), а R_0 — радиус города.

Отсюда ясно, что радиус зоны влияния города существенно связан с мощностью выбросов. Если города расположены достаточно близко, выбросы значительны, их зоны влияния могут сомкнуться, не оставляя пространства, где сохранились бы фоновые содержания примесей. Такая ситуация характерна для некоторых районов

центральной Европы. Для дальнейшего важно отметить и другой возможный крайний случай, когда над центром города $\Delta U_z(R=0) < \delta U_z$, т. е. выбросы невелики и радиус зоны влияния может считаться равным нулю. Тогда наблюдения за фоновым содержанием примесей в атмосфере можно вести непосредственно в городе.

Наконец, следует обратить внимание на то, что размеры зоны влияния должны оцениваться для каждой из исследуемых примесей, поскольку их концентрации могут существенно различаться. Так, например, даже в больших городах выбросы закиси азота практически не обнаруживаются. Поэтому зоны влияния даже крупных городов для этой примеси можно считать отсутствующими ($R_s \approx 0$).

Зона влияния Москвы для окиси углерода. Средняя за последние годы величина антропогенной добавки окиси углерода составляет 50—70% от фонового содержания этой примеси. Примем, что на границах зоны влияния это превышение не должно быть больше погрешностей измерения (5—10%). Тогда при радиусе Москвы $R_0 \approx 17 \text{ км}$ средний радиус зоны влияния $\bar{R}_s \approx 50\text{—}60 \text{ км}$.

В летние сезоны 1975 и 1979 гг. впервые проводился прямой эксперимент по определению размеров антропогенного «облака» окиси углерода над Москвой. Благодаря равнинному рельефу Подмосковья и приблизительно круговой розе ветров, это удалось сделать с помощью небольшого числа спектроскопических установок. Результаты синхронных измерений в городе и на различных расстояниях от него подтвердили правильность указанной выше оценки радиуса зоны влияния. По данным измерений на двух высотах вблизи центра города удалось также установить, что эффективная толщина антропогенной «шапки» окиси углерода в период измерений составляла в зависимости от метеоусловий всего 50—200 м. Рассчитанные с учетом этой величины значения концентраций окиси углерода в приповерхностном слое соответствовали измерениям, проводимым локальными химическими методами.

ФОНОВЫЕ СОДЕРЖАНИЯ ГАЗОВЫХ ПРИМЕСЕЙ В ТОЛЩЕ АТМОСФЕРЫ

Пункты наблюдения и объекты изучения. Из сказанного выше следует, что при использовании интегральной спектроскопической методики измерение фоновых содержаний в ряде случаев можно проводить даже на сравнительно небольшом

удалении от крупных городов (4—5 радиусов города). Это обстоятельство существенно снижает требования к месту расположения пунктов наблюдения, и, следовательно, упрощает изучение пространственно-временного распределения малых компонент атмосферы в глобальном масштабе.

На протяжении последних десяти лет такие исследования удалось провести во многих пунктах на территории СССР, Болгарии, а также в Антарктиде и во время рейсов научно-исследовательских судов в Атлантическом и Индийском океанах. Сле-

дует подчеркнуть особую важность проведения измерений чистоты атмосферы над Антарктидой. Это связано, во-первых, с тем, что данный континент является сейчас наименее загрязненной зоной планеты, наиболее удаленной от мощных источников антропогенных выбросов. Во-вторых, особенности циркуляции над Антарктидой таковы, что сюда стекаются воздушные массы со всего южного полушария. Таким образом, обнаружение избыточного количества загрязняющих примесей над шестым континентом служит бесспорным сви-



Места, где измерялись содержания окиси углерода (CO), метана (CH_4) и закиси азота (N_2O) во всей толще атмосферы. Измерения фонового содержания CO , CH_4 и N_2O в течение 1970—1980 гг. проводились в Северном и Южном полушариях в стационарных и передвижных наблюдательных пунктах (показано кружками) на территории СССР [пункты 1—8], Болгарии [9] и Антарктиды [10], а также в рейсах научно-исследовательских судов в Атлантическом, Индийском и Южном океанах (показано квадратиками). Чтобы проанализировать результаты исследований распределения окиси углерода, привлекались также данные интегральных спектроскопических измерений Дж. Шоу в США [1953; пункт 11] и С. Богданова в Болгарии [1978—1979 гг.; пункт 12], а также данные локальных химических измерений В. Зайлера на Гавайских о-вах [1977; пункт 13].

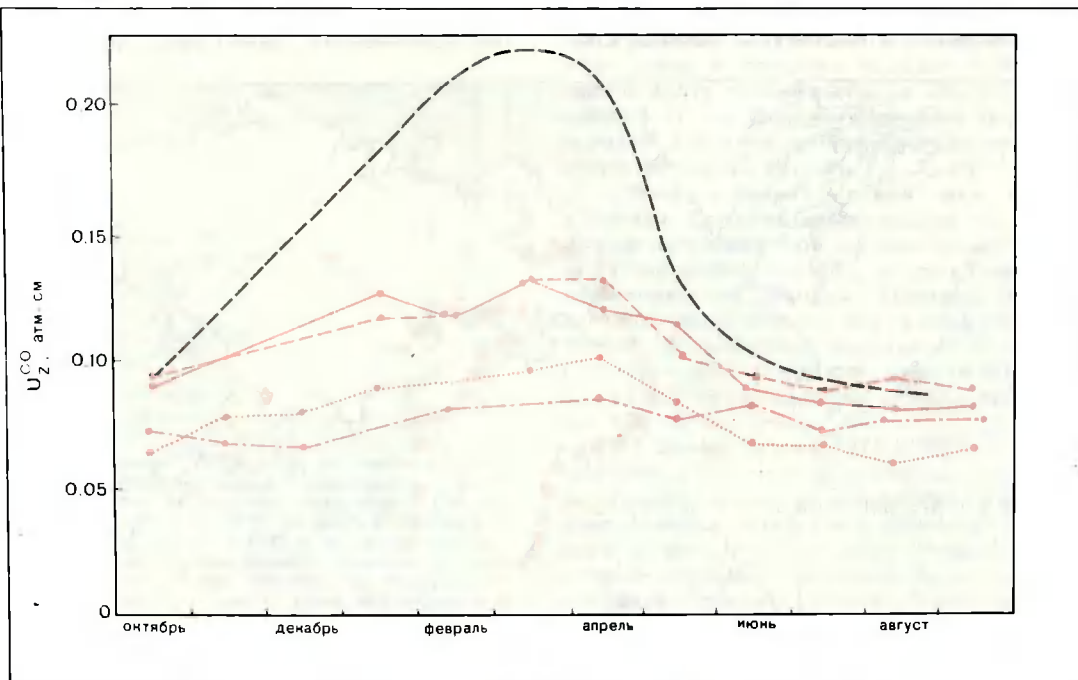
детельством загрязнения атмосферы Земли в планетарном масштабе.

В качестве объектов изучения были выбраны окись углерода (CO), занимающая одно из первых мест в перечне вредных антропогенных выбросов; метан (CH_4), поступающий в атмосферу из многочисленных естественных источников (болота, угольные и нефтяные месторождения и др.) и, в свою очередь, выделяющий окись углерода в естественном фотохимическом цикле; закись азота (N_2O), получающаяся в больших количествах при разложении азотсодержащих удобрений и образующая другие окислы азота. Заметим, что времена жизни молекул этих газов в атмосфере, хотя и сильно различаются (недели для CH_4 , месяцы для CO , годы для N_2O), но все

же остаются достаточно большими. Таким образом, можно считать вариации их фоновых содержаний в течение суток пренебрежимо малыми, а потому измерений, проводимых только днем, достаточно для исследования сезонных изменений этих содержаний.

Сезонные и географические вариации фоновое содержание примесей. Изучение распределения примесей по планете и вариаций их содержания в зависимости от

сезона года чрезвычайно важно, поскольку помогает понять механизмы фотохимических превращений веществ в воздушной оболочке Земли. Кроме того, эти данные позволяют прояснить вопрос о происхождении некоторых компонентов атмосферы, в частности оценить роль человеческой деятельности в изменении состава воздуха. Например, и по сегодняшний день остается актуальным вопрос о происхождении окиси углерода в атмосфере. В последние годы



Сезонные вариации фоновое содержание окиси углерода U^{CO}_2 в атмосфере Северного полушария. Измерения проводились с помощью интегральной спектроскопической методики в 1970—1976 гг. Институтом физики атмосферы АН СССР в Звенигороде (сплошная кривая), С. Богдановым с сотрудниками в 1977—1978 гг. в Софии (пунктирная кривая) и с помощью химического лонального метода В. Зайлером в Мауна-Лоа на Гавайских островах в 1975 г. (точечная кривая). Результаты измерений указывают на существование сезонных изменений содержания CO . В холодный период года антропогенная окись углерода накапливается в атмосфере [октябрь — март]; в теплый период (июль — сентябрь) ее содержание понижается до некоторого стационарного уровня, определяемого мощными естественными процессами регуляции. Зимне-весенний максимум содержания, слабо заметный по данным Дж. Шоу за 1953 г. (штрихпунктир), в настоящее время вырос в соответствии с увеличением мощности антропогенных выбросов CO примерно в 3,5 раза. При сохранении темпов роста выбросов в 2000 г. весеннее фоновое содержание окиси углерода в Северном полушарии возрастет примерно в 2 раза по сравнению с современным (показано черным пунктиром).

не находит сторонников крайняя точка зрения, что все количество окиси углерода в атмосфере Земли является продуктом человеческой деятельности. Тем не менее количественное соотношение между «антропогенной» и «естественной» окисью углерода в масштабе планеты остается предметом дискуссий. Применение интегральной спектроскопической методики позволило продвинуться в решении этой задачи.

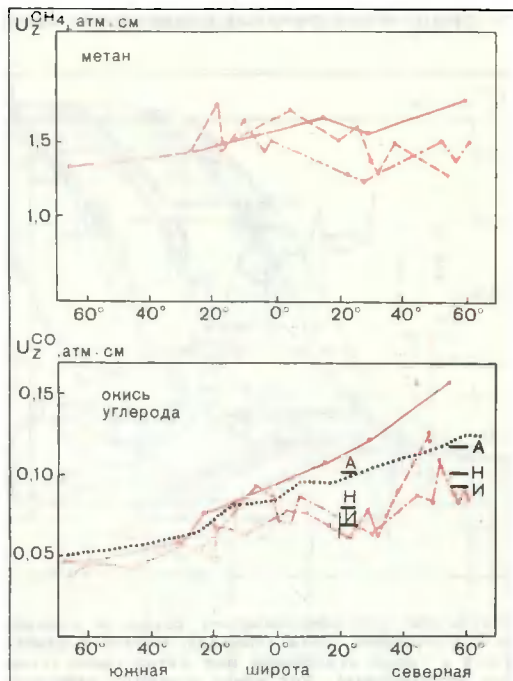
Наблюдения, проводившиеся в последние годы на территориях СССР и Болгарии, дали возможность выявить сезонные изменения фоновое содержание окиси углерода в Северном полушарии. Этот факт имеет чрезвычайно важное значение. Как оказалось, это содержание минимально в конце лета, затем нарастает в течение холодного периода года, достигая

максимума в конце весны, и затем вновь падает до минимума. При этом темп накопления окиси углерода осенью — зимой хорошо согласуется с темпом антропогенных выбросов данной примеси. Сравнение с измерениями, проведенными в 1953 г. Дж. Шоу в Америке, показало, что практически незаметные в то время сезонные вариации содержания окиси углерода усилились к настоящему времени примерно в 2—3,5 раза и соответствуют росту техногенных выбросов этого газа. Если скорость останется прежней, то к 2000 г. весенний максимум фоновое содержание окиси углерода возрастет вдвое по сравнению с современным. Как показывают фотохимические расчеты, с учетом влияния роста содержания углекислого газа это может заметно повлиять на тепловой режим атмосферы.

Весьма важно заметить, что летнее фоновое содержание окиси углерода в пределах погрешностей измерений остается неизменным с 50-х годов (начало измерений). Отсюда можно заключить, что существует мощный естественный процесс регуляции количества окиси углерода в воздухе, действующий в теплое время. В качестве еще одного свидетельства в пользу этого предположения можно привести следующий факт. Несмотря на повышение над Европейской территорией СССР летнего фоновое содержание окиси углерода в синоптически аномальном 1972 г., в последующие годы оно вновь опустилось до нормы ($\sim 0,08$ атм · см на широте Москвы). В этом процессе регуляции значительную роль может играть потребление окиси углерода почвенными бактериями, активизирующимися при повышении температуры. Кроме того, существует фотохимическое окисление окиси углерода при участии радикалов $\text{OH}^\cdot$, зависящее от количества попадающей в атмосферу солнечной энергии. К сожалению, недостаточное знание количественных характеристик этих двух процессов не позволяет в настоящее время сделать окончательные выводы.

Географическое распределение фоновое содержания окиси углерода по земному шару очень неравномерно. Как показали измерения в рейсах научно-исследовательских судов, в средних широтах Северного полушария оно примерно в три — четыре раза выше, чем в районе Антарктиды. Причины неравномерного распределения данной примеси между полушариями окончательно не выяснены. Согласно «антропогенной» точке зрения, это связано с преимущественным расположением про-

мышленных объектов (а соответственно источников выбросов окиси углерода) в Северном полушарии. Однако заметное различие и летних фоновых содержаний окиси углерода (в Южном полушарии, несмотря на малое количество данных, сезонные вариации также обнаруживаются) дает основания полагать, что естественные процессы регуляции в полушариях различаются. Отметим: если роль почвенных бактерий здесь велика, то существенным



Широтное распределение общего содержания окиси углерода U_2^{CO} и метана $U_2^{CH_4}$ в атмосфере. Сплошные кривые — результаты измерений в марте — апреле 1976 г., пунктирные — в ноябре 1977, штрихпунктирные — в мае—июне 1978 г.

По данным интегральных спектроскопических измерений с борта судов общее количество метана в толще атмосферы в пределах погрешностей остается постоянным для всего диапазона обследованных широт; содержание же CO уменьшается по мере продвижения от средних широт Северного полушария на юг к Антарктиде в 3—4 раза. Расслоение кривых для различных месяцев удовлетворительно согласуется с выявленным сезонным ходом этого содержания.

Горизонтальные отрезки — среднемесячные значения содержания CO в Звенигороде (широта $\varphi=56^\circ$), Мауна-Лоа ($\varphi=20^\circ$) в апреле (А), ноябре (Н) и июне (И). Точечная черная кривая — результаты расчета на основании данных локальных химических измерений В. Зайлера.

может оказаться различие в распределении суши между полушариями: в Северном ее существенно больше (2/3), чем в Южном (1/3).

Из сказанного выше видно: содержание окиси углерода в атмосфере определяется совместным действием антропогенного и естественных факторов. Первый весьма важен осенью — зимой, вторые доминируют летом.

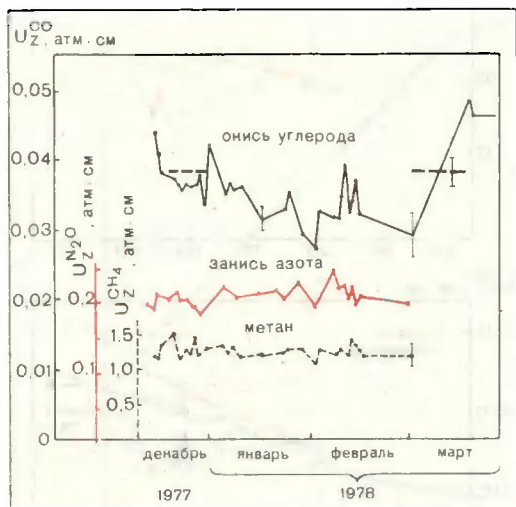
Значительно более однородными в пространстве и времени оказываются распределения фоновых содержаний мета-

земному шару скорее связано с относительно равномерным распределением источников данного газа (болота, нефтяные и угольные месторождения и т. п.). Спектроскопические интегральные измерения выявили, однако, в Северном полушарии сезонный ход содержания метана с двумя максимумами — весной и осенью — и двумя минимумами — летом и зимой. Несколькими неожиданными в этой связи явились данные впервые проведенных спектроскопических измерений в Антарктиде: здесь не обнаружено каких-либо признаков сезонных вариаций метана. Однако, чтобы сделать определенные выводы по этому поводу, также нужны дополнительные исследования.

МОДЕЛЬ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ФОНА ОКИСИ УГЛЕРОДА

Результаты проведенных спектроскопических исследований, дополненные локальными химическими измерениями, позволили впервые построить предварительную модель пространственно-временного распределения фоновых содержаний окиси углерода на нашей планете. Ее содержание одновременно измерялось над удаленными друг от друга районами СССР, Болгарии, а также над Атлантикой. Сравнение полученных результатов показывает, что долготные вариации содержания окиси углерода не выходят за рамки погрешностей эксперимента. Это согласуется с тем, что время жизни окиси углерода в атмосфере (2—4 мес) превышает характерное время перемешивания воздушных масс вдоль параллелей (1 мес).

Прямые измерения такого рода для Южного полушария пока не проведены. Однако предварительно можно допустить, что подобное же положение имеет место и там, т. е. фоновое содержание окиси углерода будет зависеть только от времени года и широты места, но не от его долготы. Тогда пространственно-временное распределение окиси углерода можно весьма наглядно представить в виде трехмерной модели. Общее понижение рельефа от севера к югу иллюстрирует уменьшение содержания окиси углерода в Южном полушарии по сравнению с Северным, а «всхолмленность» в направлении оси времени — сезонные вариации. Последние вызваны совместным действием монотонного процесса антропогенного загрязнения атмосферы и периодически «включающегося» естественного механизма ее очищения. Можно ожидать, что в течение следующих десятилетий с ростом



Результаты спектроскопических сезонных измерений содержания окиси углерода, метана и закиси азота в толще атмосферы над Антарктидой [станция Молодежная]. Для окиси углерода отчетливо видны признаки сезонных вариаций; минимум общего содержания CO приходится на антарктическое лето (январь — февраль). В противоположность этому для CH_4 и N_2O изменений во времени, выходящих за пределы погрешностей измерений (вертикальные «усы»), не наблюдается. В случае CO важно отметить хорошее согласие с результатами эпизодических локальных химических измерений В. Зайлера (горизонтальные пунктиры) в соответствующие месяцы 1973—1974 гг.

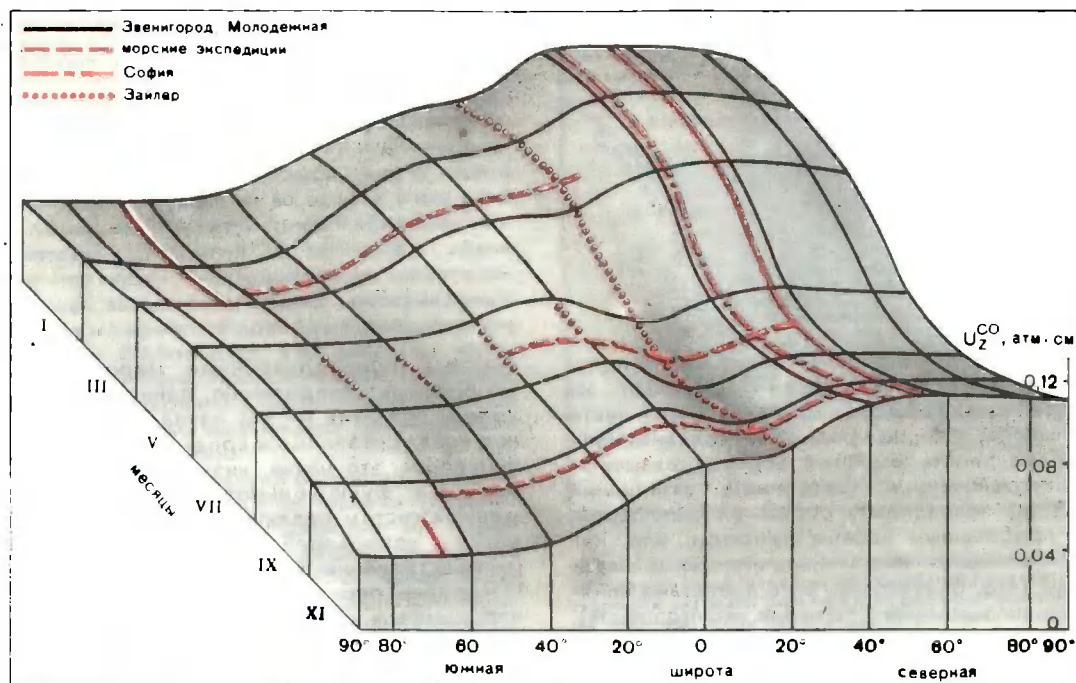
на и закиси азота. На это указывают как интегральные спектроскопические, так и локальные оптические, химические и масс-спектрометрические измерения разных авторов. Для закиси азота этот результат хорошо согласуется со значительным временем жизни примеси (более 5—10 лет), превышающим характерное время перемешивания тропосферных воздушных масс между обоими полушариями (1,5—2 года). В случае метана время жизни примеси невелико (недели в теплое время года). Поэтому его почти равномерное распределение по

антропогенной нагрузки на атмосферу летние «ложбины» рельефа будут деформироваться сравнительно слабо, а зимние «холмы» вздыматься все выше.

Один из важных элементов всеобъемлющего исследования фотохимических процессов в нагружаемой человеком атмосфере — экспериментальное изучение динамики химического состава всей воздушной оболочки нашей планеты — находится еще в начальной стадии развития. Из числа десятков отдельных ее компонентов, имеющих существенное значение для механиз-

жения является очень большая трудоемкость исследований подобного рода, проводимых локальными методами.

Описанные выше примеры использования в этих целях интегральной спектроскопической методики показывают ее высокую эффективность и сравнительную экономность. Можно полагать, что ее применение в дополнение к локальным методам существенно ускорит создание эффективной системы глобального мониторинга состояния воздушного океана планеты.



Предварительная глобальная модель пространственно-временной зависимости фоновых содержания окиси углерода U_2^{CO} . Построена на основе данных спектроскопических измерений в Звенигороде, в Молодежной, в Софии, в рейсах советских научно-исследовательских судов. [Точечная кривая — обработка результатов локальных химических измерений В. Зайлера в Мауна-Лоа.]

Отчетливо видно общее снижение содержания CO в Южном полушарии по сравнению с Северным. Сезонные вариации, связанные с накоплением антропогенных выбросов окиси углерода в холодный период года, наиболее сильны в Северном полушарии.

мов взаимопревращений веществ, лишь для единиц получены данные, характеризующие их распределение в глобальном масштабе. Одной из причин такого поло-

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

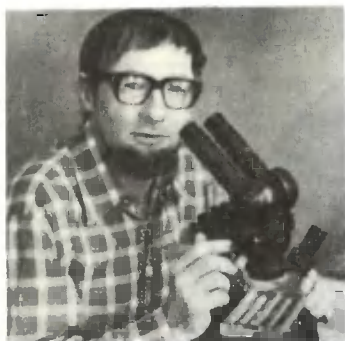
Дианов-Клоков В. И., Фокеева Е. В., Юрганов Л. Н. ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ОКИСИ УГЛЕРОДА ВО ВСЕЙ ТОЛЩЕ АТМОСФЕРЫ. — Известия АН СССР, сер. Физика атмосферы и океана, 1978, т. 14, № 4, с. 366.

Юрганов Л. Н., Малков И. П., Дианов-Клоков В. И. ИССЛЕДОВАНИЯ СОДЕРЖАНИЯ МАЛЫХ КОМПОНЕНТОВ АТМОСФЕРЫ В СЕВЕРНОМ И ЮЖНОМ ПОЛУШАРИИ. — Известия АН СССР, сер. Физика атмосферы и океана, 1979, т. 15, № 11, с. 1159.

Дианов-Клоков В. И., Юрганов Л. Н. СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ ФОНОВОГО СОДЕРЖАНИЯ CO В АТМОСФЕРЕ И ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ. Препринт Института физики атмосферы АН СССР. М., 1979.

Методологические проблемы современной экологии. Смена ведущих концепций

А. М. Гиляров



Алексей Меркурьевич Гиляров, кандидат биологических наук, зоолог, старший научный сотрудник кафедры общей экологии и гидробиологии биологического факультета Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова. Занимается изучением планктона пресных вод, а также общеэкологическими вопросами.

Слово «экология» стало очень популярным. Оно ежедневно мелькает на страницах газет и журналов, мы часто слышим его по радио и телевидению. Популярность экологии обычно связывают с угрожающим состоянием отношений между человеком и остальной биосферой, с проблемами охраны природы, или, как стало модно говорить, «окружающей среды» (что, безусловно, есть следствие влияния англоязычного термина «environment»). Повышенное внимание к экологии имеет свои положительные и отрицательные стороны. Так, например, одновременно увеличивается и число способных студентов, желающих посвятить себя изучению экологии, и число не очень добросовестных научных работников, которые хотят сделать карьеру, воспользовавшись модным направлением. Однако весь газетный шум вокруг экологии и резко возросшая ее популярность совсем не отражают глубинных процессов развития данной науки, в частности, той смены ведущих концепций, или «парадигм», если это для кого-нибудь звучит более убедительно, которая разворачивается в ее недрах, и о которой широкая публика почти не имеет никакого представления.

Экология, конечно, не есть наука об охране окружающей среды, хотя без хороших знания экологии вряд ли возможны

крупные природоохранные мероприятия. По первому определению, данному Э. Геккелем, экология — это наука о взаимоотношениях организма и среды. Согласно дефинициям, это наука, «изучающая организацию и функционирование надорганизменных систем различных уровней...»¹ или наука о «взаимодействиях, определяющих распространение и обилие организмов»². Последнее определение кажется излишне упрощенным, однако, если вдуматься в его смысл, оно достаточно отражает содержание тех конкретных задач, с которыми каждый эколог сталкивается в своей повседневной работе.

В чем же суть тех перемен, которые происходили и происходят ныне в экологии? Почему мы вправе утверждать, что методология современной экологии существенно отличается от методологии, господствовавшей до 50-х и даже 60-х годов нашего столетия? Если посмотреть любой учебник или сводку по экологии, написанную в 50-х годах, можно увидеть, что основные главы в этих книгах посвящены влиянию на животных или растений температуры, света, влажности, течений, солености, pH и других отдельных абио-

¹ Гиляров А. М., Наумов Н. П. Экология, БСЭ, 3-е изд., т. 29, с. 1774.

² Krebs S. Ecology. N. Y., 1972.

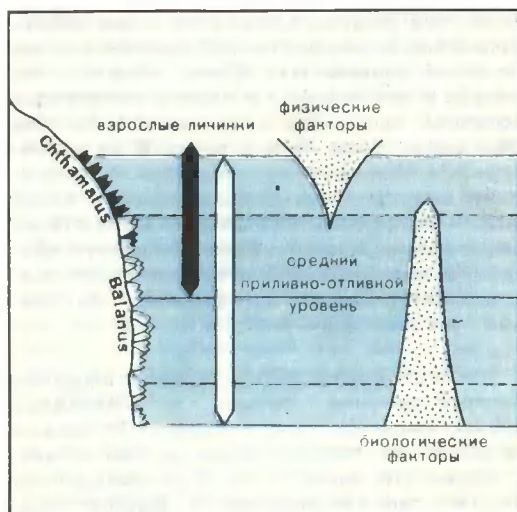
тических факторов. Влияние других организмов, относящихся как к своему виду (членов той же популяции), так и к другим (конкурентам, хищникам, кормовым объектам), иными словами, действие биотических факторов рассматривается обычно уже после абиотических, и по своей значимости трактуется наравне с ними или же считается менее существенным.

Подобная расстановка акцентов при изложении курса экологии отражает ту методологическую основу, которая господствовала в экологической науке до 50-х годов. До некоторой степени условно ее можно назвать аутоэкологическим редукционизмом (почему редукционизм, объясним позже). Суть аутоэкологического редукционизма состоит в негласном признании того, что все явления, касающиеся распространения и численности каких-либо организмов могут быть полностью объяснены на основе известной реакции на те или иные абиотические факторы. Экология выступает здесь как прямое продолжение физиологии, как выход ее из рамок лабораторных опытов и перенос в конкретные природные условия. Любопытно, что согласно классификации наук, предложенной Геккелем, экология и входила в физиологию, в тот ее раздел, который именовался «физиологией взаимоотношений».

Аутоэкологический редукционизм был свойствен, конечно, не только учебникам: красной нитью проходит он через научные статьи и монографии, приводя к чисто аутоэкологическим по своей сути теоретическим построениям. Примером могут служить первые, опубликованные еще в 20—30-х годах, концепции динамики численности насекомых, основное внимание в которых уделялось решающей, как тогда казалось, роли климата. Другой пример — работы по видовому составу и количеству растений или животных различных озер, авторы которых почти всегда связывали отсутствие или нахождение каких-либо видов в конкретных водоемах с их абиотическими условиями, прежде всего с особенностями гидрохимии и температурного режима. Поскольку любой водоем по своим абиотическим условиям всегда в некоторой степени уникален, понятно, что на эти индивидуальные его особенности всегда можно «списать» какие-либо черты его биологического облика (например, отсутствие или, наоборот, наличие и определенный уровень численности какого-нибудь вида).

Такой подход полностью соответ-

ствовал господствующему в то время пониманию термина экология. И хотя в геккелевском определении говорилось о взаимоотношениях организма и среды, причем под средой понимались не только абиотические условия, но и другие живые организмы (Геккель предполагал даже, что они имеют ведущее значение), фактически работы, в которых изучалось влияние среды на организм, резко преобладали над теми, в которых на первый план выдвигалось взаимодействие организма и среды (или в частном, но очень важном



Схема, показывающая, как распределение двух видов морских желудей (усоногих ракообразных) на участке скалистой литорали регулируется разными факторами. Взрослые особи обоих видов встречаются в более узкой области, чем их личинки. Распространение *Balanus balanoides* вверх ограничено физическими факторами, прежде всего высыханием, тогда как распространение *Chthamalus stellatus* вниз ограничено биотическими взаимодействиями, и прежде всего конкуренцией с баянусом, который может своими известковыми домиками обрывать или подрезать домики *Chthamalus*. До работ Дж. Коннелла, по данным которых составлена данная схема, казалось, что эти два вида приурочены к разным комплексам абиотических условий, и следовательно, выяснение причин такого распределения — чисто аутоэкологическая задача. Простыми опытами по механическому удалению особей *Balanus* Коннелл доказал, что при отсутствии конкурентов *Chthamalus* охотно поселяется и хорошо себя чувствует в этой в целом более благоприятной зоне.

случае, — взаимодействие между разными организмами). Аутэкологический редукционизм господствовал в экологии с момента ее зарождения примерно до 60-х годов нашего века. Он, безусловно, был прогрессивной методологией, так как позволил успешно классифицировать огромное количество данных. Он дал в руки эколога такие важные постулаты, как «закон минимума Либиха»³ и «закон толерантности Шелфорда»⁴, предписывающие исследователю всегда искать наиболее слабые звенья в окружающей организм среде.

Однако видимая простота аутэкологического редукционизма по мере накопления информации стала оборачиваться все большей сложностью. Стало казаться, что «все от всего зависит» и многие конкретные вопросы типа: «почему какой-либо вид обитает в точке А, а в точке В не встречается?» или «почему численность какого-либо вида в точке С выше, чем в точке А?» — оставались без ответа. Ответить на такие вопросы можно было, используя другой, так называемый синэкологический подход, в центре внимания которого стоит анализ взаимодействий организмов.

Этот подход хотя и получил широкое распространение только в последнее время, имеет давнюю историю. По своему возрасту он старше термина «экология», и корни его восходят к «Происхождению видов», так как именно Ч. Дарвин подчеркнул, что ограничение распространения или количественного развития многих видов определяется давлением более сильных конкурентов или хищников. То, что климатические условия в этом отношении не всемогущи, доказывает простой приведенный Дарвином пример: в ботанических садах существует очень большое число видов растений, завезенных из других географических областей, и вместе

с тем эти виды крайне редко проникают в окружающие их естественные сообщества и приживаются там. Другой пример — дивергенция выюрок Галапагосских о-вов, которую, пользуясь современной терминологией, можно окрестить «расхождением видов по разным экологическим нишам», также свидетельствует о том значении, которое Дарвин придавал биотическим факторам. И наконец, не следует забывать, что именно Дарвин был первым, кто задумался над проблемами видообразования на популяционном уровне, и что именно этот переход от изучения отдельной особи к их совокупности (где происходит конкуренция и отбор) явился не только залогом успеха дарвинской теории происхождения видов, но и был необходимым шагом по пути к следующему этапу развития экологии, выдвинувшему на первый план изучение взаимоотношений популяций.

Здесь нам придется несколько отступить от основной линии повествования, чтобы пояснить смысл, вкладываемый нами в понятия аутэкологического и синэкологического подходов. В литературе аутэкология определяется иногда как экология особей, а синэкология — как экология сообществ. Изучение популяций относят к аутэкологии или, что реже, к синэкологии. Однако эколог никогда не имеет дело с единичной особью. Даже если он всячески подчеркивает их индивидуальные особенности и строит «организмоцентрические» концепции динамики численности, он все равно исследует некоторую совокупность особей. Фактически такого понятия, как «экология особи», не существует и никогда не существовало, а особи в аутэкологии — это прежде всего носители видовых свойств.

Говоря об аутэкологическом подходе, мы подразумеваем только такой способ анализа экологических данных, при котором какая-либо группа особей одного вида («популяция» в самом широком и неопределенном смысле этого слова) рассматривается как зависящая переменная, являющаяся функцией различных независимых переменных, т. е. экологических факторов. Эти факторы — почти всегда абиотические, поскольку их, во-первых, легче оценить, а во-вторых, только они и могут выступать по отношению к рассматриваемой популяции как независимые переменные. Степень влияния биотических факторов практически всегда зависит от реакции той исследуемой популяции, на которую это влияние

³ Немецкий химик Ю. Либих еще в середине прошлого века сформулировал правило, согласно которому величина урожая и его устойчивость во времени определяются биогенным элементом, находящимся в минимуме. Позднее правило, или «закон», Либиха было распространено на лимитирующее значение не только минимальной, но и максимальной величины какого-либо фактора.

⁴ Американский эколог В. Шелфорд в начале XX в. вывел общие закономерности реакции организма в ответ на изменяющийся внешний фактор от минимальных до максимальных значений. Шелфорд был первым, кто широко применил физиологию для объяснения географического распространения животных. «Закон минимума» он рассматривал как частный случай более общего «закона толерантности».

оказывается, и поэтому они не могут выступать в качестве независимых переменных. Например, конкуренция за пищу — важный биотический, внутривидовой фактор, контролирующий численность многих видов, — уже по определению не может не зависеть от плотности популяции, т. е. от числа особей, претендующих на ограниченное количество пищи. Другой важный (уже на биоценотическом уровне) фактор — пресс хищников, также всегда связан с плотностью исследуемой популяции жертв, так как при возрастании ее увеличивается число жертв, потребляемых одной особью хищника, а в случае длительного поддержания высокой плотности жертв и численность самого хищника.

Под синэкологическим подходом мы подразумеваем такой анализ экологических данных, при котором основное внимание уделяется взаимодействию организмов, относящихся к разным видам, а две или большее число вступающих в контакт популяций рассматриваются как зависимые друг от друга переменные. В ранг синэкологических попадут, например, исследования конкуренции или отношений типа хищник — жертва. Конечно, такое разделение двух подходов до некоторой степени условно, поскольку существуют исследования, представляющие собой их некоторую комбинацию. Например, изучение причин определенного пространственного распределения каких-нибудь организмов должно обязательно включать в себя элементы как аутоэкологии, так и синэкологии.

Пожалуй, самое важное различие между двумя этими подходами не в том, что изучается, а в том, чему априорно придается наибольшее значение: абиотическим факторам или биотическим взаимодействиям? Эта априорная настроенность исследователя, приступающего к решению той или иной экологической задачи, или, что еще важнее, ставящего перед собой такую задачу, отчасти зависит от индивидуальных особенностей его психического склада, но во многом, по-видимому, определяется той концептуальной основой, которая сформировалась у него в процессе его экологического образования. Все содержание большинства учебников и научных публикаций по экологии до 50-х — 60-х годов настраивало исследователей на аутоэкологический лад, склоняло к признанию ведущего значения абиотических факторов. Однако за последние 20 лет положение коренным образом изменилось: центральное место в публикациях занимают

разделы, посвященные популяциям, проблемам регуляции их численности, взаимодействию популяций — конкуренции и хищничеству, разделы о сообществах (их видовой, пространственной и трофической структурах) и экосистемах. Другой стала и расстановка акцентов при изложении курса экологии: основное внимание теперь уделяют биотическим факторам или, точнее, биотическим взаимодействиям.

Характерным примером происходящих перемен служит возросшее внимание к проблемам конкуренции и ее роли в формировании структуры сообществ. В середине 70-х годов число научных публикаций, посвященных конкуренции и экологической нише, возросло экспоненциально, удваиваясь примерно за 3 года, тогда как общий рост числа научных публикаций, также экспоненциальный, происходил в это время с периодом удвоения 10—14 лет. Оказалось, что многие особенности пространственного распределения видов можно объяснить при учете влияния конкуренции и прессы хищников, причем особо важную роль сыграли здесь полевые эксперименты, в которых изучались последствия удаления или добавления тех или иных видов для отдельной популяции или целого сообщества.

Число примеров, свидетельствующих о реальном существовании конкуренции в природе и о ее роли в определении границ обитания видов, сегодня достаточно велико. Особенно много успешных исследований такого рода ведется в последнее время в тропиках, где разделение экологических ниш в результате конкуренции гораздо заметнее благодаря большому числу родственных видов, обитающих на одной и той же территории, и очень высокой общей «насыщенности» видами биоценозов. Весьма характерно, что именно в тропиках Дарвин провел наблюдения, приведшие его к идеям экологической и морфологической дивергенции видов. Некоторые современные авторы считают, что игнорирование значения конкуренции для формирования структуры сообществ, которое характерно, по сути дела, для всей экологии первой половины XX в., во многом объясняется долго господствовавшим среди экологов мнением о необычайной сложности тропических сообществ и, соответственно, трудности их исследования. Казалось, что сначала нужно изучить простые сообщества Арктики и на их примере понять основные закономерности взаимодействия видов в природе. Такой точки зрения придерживался, в частности, и

Ч. Элтон — один из крупнейших экологов XX в., много сделавший для становления синэкологического подхода. Однако, как стало сейчас совершенно очевидным, Арктика оказалась отнюдь не лучшим местом для изучения взаимоотношений видов, что, возможно, отчасти объясняется бедностью видового состава, а отчасти — очень сильным, почти экстремальным воздействием абиотических факторов, маскирующим тонкости биотических отношений. В последнее время экологи уделяют повышенное внимание не только межвидовой конкуренции, но и другим формам межорганизменных отношений: внутривидовой конкуренции, особенно при изучении регуляции численности популяций, хищничеству и паразитизму.

Хотя синэкологический редукционизм только недавно окончательно завоевал свои права, многие работы, особенно экспериментальные, выполненные в первой половине XX в., можно назвать истинно синэкологическими. К ним относятся замечательные исследования советского ученого Г. Ф. Гаузе, впервые показавшего, как на самом деле один вид может вытеснять другой, а также менее известные широкой публике работы другого нашего соотечественника — В. С. Ивлева, посвященные конкуренции у рыб. Синэкологический подход пронизывает и работы В. Н. Сукачева — автора термина «биогеоценоз» и создателя целого направления в экологии, известного под названием биогеоценологии. Известный американский эколог В. Шелфорд еще в 20-х годах определял экологию как науку о сообществах, а для формирования представлений о динамике численности популяций как об автоматическом саморегулирующемся процессе большое значение имели работы, выполненные в 30-х годах австралийским экологом А. Никольсоном. Перечень имен можно было бы продолжить, однако и упомянутых нами достаточно для того, чтобы понять, что синэкологический редукционизм уже давно существовал в работах отдельных исследователей, несмотря на господство аутоэкологического редукционизма.

Витеснение аутоэкологического подхода синэкологическим не связано с введением каких-либо новых, сложных, неизвестных ранее методов. Ведь для постановки некоторых простых, хотя порой и трудоемких, опытов или наблюдений биотических взаимоотношений не нужны ни электронный микроскоп, ни ЭВМ. Современному исследователю порой даже труд-

но понять, почему некоторые проблемы, с которыми приходится иметь дело сейчас, не были решены 30 или даже 50 лет тому назад? Так, изучая планктон подмосковного озера Глубокое, где уже 90 лет существует старейшая в мире гидробиологическая станция, мои коллеги и я были удивлены тем, что многие конкретные задачи, касающиеся функционирования планктонного сообщества этого, казалось бы досконально изученного, водоема (например, о системе пищевых связей между видами), просто никогда не ставились. По-видимому, задачи, которые волнуют современных исследователей, казались тогда неинтересными, малозначащими, а может быть, и слишком сложными (?) по сравнению с такими, например, как установление видового состава населения большого числа мелких водоемов в окрестностях станции или поиск связей между видовым составом и величиной рН. Было бы, конечно, просто глупо обвинять предыдущие поколения исследователей в том, что они чего-то не сделали, или тем более в том, что они о чем-то недостаточно задумывались. Их работы были отражением царившей тогда концепции аутоэкологического редукционизма, совершенно так же, как наша научная работа в большинстве случаев ограничена рамками доминирующего сейчас синэкологического редукционизма.

Почему описываемый подход мы все-таки называем редукционизмом, хотя и синэкологическим? Дело в том, что исследователь, работающий в рамках данного подхода, всегда, даже при изучении целого сообщества, стремится свести суть явления к взаимодействиям организмов (обычно представленных популяциями разных видов). Этому мысленному разложению сообщества на отдельные элементы, в принципе, не мешает даже тот факт, что коэффициенты, оценивающие силу взаимодействия в пределах отдельных пар видов, меняются при введении в систему других видов, и, таким образом, исследователь, изучив в лаборатории или в природе взаимодействие каких-либо двух видов, не может быть уверен в том, что это взаимодействие не изменится при добавлении третьего вида. Составление так называемой матрицы сообщества — двумерной таблицы коэффициентов конкуренции (или экологического перекрытия) для всех попарно сгруппированных видов — как раз типичный пример анализа, проводимого в рамках синэкологического редукционизма. Пока подобные матрицы созданы только для немногих относительно простых со-

обществ, а основной областью использования матриц остается теоретическая экология, в частности тот ее раздел, который базируется на изучении математических моделей. Характерно, что использование математического моделирования и сложной вычислительной техники по большей части не связано с выходом за пределы синэкологического редукционизма.

Существует ли какой-нибудь третий, «нередукционистский» или «антиредукционистский» подход к решению экологических проблем? На этот вопрос можно ответить утвердительно: да, подход, который не ставит своей целью разложение явления на элементарные составляющие, а стремится изучить его целиком, используя обобщающие интегральные характеристики, существует и даже имеет довольно долгую историю. Вслед за В. А. Энгельгардом, выделявшим подобный подход в биологии и в науке вообще, будем называть его интегративным. В принципе, аналогичный подход Дж. Хатчинсон выделял и в лимнологии (что в американской литературе является практически синонимом пресноводной гидробиологии), называя его голологическим. В рамках голологического подхода водоем трактуется как целое, или, применяя кибернетический жаргон, как «черный ящик». Голологически настроенного исследователя не интересуют подробности процессов, протекающих внутри «ящика»: все его внимание сосредоточено на соотношении величин на «входе» и «выходе» системы, например на соотношении величин притока биогенных элементов в озеро и его первичной продукции. Интегративный подход в экологии иногда именуют «системной экологией», подразумевая при этом, что система как целое не сводима к простой сумме своих частей, и только это целое и достойно изучения. Однако данный термин нельзя считать слишком удачным, так как, следуя его логике, необходимо признать всю остальную экологию «бессистемной», и это вряд ли справедливо. Не будем больше задерживаться на терминологии. В конце концов важны не столько сами термины, сколько то, что под ними подразумевается.

Интегративный подход возникал в экологии неоднократно, причем независимо в разных ее областях. Одна из таких областей — пресноводная гидробиология (именуемая часто лимнологией). Развитию интегративного подхода в пресноводной гидробиологии безусловно способствовала сама природа изучаемых ею объектов, осо-

бенно озер и прудов — экосистем, имеющих четкие границы и содержащих все компоненты, необходимые для полного биотического круговорота. Большой вклад в развитие данного направления внесли труды швейцарского зоолога Ф. А. Фореля — основателя лимнологии, подчеркнувшего синтетический характер данной науки, а также американских исследователей Э. Берджа и Ч. Джудея, изучивших газовый режим озер и выяснивших зависимость «дыхания озер» от абиотических и биотических факторов. Не случайно и то, что именно в рамках пресноводной гидробиологии были введены и количественно измерены такие важные характеристики как биомасса и продукция (немецкие исследователи Р. Демоль и А. Тинеман), прочно вошедшие затем в арсенал всей экологии. Большое значение для становления интегратизма в гидробиологии, а следовательно, и в экологии вообще имели работы советских исследователей, выполненные в 30-х годах на Косинской лимнологической станции под Москвой (Л. Л. Россолимо, Г. Г. Винберг, С. И. Кузнецов, В. С. Ивлев, Е. В. Боруцкий и др.) и развивавших так называемый балансовый подход в изучении водоемов. Именно тогда Г. Г. Винберг впервые в мире измерил величину первичной продукции (продукции зеленых растений), используя для этого ставший затем классическим метод светлых и темных склянок. Поскольку при этом оценивалась суммарная продукция всего фитопланктонного сообщества, которое может состоять из популяций многих видов водорослей, сама постановка подобной задачи оправдана только при интегративном подходе, концентрирующем внимание исследователя на обобщающих показателях рассматриваемой совокупности объектов. Формирование интегративного подхода на уровне биосферы, как и само введение этого уровня организации живой материи, — целиком заслуга В. И. Вернадского. Безусловно также влияние идей этого выдающегося ученого на упрочение в экологии направления, исследующего количественно закономерности трансформации вещества и энергии в различных экосистемах и идущего от балансового подхода в гидробиологии.

В 1960-х годах интегративное направление в исследовании сообществ и экосистем усилилось благодаря широкому проникновению в экологию идей кибернетики и теории информации. Важную роль сыграли при этом работы испанского ученого Р. Маргалефа, в которых подчеркивался

системный и самоорганизующийся характер сообществ, а для их описания широко использовалось понятие информации. В это время значительно оживился интерес к такому синтетическому показателю структуры сообщества, как видовое разнообразие (величине, одновременно оценивающей количество видов в сообществе и соотношение их численностей). Для измерения видового разнообразия Р. Маргалеф применил формулу, заимствованную из теории информации, а его изменения в ходе развития сообщества (сукцессии) трактовал как изменения количества информации в системе. Следует подчеркнуть, что интегратизм подхода, развиваемого Р. Маргалефом и его сторонниками, существенно отличается от интегратизма продукционно-энергетического (продукционно-балансового) направления. Элементы системы у продукционистов объединяются реальным, физически ощутимым потоком энергии, проходящим по трофическим цепям; у Р. Маргалефа же к энергии добавляется более умозрительный поток информации, а сам уровень обобщенности анализа и степени абстрагирования от конкретных организмов, их связей и их совокупностей значительно выше.

Элементы интегративного подхода возникали в экологии не только на уровне сообществ и экосистем, но также и при изучении популяций. Введение таких суммарных для всей популяции показателей, как рождаемость и смертность, немыслимо без определенного абстрагирования от свойств отдельных особей и уже само по себе является некоторым проявлением интегратизма. Применение логистического или экспоненциального уравнения для описания роста популяции также есть не что иное, как попытка охарактеризовать процесс, затрагивающий всю популяцию, не расчленяя его на события, касающиеся отдельных особей.

Всякий раз, когда в экологии происходило внедрение какой-либо новой интегральной характеристики совокупности объектов (популяции, сообщества или экосистемы), это встречало определенное противодействие со стороны ученых, придерживающихся традиционной концептуальной основы. Такую отрицательную реакцию вовсе не всегда следует трактовать как обязательное зло, тормозящее развитие науки. Обычно это противодействие приводит только к более серьезной критике новых понятий, но не способно остановить появление новых плодотворных идей, пусть даже и связанных с другой системой

концепций. Особенно острые столкновения разных точек зрения происходят при обсуждении понятий и гипотез, касающихся реальности существования особых законов, действующих на уровне сообществ или экосистем, и в принципе не сводимых к закономерностям поведения (в широком смысле этого слова) отдельных особей или популяций. По сути дела, одной из центральных проблем современной экологии является проблема соотношения в организации сообществ процессов чисто вероятностных, стохастических и процессов биотических, приводящих к формированию структур статистически маловероятных.

Система определенных взглядов, которой придерживается исследователь и которая отчасти определяется образованием, очень глубоко проникает в его психику и фактически находится в сфере подсознательного. Из-за этого научные споры представителей разных концепций и, особенно если они к тому же относятся к разным поколениям, обычно никого из спорящих не убеждают и, вообще, не могут быть разрешены использованием обычной логики. Подобные ситуации, по-видимому, возникают в каждой науке, но в экологии, как нам кажется, они особенно часты⁵. Отсутствие возможности свести суть явления к процессам, протекающим на более низких уровнях, для редуccionиста равносильно отказу от рассмотрения данного явления, однако из сказанного вовсе не следует, что антиредуccionистская позиция всегда более прогрессивна и что в современной экологии синэкологический

⁵ В качестве примера можно привести дискуссию, разгоревшуюся на научном заседании по поводу оценки работы, вскрывающей наличие определенной размерной структуры всего населения пелагиали Мирового океана. В данной работе было показано, что существует строгая регулярность в соотношении средних размеров организмов, относящихся к основным таксономическим группам, населяющим пелагиаль. Участники заседания довольно резко разошлись в оценке доклада: некоторые считали, что открытие подобной закономерности есть крупное научное достижение, хотя строгое объяснение ее происхождения отсутствовало; по мнению других, незнание причин данного явления и особенно невозможность прямого вывода подобной структуры из классической дарвинской теории видообразования почти полностью обесценивали результат работы. Не будем здесь решать, кто был прав, а кто неправ в этом споре. Для нас в данном случае важнее то, что при обсуждении работы столкнулись две парадигмы, два различных концептуальных подхода — редуccionизм и интегратизм.

интегрализм вытесняет синэкологический редукционизм.

Весь ход становления экологии, в том числе и ее бурного развития в последнее время, свидетельствует о том, что вслед за этапом обобщения, интеграции, антиредукционизма обычно всегда идет этап конкретизации, расчленения, редукционизма. Примеров подобного смещения интересов в сторону редукционизма можно привести много. Гидробиологов, например, все больше интересует не столько суммарная первичная продукция, сколько продукция отдельных размерных групп водорослей, так как от размеров водорослей зависит их пригодность в качестве пищи для зоопланктона. Популяционные экологи конструируют модели роста популяций, исходящие из свойств отдельных особей и по возможности учитывающие их индивидуальные особенности. Исследователи видовой структуры сообществ от суммарных показателей — индексов разнообразия, все чаще переходят к анализу так называемых кривых доминирования, т. е. графиков, показывающих соотношение численностей всех присутствующих видов.

Подводя итог нашему беглому обзору, следует подчеркнуть, что несмотря на существование в сегодняшней экологии элементов нескольких, казалось бы, взаимоисключающих парадигм, в ней отнюдь не царит полный хаос. Основной системой взглядов, фактически только недавно завоевавшей свое доминирующее положение, является синэкологический редукционизм: большинство ученых, изучающих сообщества, выводят свойства последних из взаимодействий популяций, а исследователи популяций рассматривают свои объекты как компоненты сообщества.

Переход от господства редукционизма аутоэкологического к синэкологическому произошел вовсе не потому, что перед экологией были поставлены какие-либо практические задачи, хотя разработка методов биологической борьбы с вредителями сельского хозяйства и требовала изучения тонкостей биотических отношений. Этот переход не был также следствием внедрения методов математического моделирования, статистики и кибернетики, хотя очевиден сам факт все более широкого использования математического аппарата и вычислительной техники в разных областях экологии. Причины указанного перехода, так же, как и вторжения интегрализма, — во внутренней логике развития самой науки, в существовании некоторой естественной последовательности постанов-

ки и решения определенных макрозадач, которые могут и не формулироваться в явном виде, но которые практически всегда подразумеваются специалистами, работающими в той или иной области науки.

В самое последнее время среди экологов все чаще раздаются голоса, призывающие более четко формулировать альтернативные гипотезы, серьезно критиковать устоявшиеся принципы и искать среди них тавтологии. Малое число твердо установленных принципов и большое число конкурирующих гипотез указывает на то, что экология — это молодая, еще не достигшая своей зрелости наука, однако для людей, посвящающих ей свою деятельность, она не становится от этого менее интересной.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Одум Ю. ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ. М: Мир, 1975.

Плankan Э. ЭВОЛЮЦИОННАЯ ЭКОЛОГИЯ. М: Мир, 1980.

Винберг Г. Г. МНОГООБРАЗИЕ И ЕДИНСТВО ЖИЗНЕННЫХ ЯВЛЕНИЙ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ МЕТОДЫ В БИОЛОГИИ. — Журнал общей биологии, 1981, т. 42, № 1.

Любичев А. А. РЕДУКЦИОНИЗМ И РАЗВИТИЕ МОРФОЛОГИИ И СИСТЕМАТИКИ. — Журнал общей биологии, 1977, т. 38, №2.

Организация науки

Новые заповедники
Советского Союза

В организации заповедников как наиболее сложной формы охраняемых природных территорий самым наглядным образом проявляется отношение государства и общества к проблемам охраны природы. Тем отряднее констатировать, что в 1976—1980 гг. рост сети заповедников был значительно выше, чем в предыдущие пятилетки (в РСФСР, например, за 1970—1975 гг. создано 3 заповедника, а за 1976—1980 гг. — 8). Как известно, с 1976 г. организация заповедников и заказников предусматривается народно-хозяйственным планом страны и контролируется отделом охраны природы Госплана СССР.

По данным ЦСУ СССР, в минувшем пятилетии в целом по стране было организовано 26 новых заповедников (а также 4 национальных парка и 2 заповедно-охотничьих хозяйства). Их общая площадь — 3824 тыс. га, из которых 2900 приходится на долю РСФСР, 850 — на Казахстан и республики Средней Азии, 66 — на республики Закавказья, 7,8 — на Украину и Прибалтику. В Молдавии и Белоруссии учреждены заповедно-охотничьи хозяйства.

За эти годы впервые создан заповедник в Арктике — на о-вах Врангеля и Геральда. Крупнейшим (1348 тыс. га) в нашей стране стал первый заповедник в зоне материковой тундры — на п-ове Таймыр. Основная его территория расположена в бассейне р. Логаты — левого притока Верхней Таймыры, однако к Таймырскому заповеднику относятся также и дельта этой реки, часть заливов на западном побережье Таймырского озера (крупнейшего внутреннего водоема страны) и отдель-

ные участки самого северного в мире лиственничного редколесья в бассейне р. Хатанги.

На восточном берегу Ладжского озера в 1980 г. учрежден Нижне-Саярский заповедник (41 тыс. га), который сыграет большую роль в охране водоплавающих птиц в период пролета. На его территории сохранятся участки старых лесов и обширных глухих болот, где обитают ценные и редкие птицы.

Часть необоснованно ликвидированного в 1951 г. Кондо-Сосвинского заповедника в Западной Сибири спустя 25 лет возрождена под названием «Малая Сосьва» (92,9 тыс. га). Это первый и пока единственный заповедник на Тюменском севере. Организован Саяно-Шушенский заповедник (389 тыс. га) в Красноярском крае, взявший под охрану биосферу горной тайги в районе нового Саянского водохранилища.

Большим событием стало создание первого в стране Дальневосточного морского заповедника в залив Петра Великого. В Кабардино-Балкарии учрежден новый высокогорный заповедник (74,1 тыс. га). Наконец, в 1979 г. возвращен заповедный статус дубравам «Лес на Ворскле» (заповедник подчинен Ленинградскому университету).

В Казахской ССР в 1976 г. создан Маркакольский заповедник (71,4 тыс. га), в Узбекистане — Миракинский (46,8) и Арнасайский (63,4 тыс. га), в Киргизии — Беш-Аральский (18,1 тыс. га). Три новых заповедника организованы в Туркменской ССР — Копетдагский (49,8), Сюнт-Хасардагский (29,7) и Капланкырский (570 тыс. га). Таким образом, рост сети заповедников в Средней Азии (за исключением Таджикской ССР) идет довольно активно.

Среди республик Закавказья выделяется Грузинская ССР, в которой учреждено 4 новых заповедника — Гумистинский и Псхусский в Аджарии, высокогорный Казбегский и гор-

но-лесной Лиахвский. Граничит с Грузией Караежский заповедник в долине р. Куры (Азербайджанская ССР); кроме того, в Азербайджане создан заповедник в районе оз. Ак-Гель.

С большими трудностями развивается заповедная сеть на Украине. В 1979 г. после долгих усилий научной общественности стала, наконец, заповедной часть знаменитого массива Карадаг в Крыму, площадь пока что всего 1,4 тыс. га (в том числе 0,5 тыс. га — акватория), но в 1981 г. она должна быть расширена до 3,5 тыс. га.

В Латвии за последние годы организован заповедник «Крусткалны» (2,8 тыс. га), в Литве — «Каманос» (3,6 тыс. га).

Таким образом, в СССР на 1.1.1981 г. насчитывалось 128 заповедников, 7 национальных парков и 7 заповедно-охотничьих хозяйств. К сожалению, многие актуальные предложения и подготовленные проекты новых заповедников остались невоплощенными. Не созданы давно намеченные заповедники на оз. Ханка и Курильских о-вах; нет заповедника в степной зоне РСФСР (в частности, не удается пока организовать степной заповедник у оз. Маныч-Гудило); ни одного заповедника не создано в Белоруссии, Молдавии, Эстонии, Армении и Таджикистане.

В последнее десятилетие сформировалось, по существу, новое направление: научно-производственное проектирование заповедников и других особо охраняемых природных территорий. Однако часто такие работы ведутся кустарно, лишь благодаря усилиям научной общественности или даже отдельных энтузиастов. И только в Российской Федерации проектированием заповедников заняты небольшие подразделения специализированных проектно-исследовательских экспедиций, но и их возможности весьма ограничены, средства на создание заповедников не выделяются, хотя

и предусматриваются государственными планами. С большим трудом идет согласование проектируемых заповедников с хозяйственными и производственными организациями. Нередки осложнения с передачей вновь организованному заповеднику отведенных ему земель и оформлением прав землепользования. Многие заповедники Средней Азии и Закавказья, по существу, не являются хозяевами своей территории или вынуждены выполнять несвойственные им функции. В большой мере это обусловлено ведомственной раздробленностью заповедников — основным недостатком заповедного дела на современном этапе.

Ф. Р. Штильмарк,
кандидат биологических наук

Институт эволюционной
морфологии и экологии животных
им. А. Н. Северцова
АН СССР
Москва

Организация науки

Биосферный заповедник в Мексике

В соответствии с планом участия Мексики в международной программе «Человек и биосфера», в центральной части страны в предгорьях хребта Западная Сьерра-Мадре создан биосферный заповедник. Это район Мапими (штат Дуранго), ограниченный $26^{\circ}02'$ и $56^{\circ}52'$ с. ш.; $103^{\circ}58'$ и $103^{\circ}32'$ з. д. В заповеднике Мапими охране подлежат все свойственные этому засушливому району виды животных и растений. Отныне на значительной части территории разрешены только научные исследования и туризм.

Одновременно правительство Мексики провозгласило «частью национального наследия» другой район — Монте-Азулес в штате Чьяпас. Этот уникальный ландшафт влажного тропического леса полностью подлежит охране; здесь проводятся лишь экологические исследования.

Nature and Resources, 1980, v. XI, № 6, p. 32 (ЮНЕСКО, Париж).

Организация науки

Международный центр тропической экологии

В Каракасе (Венесуэла) под эгидой ЮНЕСКО и правительства Венесуэлы основан Международный центр тропической экологии. Возглавляет его венесуэльский эколог Х. де Х. Сан-Хосе Муньос. Задачи Центра: способствовать исследованиям и подготовке специалистов по экологии тропиков; поощрять сотрудничество и предоставлять условия для изучения природы в тропиках; организовывать работу курсов, семинаров, конференций для международного научного обмена в этой области знаний.

В составе Центра созданы:

Лаборатория экологической физиологии растений, в которой изучаются продуктивность различных видов, особенности фотосинтеза в тропиках, проблемы тропической метеорологии и т. д.;

Лаборатория палеоэкологии, которая сосредоточивает внимание на особенностях эволюции природных систем в тропиках, восстанавливает палеоклиматическую характеристику венесуэльских Анд с момента последнего оледенения, изучает природу морских террас, активные в геологическом отношении разломы земной коры, в том числе разлом Боконо длиной 400 км, являющийся средоточием почти всей сейсмической активности в Андах;

Лаборатория морской биологии, чье внимание сконцентрировано на флоре и фауне оз. Маракаибо и влиянии суточных и сезонных колебаний уровня вод на жизнь в этом почти закрытом морском бассейне;

Лаборатория экологии почв, которая ведет наблюдения в амазонских лесах, изучает пастбищные экосистемы и перспективы неизбежных существенных экологических изменений в случае, если человек заменит тропические леса культурной растительностью; уже сейчас ясно, что это может быть сопряжено с нарушением нынешних геологических характеристик,

ростом эрозии почв, увеличением сноса осадочных пород в строящиеся водохранилища и т. п.

Энтомологические работы Центра в основном связаны с изучением насекомых — переносчиков тропических болезней. Эксперименты с распылением инсектицидов показали их малую эффективность и опасность ввиду их высокой токсичности.

Все эти стороны деятельности Центра — часть международного проекта «Человек и биосфера».

Создаваемая в Центре математическая модель экологической системы тропиков после ее завершения может найти применение и за пределами Амазонии.

Nature and Resources, 1980, v. XVI, № 4, p. 26—28 (ЮНЕСКО, Париж)

Организация науки

Совместные лимнологические исследования

Непосредственно на границе между Австрией и Венгрией лежит озеро Нейзидлер-Зе-Фертё. Это уникальный пример мелководного озера, сохранившего свою природную среду в районе высокой плотности населения, в связи с чем озеро и объявлено биосферным заповедником.

Национальные комиссии по делам ЮНЕСКО обеих стран принимают меры к совместной охране природы этого озера. Ведутся лимнологические исследования, разрабатывается совместная программа мониторинга, делается все возможное для уменьшения последствий чрезмерно активного использования вод озера и его побережья в рекреационных и сельскохозяйственных целях.

На базе этого биосферного заповедника Лимнологический институт Австрийской академии наук в сотрудничестве с Секретариатом ЮНЕСКО организовал 9-месячные курсы по лимнологии для студентов из развивающихся стран.

Nature and Resources, 1980, v. XVI, № 4, p. 30 (ЮНЕСКО, Париж).

Организация науки

Принят план мониторинга Красного моря

Хотя считается, что Красное море пока еще сохраняет свою природную среду в естественном состоянии, отмечается рост темпов его загрязнения в результате деятельности человека. В связи с этим Организация по образованию, науке и культуре Лиги арабских стран с помощью ЮНЕП и Межправительственной консультативной организации по судоходству разработала план мониторинга этого бассейна.

Установлены 4 основных источника ухудшения среды: бытовые отходы в прибрежной зоне; промышленные выбросы; механическое загрязнение при работе землечерпалок в портах и судоходных каналах; загрязнение нефтепродуктами с танкеров, из нефтепроводов и при работе нефтеочистительных заводов. Угрозу природной среде в Красноморском бассейне создает также все расширяющаяся сеть опреснительных установок на его берегах. Так, на территории Саудовской Аравии уже действует около 20 таких установок, нарушающих температурный и химический режим вод; к концу века их должно быть не менее 30.

Саудовская Аравия и Судан начали эксперименты по добыче серебра, меди и цинка из осадочных пород на дне Красного моря. Исследования показали, что высокое содержание этих металлов и соответствующая технология делают их добычу в принципе экономически выгодной, однако с природоохранной точки зрения эти мероприятия вызывают тревогу: во-первых, неизбежно будет загрязняться вода так называемые «хвосты» — отходы горных пород, остающиеся при обогащении руды; во-вторых, работа опреснительных установок в совокупности с металлдобывающей промышленностью, по мнению специалистов, повысят температуру воды в бассейне в среднем на 5°С, что отрицательно скажется на морских организмах.

На конференции, проведенной недавно в Джидде (Саудовская Аравия), в которой

приняли участие также Иордания, Йеменская Арабская Республика, Сомали и Судан, были разработаны меры для борьбы с нарастающей угрозой. Конференция утвердила план мониторинга Красноморского бассейна.

Визучении состояния природной среды Красного моря участвуют океанологические учреждения в Суэце (Египет), Порт-Судане (Судан), Джидде (Саудовская Аравия), а также морские научные станции в Акабе (Иордания), Суакине (Судан), Гардаге (Египет). Решено создать еще 5 подобных научно-наблюдательных и исследовательских станций. Основан Морской центр взаимопомощи в чрезвычайных обстоятельствах, обязанный принимать срочные меры в случае столкновения танкеров или при крупных выбросах нефти в море с промышленных предприятий. Предполагается создать заповедные участки для охраны морских организмов и сбора данных для их изучения.

New Scientist, 1981, v. 89, № 1241, p. 472 (США).

Организация науки

Новый банк данных о загрязнении среды

Управление по делам природной среды и Министерство науки и техники ФРГ совместным решением создали в Ахене Банк данных о загрязнении среды. Он организован при Институте исследования по атомной энергии им. Юлиха и будет служить головным учреждением и координирующим центром для действующих сейчас в ФРГ групп по сбору данных в этой области.

На первом этапе Банк сосредоточивает внимание на данных, касающихся самого человека, его пищевой цепи и среды обитания. Сюда включается сбор образцов крови, жировой ткани и ткани печени, а также некоторых продуктов питания (рыба, моллюски, пшеница, коровье молоко). Кроме того, собираются образцы водорослей, почва, трава, земляных

червей и различных насекомых — в них будет устанавливаться содержание углеводов, пестицидов и токсичных металлов. В дальнейшем список этих объектов будет расширяться.

В лабораториях Банка каждый образец будет подвергаться анализу сразу по поступлении, а затем через равные промежутки времени. Хранение образцов предусмотрено в пыленепроницаемых помещениях при температуре, достигающей в необходимых случаях минус 190°С. Помещения снабжены аварийной системой охлаждения с использованием жидкого азота.

New Scientist, 1981, v. 90, № 1247, p. 8 (Великобритания).

Техника

«Антишумовое» звуковое поле

Группа физиков во главе с М. Суинбенком (Кембриджский университет, Англия) для борьбы с шумом от работающих машин (например, газовых турбин) предложила метод, основанный на интерференции звуковых волн.

Идея заключается в следующем: вокруг источника шума посредством специальной акустической аппаратуры (громкоговорителей) создается «антишумовое» звуковое поле с амплитудой в каждой точке пространства, равной амплитуде шума, и фазой, отличающейся от фазы последнего на 180°. В этих условиях звуковые волны шума и «антишума», интерферируя, взаимно уничтожают друг друга, и звук пропадает. Необходимое для такой интерференции согласование «антишумового» волнового поля с гасимым им шумом достигается с помощью мини-ЭВМ, которая управляет громкоговорителями и получает нужную для этого информацию об источнике шума от расположенных вблизи него микрофонов.

Однако предлагаемый метод не вышел пока из стадии

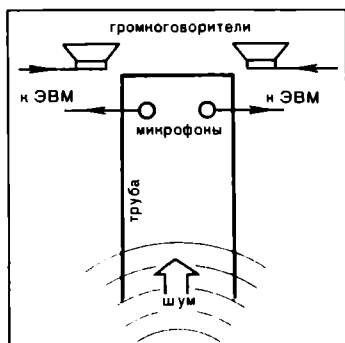


Схема гашения шума путем интерференции волн.

лабораторных исследований. Для его экспериментальной проверки выбрана мощная (12 кВт) газовая турбина, создающая шум в 135 дБ в интервале частот 20—50 Гц. В действующей установке шум турбины частично гасится внутри вертикальной 12-метровой трубы, выложенной звукопоглощающим материалом. Создать «антишум» предполагается громкоговорителями, расположенными по кругу вокруг выходного отверстия; микрофоны размещаются внутри трубы.

New Scientist, 1980, v. 85, № 1194, p. 484 (Великобритания).

Техника

Обнаружение нефтяных пленок с помощью оптического локатора

Обычно для оперативного контроля за загрязнением водоемов нефтью в определенных местах берутся пробы воды, а затем их подвергают спектроскопическому или химическому анализу. М. А. Кропоткин, Т. Ю. Шевелева и В. А. Иванов (Ленинградский электротехнический институт им. В. И. Ульянова (Ленина)) для непрерывного дистанционного контроля за состоянием водной поверхности во внутренних водоемах предложили использовать метод оптической локации.

Локатор состоит из источника излучения (прожектора видимого света), модулятора

с частотой 20 Гц (для уменьшения влияния солнечного света) и объектива, направляющего излучаемый поток на водную поверхность. Отраженный свет попадает на фотосопротивление, чувствительное в области длин волн 0,6—1,1 мкм. Регистрирующая система состоит из селективного усилителя и самописца переменного тока. Оптимальный угол падения луча на водную поверхность составляет 3—5°.

Метод основан на усилении в 2—5 раз оптического сигнала, отраженного от загрязненной нефти поверхности воды, по сравнению с сигналом, отраженным от чистой водной поверхности. На работу локатора не влияют прямое и отраженное солнечное излучение, изменение температуры окружающего воздуха, облачность, слабый туман. Этим методом можно обнаружить загрязнение воды при волнении до 4—5 баллов и скорости движения судна, на котором находится локатор, до 15 узлов.

Предложенный метод позволяет обнаружить пленки нефти и нефтепродуктов толщиной от 0,1 до 5 мкм. Минимальная площадь обнаруживаемого локатором пятна определяется инерционностью приемно-регистрирующей системы и составляет ~1 м².

Испытания проводились на Волге и Байкале в дневное время при различных гидрометеорологических условиях: в солнечную и пасмурную погоду, при скорости ветра от 1 до 9 м/с, при волне до 20 см, — и во всех случаях оптический локатор надежно обнаруживал нефтяные загрязнения.

Водные ресурсы, 1980, № 6, с. 167—171.

Техника

Система очистки газовых выбросов от серы

В Научно-исследовательском и проектно-институте по газоочистным сооружениям, технике безопасности и охране труда в промышленности Минпром-

строма СССР (Новороссийск) разработана технология сжигания твердого и жидкого топлива с использованием частиц известняка или извести. Известняковые поглотители связывают серу, входящую в состав топлива, и образуется сернистый кальций. В итоге снижается концентрация сернистых соединений.

Способ введения поглотителя в зону реакции был опробован на лабораторной установке. К топливному мазуту, содержащему 1% серы, добавляли 5 мас.% измельченного до пылевидного состояния известняка, и однородную смесь, нагретую до 80°C, подавали в топку. Степень очистки дымовых газов от двуокиси серы составила 85%.

Затем эта методика была опробована в промышленных масштабах. На заводе дренажных труб «Лодер» (ЛатвССР) была смонтирована установка для очистки дымовых газов печи, работающей на сернистом мазуте. В ней мазут смешивается с пылевидным поглотителем, в качестве которого использовался доломит Цесиского карьера (размер частиц 5—200 мкм; содержит 98% оксидов кальция и магния). Температуру мазутной смеси поддерживали на уровне 80±5°C. Эта смесь добавлялась в жидкое топливо, содержащее серу, перед его сжиганием.

Степень очистки дымовых газов от серы составила 70%.

Препринт НИПИОТстром, Новороссийск, 1980.

Микробиология

Бактерии обесцвечивают воду

После цикла существующей биологической очистки сточные воды некоторых производств, например целлюлозно-бумажной промышленности, остаются сильно окрашенными. Это препятствует нормальному фотосинтезу водорослей, уменьшает насыщение воды кислородом, снижает интенсивность микробиологических процессов в водоеме — экологическое равновесие в нем нарушается.

Таблица

Показатель	Исходные сточные воды после биологической очистки	Сточные воды после обезвреживания	
		новым способом	известным способом
Цветность, град.	1380	610	1160
Оптическая плотность при 280 нм	0,244	0,091	0,203
Обесцвечивание, %	—	55	16
Снижение содержания производных лигнина, %	—	63	17

Значительная окрашенность сточных вод предприятий целлюлозно-бумажной промышленности обусловлена присутствием в них производных лигнина (лигносульфоновые кислоты, щелочной лигнин, хлорлигнин и др.), которые попадают в стоки после промывки и отбелки целлюлозы. Именно эти растворимые в воде вещества придают ей окраску, неприятный запах и привкус, несмотря на большое разбавление. Известные химические способы очистки сточных вод от лигносульфонатов требуют большого количества дорогостоящих реагентов, в результате применения которых образуются к тому же труднообрабатываемые осадки. Кроме того, удаляются не все производные лигнина и достаточной эффективности обезвреживания не достигается.

Оригинальное решение проблемы было предложено Харьковским отделом Всесоюзного научно-исследовательского института водоснабжения, канализации, гидротехнических сооружений и инженерной гидрогеологии Госкомитета по делам строительства Совета Министров СССР (авт. свид. № 701959). В биологически очищенные сточные воды вводят бактерии рода *Thiobacillus*, питающиеся соединениями серы, которые всегда присутствуют в обрабатываемом стоке. В процессе жизнедеятельности этих бактерий выделяется серная кислота, понижающая pH воды. За счет кислой среды производные лигнина переходят в осадок и удаляются на переработку. Образующиеся сульфаты не оказывают вредно-

го влияния на водоем из-за малой концентрации. Эффект обезвреживания сточной воды достигает 70—90%. Обесцвеченную таким способом жидкость нейтрализуют до pH 6—7 любым из известных способов (с применением извести или раствора аммиака) и отстаивают. Расчетные и экспериментальные данные показали, что этот метод намного экономичнее и эффективнее известных ранее (см. табл.).

Описанный способ может быть использован для обезвреживания серосодержащих сточных вод не только целлюлозно-бумажной промышленности, но и любых других производств.

Ю. П. Беличенко,
кандидат технических наук

Е. В. Бондаренко

Москва

Сельское хозяйство

Новый метод оценки состояния пашни и посевов озимых

В связи с непродолжительностью и напряженностью весеннего периода сельскохозяйственных работ весьма важно быстро и оперативно получать информацию о состоянии пашни и посевов, в частности о степени засоренности пашни сорняками, а также о повреждении озимых культур в ходе зимовки. Существующие в настоящее время методы оценки этих показателей носят во многом субъективный ха-

рактер и не позволяют быстро получить необходимую информацию.

К. Я. Кондратьев и П. П. Федченко (Главная геофизическая обсерватория им. Л. И. Воейкова, Ленинград) провели полевые испытания разработанного ими дистанционного метода определения засоренности сорняками пашни и посевов озимых культур. С помощью линзового фотометра измерялись спектры отражения исследуемых поверхностей. Измерения проводились с вертолета (высота 100—120 м) на участках чистой забороненной пашни, пашни, засоренной сорняками, а также на полях озимых со здоровыми или погибшими растениями. Поскольку спектральные характеристики чистой почвы, здоровых зеленых растений (сорняков или озимых культур) и погибших растений были разными, а в поле зрения фотометра попадали и почва, и растительность, то дальнейшая задача сводилась к установлению соответственно доли площади с сорняками или доли площадей со здоровыми и погибшими растениями.

Результаты полевых испытаний нового дистанционного метода свидетельствуют о его перспективности. Весной с его помощью в короткий срок и на больших площадях можно получить данные о состоянии посевов озимых и использовать их для составления прогноза урожая культур на территории области или экономического района.

Доклады АН СССР, 1981, т. 256, № 6, с. 1512—1514; т. 257, № 4, с. 255—256.

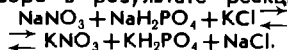
Химия

Получение удобрений при производстве синтетических кислот

Как следует из данных, полученных группой сотрудников Днепропетровского химико-технологического института, используя отходы производства синтетических жирных кислот,

можно в промышленных масштабах получать концентрированные азотно-фосфорно-калийные удобрения. Для этого необходимо удалить хлор из кислых растворов, образующихся в процессе синтеза жирных кислот.

Хлор можно выводить из производственного цикла в виде хлорида натрия при выпаривании кислых растворов, представляющих собой отходы производства. Хлорид натрия образуется в растворе в результате реакции:



Его растворимость в воде ниже, чем у всех других участвующих в реакции веществ, причем в отличие от растворимости других солей, она слабо меняется в температурном интервале от 0 до 130°C. Кроме того, нитраты и фосфаты обладают значительным высаливающим действием. Это и приводит к селективному выделению хлорида натрия при испарении воды из раствора и накоплению в нем солей KNO_3 и KH_2PO_4 .

В оптимальных условиях (температура 135°C, 85-мольный избыток гидрофосфата натрия в исходном растворе) было получено азотно-фосфорно-калийное удобрение состава: N — 9,6; P_2O_5 — 14,7; K_2O — 24,9 вес. %. Содержание хлорида натрия в конечном продукте было уменьшено до 4,2%.

Украинский химический журнал, 1980, т. 46, № 5, с. 503.

Физиология растений

Солеустойчивость придорожных древесно-кустарниковых растений

Для зимней уборки шоссейных дорог и тротуаров используют главным образом хлориды калия и натрия. Однако систематических исследований по воздействию засоления хлоридами на различные виды деревьев и кустарников из городских насаждений, растущих в условиях нечерноземной зоны, до сих пор не проводилось.

Недавно М. М. Кыдар (Эстонский НИИ лесного хозяйства и охраны природы) в опытах по искусственному за-

солению почвы хлоридами натрия и калия изучал солеустойчивость саженцев березы повислой, клена гиннала, липы крупнолистной, боярышника, кизильника и смородины золотистой. Саженцы поливали солевыми растворами в различных концентрациях 3 раза за вегетационный период (в промежутках между обработками поливали чистой водой).

Оказалось, что большинство пород, за исключением липы крупнолистной, при благоприятном температурном режиме и умеренном поливе способны переносить весьма высокие концентрации ионов хлора в почве (до 1,2%). Исключительно солевыносливой показала себя смородина золотистая, у которой даже при высоких концентрациях хлора повреждений листьев не обнаружено.

Растения существенно различались по степени поглощения и накопления хлора. Березе и клену свойственно интенсивное первоначальное накопление хлора и относительно быстрое последующее снижение его концентрации. Кизильник и боярышник накапливали хлор в меньшем количестве, но снижение его концентрации в листьях проходило медленнее. В листьях липы хлор накапливался медленнее, однако его концентрация непрерывно возрастала, несмотря на существенное снижение содержания хлора в почве за счет вымывания при последующих поливах. Вследствие значительного накопления хлора (до 2,1% к концу вегетационного периода) многие саженцы липы погибали.

Определение химического состава листьев у поврежденных и неповрежденных хлоридами деревьев клена остролистного и липы мелколистной из насаждений г. Тарту показало существенные различия в содержании не только хлора, но и основных питательных минеральных элементов, особенно азота, калия и кальция. Если количество хлора у поврежденных деревьев превышало его содержание у неповрежденных в 4—6 раз, то количество калия и кальция увеличивалось не более чем в 1,5 раза, а количество азота, наоборот, немного снижалось.

Экология, 1980, № 6, с. 26—31.

Генетика

«Радиоадаптация» у высших растений

Известно, что повышение уровня радиации увеличивает частоту индуцированных мутаций. Это явление используется, в частности, для селекции при выведении новых сортов сельскохозяйственных растений. Наибольшее распространение получили приемы так называемого острого облучения, когда вся доза дается в относительно короткий промежуток времени. Однако в настоящее время тщательно оценивается и то, как действует на популяции организмов хроническое повышение уровня радиоактивности.

Сотрудники Института общей генетики АН СССР и Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова В. А. Кальченко, В. А. Шевченко и И. С. Федотов прослеживали особенности мутационного процесса у двухрядного ячменя (*Hordeum distichum*) сорта маяя. Для этого семена в течение четырех лет пересевали на участки, в почву которых искусственно были внесены радиоактивные изотопы стронция и иттрия (^{90}Sr — ^{90}Y) в количестве, создающем фон β -излучения 0,6 рентген/сут. Чтобы оценить уровень мутационного процесса, в каждом поколении растений изучали степень хромосомных нарушений в анафазах первого деления мейоза и в первом митозе корешков, а также частоту видимых мутаций — морфологических и хлорофильных.

Опыты показали, что в первый год частота хромосомных нарушений достоверно превышала таковую в контроле. На следующий год этот уровень несколько снижался, но был выше, чем у контрольных растений. В третьем и четвертом поколениях уровень мутационных изменений у растений с опытного участка понижался до естественного; угнетения роста растений не отмечалось.

Спустя четыре года провели испытание устойчивости семян растений опытного и контрольного вариантов к острому γ -облучению в дозах 0,5; 1; 2; 4 и 6 килорентген.

Оказалось, что опытные растения обладают большей устойчивостью (приблизительно на 20%).

Авторы предполагают, что наблюдаемое явление, получившее название «радиоадаптация», обусловлено повышением эффективности репарационных систем у растений из хронически облучаемых популяций. Кроме того, не исключается и возможность отбора форм, характеризующихся повышенной устойчивостью к ионизирующему излучению.

Генетика, 1981, т. XVII, № 1, с. 137—142.

Медицина

Заболеваемость раком легкого растет

Опубликованные материалы ВОЗ свидетельствуют, что во многих странах мира, в том числе и в СССР, значительно увеличилась за последние годы частота заболеваемости и смертности населения от рака легкого. По данным статистического анализа, проведенного Р. И. Вагнер, В. М. Мерабшвили, А. С. Барчук и О. М. Вороновой (НИИ онкологии им. Н. Н. Петрова), рак легкого в структуре онкологических заболеваний мужчин вышел с 1977 г. на первое место, отодвинув на второе — рак желудка.

Заболеваемость злокачественными новообразованиями трахей, бронхов и легких за последние 5 лет неуклонно увеличивается во всех половозрастных группах, сохраняя при этом ту особенность, что у мужчин она в 2—8 раз больше, чем у женщин. Минимальные различия отмечаются в

возрасте до 30 лет, максимальный контраст приходится на 60—69 лет (так, у мужчин до 30 лет он почти в 1500 раз меньше, чем у 60—69-летних).

Наивысший уровень заболеваемости злокачественными новообразованиями трахей, бронхов и легких отмечен в Эстонии, Латвии, Литве, Украине и РСФСР, наименьший — в Таджикистане, Узбекистане и Туркмении. Это связано, в первую очередь, со значительно большим загрязнением воздушной среды в Европейской части СССР и крупных городах, где показатели заболеваемости раком легкого на 20% превышают аналогичные в сельской местности. Общая смертность населения СССР от рака легкого за 1977 г. увеличилась на 1,7%.

В настоящее время разрабатана конкретная программа, направленная на повышение эффективности выявления и лечения больных раком легкого.

Вопросы онкологии, 1980, № 10, с. 3—6.

Медицина

Озон тормозит рост опухолей

Американские исследователи испытывали действие озона на клетки опухолей, растущих в культурах: альвеолярной легочной аденокарциномы, аденокарциномы груди, а также карциносаркомы матки. Контролем служили клетки, полученные из тканей здоровых легких. Клетки, растущие в чашках Петри, помещались в специальные камеры, атмосфера которых содержала на миллион частей воздуха 0,3—0,8 частей озона и 5% углекислого газа.

Когда концентрация озона составляла 0,3—0,5 частей на миллион частей воздуха, рост опухолевых клеток тормозился. При этом рост контрольных здоровых клеток не прекращался, и в них не отмечалось морфологических изменений. При концентрации озона 0,8 частей на миллион частей воздуха

рост здоровых клеток тормозился на 50%, а опухолевых — на 90%.

Хотя механизм тормозящего действия озона на рост опухолевых клеток неясен, авторы считают возможным использовать этот газ (один или в сочетании с другими методами терапии опухолей) для лечения рака легких.

Science, 1980, v. 209, № 4459, p. 931—933 (США).

Геохимия

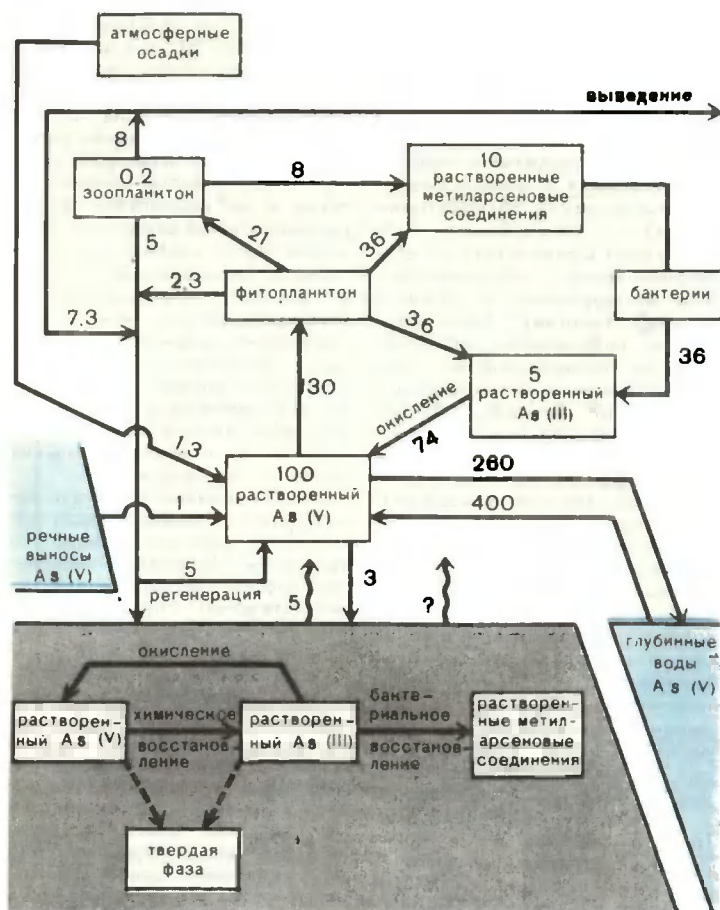
Мышьак в морских экосистемах

Геохимическая циркуляция мышьяка (As) в морских экосистемах привлекает внимание исследователей в связи с токсичностью его соединений и их способностью вступать в биохимические реакции, замещая подобные им соединения фосфора. Дж. Дж. Сендерс (Вудсхолловский океанографический институт, США) обобщил данные ряда исследований, что позволило ему составить сбалансированную схему циркуляции мышьяка в прибрежной зоне Атлантического океана, расположенной около штата Джорджия, между устьями рек Купер и Сент-Джонс. Эта акватория, ограниченная со стороны открытого океана течением Гольфстрим и шельфовым сбросом, охватывает площадь приблизительно в 33 тыс. км² при средней глубине 30 м; объем ее около 1000 км³.

Исследуемый район океана обладает высокой биологической продуктивностью (по данным 1975 г. — 171 г/см² в год), не зависящей от сезонных изменений, так как кратковременные, но частые вторжения на континентальный шельф приповерхностных вод Гольфстрима, обогащенных питательными веществами, вызывают круглогодичное цветение воды (что, кстати, играет не последнюю роль в биохимии мышьяка).

В Тихом океане концентрация мышьяка составляет 1,0—

¹ Репарацией в генетике называют особую функцию клеток, заключающуюся в способности исправлять повреждения в молекулах ДНК, возникающие вследствие воздействия физических и химических агентов, а также при возможных разрывах нитей в процессе нормального биосинтеза ДНК.



Модель циркуляции мышьяка в прибрежной зоне штата Джорджия (США). Баланс в схеме составлен в пересчете на 100 весовых частей растворенного в воде As(V).

1,8 мкг/л; в Атлантическом океане она несколько ниже — 1,0—1,5 мкг/л. Хотя океанские системы относительно устойчивы, возможность антропогенного внесения мышьяка (например, за счет речных выносов пестицидов и инсектицидов, либо отходов химического производства) может привести к заметному повышению его концентрации как в прибрежных водах, так и в открытом океане. Установлено, что 99% мышьяка в морскую

прибрежную зону вносят реки, атмосферные осадки и Гольф-стрим. Химический обмен мышьяка в донных отложениях изучен слабо.

В морских экосистемах для мышьяка характерны два валентных состояния: As(V), который в основном входит в состав растворимого арсенат-аниона HAsO_4^{2-} , и As(III) — восстановленная форма, содержащаяся в арсенитах, которые обнаружены в значительных количествах, несмотря на их термодинамическую нестабильность в окисляющей среде. Кроме того, в небольшом количестве присутствуют арсенорганические соединения: метиларсоновая и метиларсиновая кислоты. По всей вероятности, восстановленная и метилированные формы — результат биологического вмешательства в химию мышьяка.

Время осаждения мышьяка — около трех месяцев, что говорит о его химической инертности в этом конкретном регионе. Однако есть данные, что значительная доля мышьяка выводится из водной фазы по биологическим каналам. Содержание мышьяка в биоте невелико — не более 0,1%, тем не менее в его окислительно-восстановительных реакциях биота играет важную роль. Фитопланктон и бактерии переводят As(V) в As(III) и в метилированные формы, которые вовлекаются в пищевую цепь, в первую очередь за счет поглощения зоопланктоном, при этом приблизительно 25% мышьяка возвращается в виде переработанных продуктов жизнедеятельности.

Представленная на схеме модель циркуляции мышьяка в прибрежной зоне штата Джорджия — первая попытка свести в замкнутую систему все данные по морской геохимии и биохимии мышьяка. Модель достаточно полно иллюстрирует взаимосвязь геохимических источников мышьяка с биологическими системами, перерабатывающими и выводящими его из цикла.

Marine Environmental Research,
1980, v. 3, № 4, p. 257—266
(An International Journal).

Инженерная геология

Московская геотемпературная аномалия

Как известно, на территории Москвы, в районе ее промышленного комплекса, наблюдается интенсивное нагревание атмосферы, поверхностных вод и недр. Многолетняя среднегодовая температура воздуха в центре Москвы — около 4,6°C, а на окраинах не превышает 3,8°C. Продолжительность безморозного периода здесь больше, время ледостава короче, местами в пределах города реки не замерзают в течение всей зимы.

Геотермическое картирование и наблюдения за температурным режимом в скважинах на территории Москвы позволили В. И. Просенкову (Москов-

ская гидрорежимная партия производственно-геологического объединения «Центргеология») установить параметры этой обширной геотемпературной аномалии.

Ее возникновение и развитие связано со сложным комплексом техногенных факторов: потепление атмосферы и гидросферы города, утепляющее воздействие подземных частей городской застройки, сооружений метрополитена, теплоцентралей, котельных и горячих цехов, водопровода и канализации, усиление в теплое время года инфильтрации поверхностных вод в эксплуатируемые водонасыщенные горизонты и проникновение воздуха в их осушенные части, понижение альбедо городских поверхностей, загрязнение снежного покрова, создание водоемов и т. д. (К техногенным факторам, способствующим понижению температуры, можно отнести уборку снега, консервацию снежного покрова, уничтожение водоемов, осушение грунтов и др.) Современное ежесуточное поступление техногенного тепла в недра эквивалентно сгоранию более 500 т условного топлива. Такой тепловой «подпор» ведет к повышению температуры на глубину многих километров. Особенно контрастно эта аномалия прослеживается в пределах четвертично-мезозойского комплекса на глубине около 30 м. Она охватывает здесь площадь $\sim 1300 \text{ км}^2$, и превышение аномальной температуры над фоновой достигает 15°C .

На основе анализа физико-математической модели процесса сезонного промерзания грунтов автор попытался количественно оценить влияние на этот процесс потепления атмосферы города и повышение температуры его недр: в центральной части города глубина промерзания грунтов сократилась на 20—40% при максимальном уменьшении на участках со снеговым покровом. Приводимые автором расчетные величины могут быть использованы для относительной оценки регионального влияния техногенных факторов на промерзание грунтов.

Физика атмосферы

Изменения в ионосфере при запуске «НЕАО-III»

При выведении на орбиту Земли в 1979 г. американской астрономической обсерватории «НЕАО-III» (High Energy Astrophysical Observatory — астрофизическая обсерватория для исследований в области высоких энергий)¹ были проведены специальные наблюдения за происходящими при этом изменениями в ионосфере Земли. При запуске была использована ракета «Атлас-Центавр». Для оценки общего влияния работы ракетного двигателя на земную атмосферу, радиосвязь и т. п. применялась аппаратура, установленная на геостационарных и низкоорбитальных спутниках, а также наземные устройства. Измерялось содержание электронов в ионосфере, исследовалось свечение атмосферы.

Установлено, что определенные изменения в ионосфере имели место вдоль траектории ракеты на достаточно большой площади: на 2000—3000 км к востоку от мыса Канаверал (района запуска) и на 600—1000 км в направлении север — юг. В результате взаимодействия ионов кислорода и электронов с образующимися при работе ракетного двигателя H_2O и H_2 в ионосферной плазме возникла большая «дыра», отчетливо сохранявшаяся вдоль траектории полета в течение трех часов. По оценкам, площадь «дыры» составляет $(1—3) \cdot 10^6 \text{ км}^2$, т. е. ее площадь $\sim 0,1\%$ от площади всей ионосферы Земли. В течение двух минут в ионосфере резко ($\approx 80\%$) уменьшилось количество электронов и ионов. Было зарегистрировано довольно интенсивное излучение на длине волны 630 нм (красная линия кислорода): яркость этой линии возросла примерно на два порядка. Яркость зеленой линии кислорода возросла втрое. Такой резкий рост интенсивности излучения наблюдался

в течение нескольких минут, а через 10—20 мин интенсивность уменьшилась до своего обычного значения. Наблюдалось также увеличение на 30% интенсивности излучения радикала ОН в диапазоне 2,9 мкм.

Оценивалось влияние запуска и на радиосвязь. В высокочастотном радиодиапазоне имели место слабые долговременные (измеряемые часами), а также кратковременные (порядка секунд или минут) нарушения радиосвязи, которые, по-видимому, связаны с запуском ракеты. В диапазоне 14 кГц наблюдались заметные фазовые сдвиги в принимаемых сигналах в течение нескольких часов после запуска.

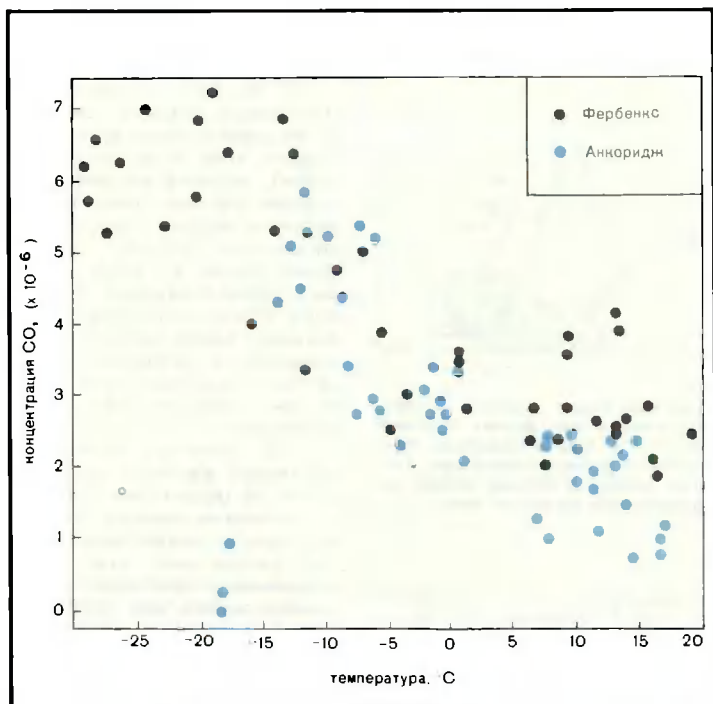
По-видимому, все эти изменения в ионосфере носят обратимый характер и недолговременные (порядка нескольких часов). Поскольку запуски искусственных спутников происходят в среднем не чаще одного раза в несколько дней, то в плане глобального воздействия на атмосферу Земли они, по-видимому, не наносят существенного ущерба, в особенности, если используются менее мощные ракетные двигатели. Однако при многократных запусках такого большого космического корабля, как американский «Спейс Шаттл», воздействие на атмосферу, возможно, будет более ощутимым.

EOS Transaction, American Geophysical Union, 1980, v. 61, № 28, p. 529 (США).

Химия атмосферы

Загрязнение воздушного бассейна Аляски

Специалисты по химии атмосферы М. Р. Хойлс и Т. Э. Мойер (Управление по охране природной среды США), изучив состояние воздушного бассейна Аляски, показали, что вопреки прежним представлениям состав атмосферы даже в этом наименее промышленно развитом штате США существенно изменился в худшую сторону под воздействием антропогенных факторов.



Зависимость концентрации окиси углерода от температуры воздуха для городов Фербенкс и Анкоридж.

Наибольшее внимание обращает на себя загрязнение воздуха окисью углерода в городах Фербенкс и Анкоридже. Крупных промышленных предприятий здесь нет и, как ныне установлено, источником CO в первом из них — на 96%, а во втором — на 85% служит автомобильный транспорт. Максимальным загрязнение становится в зимнее время (его уровень здесь может соперничать тогда с крупнейшими городами юга США).

Установленные Управлением по охране природной среды США нормы предусматривают в качестве допустимого предела одночасовое пребывание человека в атмосфере, содержащей CO в концентрации не более $35 \cdot 10^{-6}$, или восьмичасовое — при концентрации $9 \cdot 10^{-6}$ (ныне предполагается установить одночасовой предел в $25 \cdot 10^{-6}$). Принятый в 1970 г. закон о чистоте воздуха в США предусматривал снижение количества выбрасываемых двигате-

лями автомашин загрязняющих агентов на 90% в течение 10 лет. Однако нынешние исследования показывают, что для Аляски этих мер недостаточно: в условиях холодного климата длительный разогрев двигателя приводит к особо существенному загрязнению воздуха. Это объясняется снижением летучести горючего на морозе, продлением времени глушения мотора и т. п. Обследование 100 машин в зимнее время показало, что в среднем 32% поступившей от них в атмосферу окиси углерода выброшено при разогреве двигателей и «холодном старте» (в деловом центре Фербенкса эта цифра увеличивалась до 76%).

В условиях Аляски существенную роль в загрязнении атмосферы играют особенности приполярной метеорологии (Анкоридж лежит примерно в 500 км, а Фербенкс — в 200 км южнее Полярного круга). Здесь очень интенсивны процессы ночного выхолаживания подстилающей поверхности, что приводит к температурной инверсии в атмосфере. Это препятствует рассеиванию скоплений загрязняющих агентов, которые не

могут проникнуть выше инверсионного слоя.

Закключение, что с понижением температуры воздуха опасность его загрязнения окисью углерода возрастает, — в общем верно, однако, как теперь установлено, это справедливо лишь до определенного уровня: как правило, ниже -18°C концентрация CO остается постоянной.

The Northern Engineer, 1980, v. 12, № 3, p. 4—10 (США).

Океанология

Кадмий и серебро в Черном море

А. И. Рябинин и Е. А. Лазарева (Севастопольское отделение Государственного океанографического института Госкомгидромета СССР) в 1977 и 1978 гг. в рейсах научно-исследовательского судна «Яков Гаккель» изучали содержание и распределение кадмия и серебра в верхнем (0—100 м) слое воды Черного моря. Пробы отбирались на трех горизонтах: 0—0,5, 42—65 и 85—100 м. Содержание Cd и Ag определяли атомно-абсорбционным методом в стационарной лаборатории. Установлено, что оба элемента распределены по акватории моря неравномерно; с глубиной концентрации уменьшаются.

Немонотонность распределения Cd в водной толще связана с тем, что он неравномерно поступает в Черное море с материковым стоком; кроме того, происходит обмен различными формами кадмия со слоями воды, расположенными ниже 100 м, а также между водной поверхностью и атмосферой. Например, изменение концентрации Cd от 0,056 мкг/л (1977 г.) до 0,209 мкг/л (1978 г.) могло, по оценкам авторов, быть связано с ростом поступления Cd из атмосферы на $0,1 \text{ кг/км}^2$, что вполне реально, если учесть, что над Тихим океаном средняя концентрация Cd в атмосферных осадках — около 2,4 мкг/л, т. е. более чем

на порядок выше концентрации Cd в толще воды¹.

Оценки соотношения кадмия и солености ($[Cd]/S$) для Черного моря, авторы установили, что оно примерно такое же, как и для Мирового океана в целом ($\sim 3 \cdot 10^{-9}$). Это означает, что измеренные концентрации являются фоновыми. Их уровень соответствует глобальному уровню; и влияние антропогенного фактора в настоящее время не существенно.

Серебро в Черном море также распределено неравномерно (измерения велись в тех же трех уровнях), причем относительно высокие концентрации (более 0,1 мкг/л) обнаружены в поверхностном слое у берегов Крыма, Румынии, Западной Турции, Грузии. Повышение концентрации Ag у поверхности, — по-видимому, также результат атмосферных осадков. Сравнение соотношения концентрации Ag и солености показало, что в слое 0—0,5 м величина $[Ag]/S$, как и $[Cd]/S$, соответствует этой величине для Мирового океана, но на глубине более 0,5 м это соотношение резко уменьшается. По-видимому, морские организмы потребляют в процессе жизнедеятельности серебра больше, нежели кадмия.

Океанология, 1981, т. XXI, вып. 2, с. 249—256.

Археология

К истории леса Индерских гор

В 1980 г. археологическая экспедиция Уральского педагогического института проводила раскопки курганных захоронений, расположенных на территории Уральской области, неподалеку от пос. Мембеталы. Здесь, на левобережье Урала, находятся Индерские горы, полукольцом охватывающие с севера и северо-востока оз. Индер. Горы расположены в глубине засушливой зоны с засоленными почвами; расти-



Предполагаемая граница распространения к югу лесных массивов островного типа в Северном Прикаспии на рубеже нашей эры. Точками показаны лесные колки, сохранившиеся до наших дней.

тельность пустынная с преобладанием ксерофитных полукустарников (черной полыни, кокпека, солянок и др.). Однако обнаруженная нами в захоронениях различных эпох древесина указывает, что в прошлом растительность этого района имела иной характер.

В тринадцати погребениях могильные ямы имели деревянные перекрытия, правда, лишь в шести случаях древесину удалось определить до вида. Так, в трех погребениях перекрытия были изготовлены из ивы белой (*Salix alba*), в двух — из тополя черного (*Populus nigra*). В настоящее время в Индерских горах и их ближайших окрестностях они растут лишь в виде одиночных деревьев или небольшими группами. В погребениях же перекрытия из ивы и тополя встречаются начиная с захоронений эпохи бронзы (конец II тыс. до н. э.) и вплоть до средневековья (XIII—XVI вв. н. э.). Однако следует сказать, что ива и тополь свидетельствуют лишь о существовании здесь достаточно увлажненных долин, но сами по себе не являются настоящими элементами лесной флоры.

В одном из погребений мы обнаружили над останками человека берестяное перекрытие, а над ним, на глубине 0,95—1,0 м лежали поперечные березовые (*Betula pendula*) плахи-кругляки. По сохранив-

шимся вещам и характеру обряда это погребение датируется раннесарматским временем (IV—II вв. до н. э.). Не исключено, что в позднем голоцене на Индерских горах еще существовали леса островного типа (колки), которые включали настоящие лесные элементы, в частности березу. О достаточно продвинутой к югу границе лесных видов в начале нашей эры говорит и находка остатков сосны (*Pinus silvestris*) в могильнике Базар-Тюбе¹, расположенном в пределах современных глинистых пустынь, в 90 км севернее могильника Мамбеталы.

О причинах исчезновения лесных массивов островного типа на территории Северного Прикаспия единого мнения нет. Одни исследователи связывают деградацию леса с хозяйственными порубками². По мнению других, для такого вывода необходимо установить, проводились ли порубки в размерах, исключающих естественное восстановление колков³. Очевидно, антропогенные и климатические факторы дополняли друг друга и усугубляли процессы, способствовавшие исчезновению лесных массивов, которые окончательно пришли в упадок к середине XIX в.

А. А. Джубанов

Уральск

Экология

Параллелизм популяционной динамики близких видов

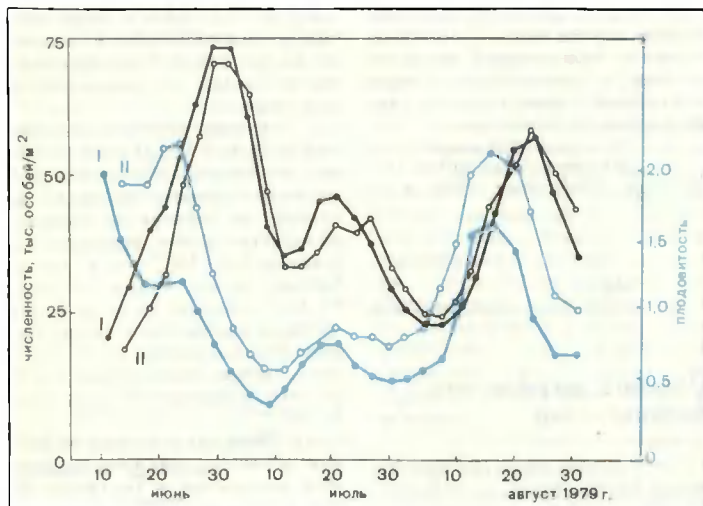
А. М. Гиляров (Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова), изу-

¹ Джубанов А. А. Находка остатков сосны в древнем погребении Северного Прикаспия. — Природа, 1980, № 7, с. 116.

² Иванов В. В. Степи Западного Казахстана в связи с динамикой их пожара. М. — Л.: Изд-во АН СССР, 1958.

³ Динесман Л. Г. Изменение природы северо-запада Прикаспийской низменности. М.: Изд-во АН СССР, 1960.

¹ Для вод Мирового океана принято среднее содержание кадмия 0,1 мкг/л (при солености $S=35\text{‰}$).



Сезонный ход численности и плодовитости двух видов дафний (I — *Daphnia cucullata*, II — *Daphnia galeata*).

чая зоопланктон оз. Глубокого (Московская обл.), обнаружил сходство популяционной динамики у ветвистоусых дафний — *Daphnia cucullata* и *Daphnia galeata*. В летние месяцы, 1977 и 1979 гг. автор с интервалом в 3 дня определял в разных точках озера от глубины 10 м до поверхности численность молодых и взрослых особей обоих видов дафний и число яиц у самок. Хотя среднее количество особей каждого вида было различным, в сезонных изменениях их численности наблюдалась полная синхронность. Это свидетельствовало о том, что развитие обеих популяций определяется одними и теми же факторами, среди которых основным является, по-видимому, дефицит пищи. Обеспеченность взрослых особей пищей отражается прежде всего на их плодовитости, которая у *D. cucullata* и *D. galeata* также изменялась строго синхронно. Предшествование пиков плодовитости пикам численности, особенно хорошо заметное в 1979 г., указывало на ведущую роль пищевого фактора в регуляции численности.

По мнению автора, успешному сосуществованию двух этих видов дафний способствует раз-

личие в их размерах (средний размер *D. cucullata* 0,62 мм, а *D. galeata* 1 мм), что позволяет *D. galeata* расширить диапазон потребляемых частиц. Немаловажную роль играют также различия в плодовитости и возрастной структуре видов. В оба года *D. galeata* характеризовались более высокой плодовитостью и вместе с тем более низкой выживаемостью молоди, чем *D. cucullata*.

Вполне вероятно, что в богатом видами сообществе, ограниченном в целом пищевыми ресурсами, экологическая дивергенция (расхождение признаков) может оказаться для выживания видов менее выгодной, чем конвергенция или, во всяком случае, параллелизм.

Доклады АН СССР, 1981, № 1, с. 251—254

Экология

Мир в 2000 году

Специальная комиссия Комитета по окружающей среде и Государственного департамента США представила прогноз развития земной цивилизации к 2000 г. Предположив, что не произойдет каких-либо социально-экономических или технологических революций и сохранится существующий характер промышленного разви-

тия, комиссия пришла к очень пессимистическим выводам. Вот некоторые из них.

Численность населения Земли возрастет с 4 млрд человек в 1975 г. до 6,35 млрд в 2000 г., причем 90% прироста придется на развивающиеся страны. В результате доход на душу населения в них останется низким, хотя общенациональный доход увеличится. Производство пищи почти удвоится, однако количество продуктов питания на одного человека возрастет лишь на 15%; подавляющая доля прироста придется на промышленно развитые страны. Так, количество пахотной земли, приходящейся на одного человека, уменьшится с 0,4 га в 1975 г. до 0,25 га в 2000 г., рост производства пищи будет происходить исключительно за счет интенсификации сельскохозяйственного производства, связанной с большими энергетическими затратами. Поскольку энергия, как ожидается, подорожает приблизительно в 1,5 раза, стоимость питания увеличится в 2 раза.

Мировая добыча нефти и газа приблизится к своему геологическому максимуму при одновременном росте цен на эти виды топлива. К 2000 г. будет израсходована примерно половина всех имеющихся запасов нефти, поэтому человечество перейдет на другие виды энергии (ядерную, солнечную, ветровую и др.).

Площадь лесов уменьшится на 40% (в основном, за счет вырубки в тропиках); площадь пустынь увеличится на 20% из-за эрозии почв, потери почвой органических веществ, засоления и защелачивания, выкачивания из почв воды. При этом потребность людей в воде увеличится в 2 раза, а количество пресной воды на одного человека уменьшится на 35%.

Непрерывный рост городов будет приводить к значительному загрязнению почвы, воздуха и воды промышленными отходами. Уже сейчас из-за интенсивного применения ядохимикатов происходит отравление сельскохозяйственной продукции, а также подземных вод и их стоков; кроме того, появились устойчивые к применяемым ядохимикатам вредители

и одновременно уничтожаются их естественные враги — насекомые-хищники и птицы. Использование сельскохозяйственных монокультур приводит к большим потерям урожая при эпидемических заболеваниях.

Во все большей степени будет происходить загрязнение атмосферы соединениями серы, окислами азота и углерода, углекислым газом. Как следствие разрушения озонового слоя закисью азота и фреонами, выделяемыми промышленными установками, возрастет интенсивность жесткого ультрафиолетового излучения, достигающего поверхности Земли. Количество двуокиси углерода в атмосфере увеличится на 1/3 по сравнению с допромышленной эпохой. Если эта тенденция сохранится, то уже к 2050 г. его количество удвоится, и начнет действовать «парниковый эффект»: в средних широтах температура увеличится на 2—3°, а в приполярных районах — на 5—10°.

По мнению американских исследователей, к концу этого века исчезнет с лица Земли 1,5—2 млн видов растений и животных, что составит около 15—20% от имеющихся в настоящее время. Основная причина — исчезновение их мест обитания, а также загрязнение окружающей среды. Уже сейчас на грани исчезновения находится 274 вида пресноводных рыб, такая же опасность угрожает и многим морским рыбам, поскольку от 60 до 80% из них на определенном этапе своего биологического цикла используют реки, их устья, заболоченные берега, мангровые болота и другие прибрежные экосистемы, разрушаемые и загрязняемые в ходе деятельности человека.

Одновременно будет происходить и прямое загрязнение мирового океана и истощение его питательных ресурсов.

Таким образом, прогноз, подготовленный американскими специалистами для правительства США, неявно подтверждает, что и с точки зрения сохранения окружающей среды существующий капиталистический путь развития грозит гибелью человечеству и оно стоит перед необходимостью корен-

ных социальных перемен. Лишь в этом случае могут быть приняты радикальные экономические и технические меры, способные предотвратить вырождение цивилизации.

The global 2000 report to the President (Entering the 21-th century), Washington, 1980, v. 1.

Экология

Опасное загрязнение Великих озер

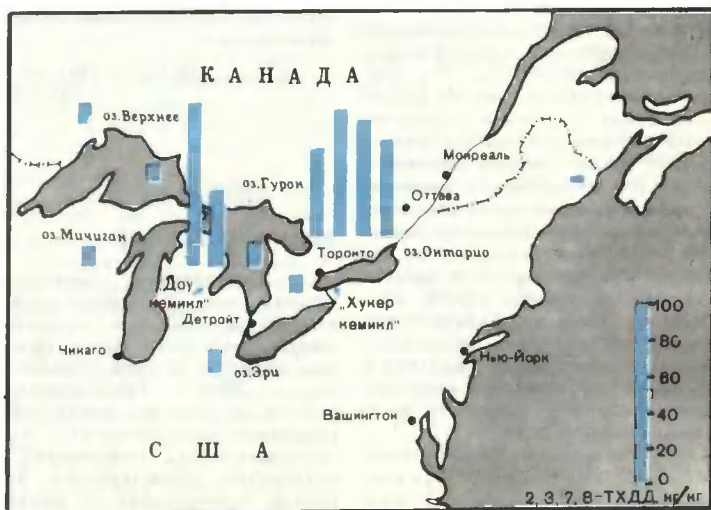
Группа канадских орнитологов из Национального центра исследования природы в Торонто провела химический анализ яиц сельдяной чайки, которые были взяты в 12 ее колониях, расположенных на разных побережьях Великих озер. В составе яиц обнаружен самый токсичный из всех диоксинов — 2, 3, 7, 8-тетрахлордibenзопарадиоксин (2, 3, 7, 8-ТХДД); он является побочным продуктом при производстве 2, 4, 5-трихлорфеноксиацетиновой (2, 4, 5-Т) кислоты, которая входила в состав некоторых пестицидов и ныне запре-

Количество 2, 3, 7, 8-тетрахлордibenзопарадиоксина в яйцах сельдяной чайки, внесенных в различных районах Великих озер (данные 1980 г.).

щена. В 70-х годах в США ежегодно производилось в среднем до 20 тыс. т 2, 4, 5-трихлорфенола, в Канаде это вещество не выпускалось.

В ряде случаев содержание 2, 3, 7, 8-ТХДД в яйцах чайки составляло 10^{-11} , что уже вызывает тревогу; в одном из пунктов на берегах оз. Онтарио количество этого вещества составило $6,4 \cdot 10^{-11}$, а в заливе Сагино на оз. Гурон — даже $9 \cdot 10^{-11}$. Более того, в яйцах, которые хранились в лабораторных холодильниках с 1971 г. и лишь теперь подверглись анализу, его содержание достигает $8 \cdot 10^{-10}$.

Проведенное исследование показало, что производителем диоксинов в бассейне Великих озер до 1979 г. являлась компания «Доу кемикл», которой принадлежит химический завод в Мидленде (штат Мичиган), на берегу р. Сагино. До 1974 г. в районе Ниагарского водопада (штат Нью-Йорк) действовал теперь уже закрытый химический завод компании «Хукер кемикл», тоже вырабатывавший диоксины в качестве побочных продуктов. Представители Канадского управления охраны природы высказали предположение, что катастрофический выброс диоксинов, приведший к столь сильному и опасному загрязнению среды Великих озер, произошел в результате аварии на заводе в Ниагара-Фоллс. В яйцах, внесенных после закрытия этого заво-



да, содержание диоксида резко снизилось.

Экологи Канады и США приступили к совместным исследованиям уровня загрязненности различных компонентов природной среды Великих озер. Рассматривается возможность предъявления судебных исков на крупные суммы виновникам загрязнения.

АМВЮ, 1981, v. X, № 1, p. 38—39 (Швеция).

Экология

Состояние природной среды в Дании

Из официального отчета, опубликованного Национальным управлением по охране природной среды Дании, следует, что в наихудшем состоянии все компоненты окружающей среды находятся в районе Большого Копенгагена, где сосредоточено около 1,5 млн населения и большая часть тяжелой промышленности страны. Однако отмечается и определенный прогресс. Так, за последнее десятилетие содержание двуокиси серы в воздушном пространстве города (в связи с внедрением центрального отопления, увеличением высоты заводских труб и ограничениями на содержание серы в нефтепродуктах) снизилось на 55%, а сажи и копоти на 80%. По всей Дании с 1970 по 1977 г. выброс двуокиси серы в атмосферу сократился на 20% (с 568 тыс. т до 472 тыс. т в год). Однако около 40% серосодержащих веществ поступает в воздушное пространство Дании из-за рубежа.

Главным образом в связи с увеличением числа автомашин и переводом многих электростанций и отопительных систем с нефти на уголь растет загрязнение атмосферы закисью азота. В то же время снизилось содержание в воздухе продуктов свинца — после того как в 1977 г. максимально допустимая добавка свинца в бензин была уменьшена с 0,55 г/л до 0,40 г/л (Управление по охране природной среды рекомендует сократить ее до 0,15 г/л).

Хотя за последние годы

в стране резко возросло применение гербицидов и пестицидов, содержание токсичных веществ в почве незначительно, однако эффекты длительного пребывания в почве ряда веществ и их проникновения в подземные воды еще недостаточно изучены.

В Дании широко распространена практика централизованной ликвидации промышленных и бытовых отходов. Нефте-содержащие и химические отходы свозятся на специальные сборные пункты; в местах свалки оборудуются плотные подстилающие слои, которые препятствуют просачиванию отходов и загрязнению подземных вод.

За последнее десятилетие несколько улучшилось состояние рек и озер, однако еще наблюдаются случаи загрязнения их пестицидами. Необходимы меры (например, драгирование), чтобы «омолодить» застойные экосистемы ряда озер.

Омывающим Данию морским водам и побережьям страны все еще угрожают утечка нефти с судов и стоки бытовых отходов и канализации. Наиболее загрязнены воды проливов Эресунн и Малый Бельт, куда, в частности, поступает соответственно 6370 и 600 кг ртути в год; считается, что большая часть ртути приносится течениями из других районов. От 850 до 1050 кг ртути в год поступает в Эресунн с канализационными и отработанными промышленными водами. В нескольких фьордах и на некоторых участках побережья отмечено излишнее размножение водорослей, препятствующих проникновению света в воду. С увеличением количества нефтепродуктов в морской воде участились случаи гибели водоплавающей птицы.

Особенно серьезно положение с «шумовым загрязнением». Несмотря на запретительные меры, шумовой фон растет, и главная причина — десятикратное по отношению к 1950 г. увеличение числа автомашин. За последние 30 лет уровень шума на улицах и шоссе возрос на 10 дБ, что человеческим ухом воспринимается как удвоение силы звука. Почти половина жилых домов в Дании подвержена шуму в 55 дБ,

а 20% населения живет в помещениях, где шум превышает 65 дБ (предел допустимого).

На мероприятия по защите природной среды расходуются около 3 млрд крон ежегодно, что составляет почти 1% национального валового продукта Дании. Около половины всей суммы идет на ликвидацию бытовых и промышленных отходов, другая половина — на улучшение общего состояния среды.

АМВЮ, 1980, v. IX, № 2, p. 104—106 (Швеция)

Экология

Северный олень и нефтепровод

Трансаляскинский нефтепровод проходит через центр обитания карибу — канадского подвида северного оленя. Уже с момента планирования нефтепровода представители природоохранных организаций высказывали опасения, что столь грандиозное сооружение может пагубно отразиться на экологии этого крупнейшего животного тундры. По их настоянию были приняты меры к снижению отрицательного эффекта. Так, чтобы олени могли беспрепятственно проходить к сезонным пастбищам и местам отела, трубы на путях миграции стад в одних местах были подняты на опорах, в других заглублены и засыпаны гравием; подбирались не отпугивающая животных окраска и т. д. Ныне, спустя несколько лет после завершения строительства, можно оценить степень эффективности этих мер.

Выяснилось, что пугливые карибу научились не обращать внимания на непривычный им огромный предмет. Тем не менее наблюдения с воздуха и с автомашин, следовавших по шоссе, продолженному параллельно нефтепроводу, указывают на неравномерное распределение животных: в районе Арктического склона, например, береманов важенок и важенок с телатами на пастбищах непосредственно вдоль нефтепровода непропорционально мало, а вдали от него их скопления достаточно велики.

Отмечается существенное падение общего поголовья северных оленей Аляски. В 1970 г. арктическое стадо (основное в северном районе нефтепровода) насчитывало более 240 тыс. голов, а шесть лет спустя снизилось до 50—60 тыс. Специалисты-экологи считают, что причина заключается не в нарушении привычного ландшафта тундры, к чему карибу в значительной степени приспособились, а в резко возросшем в связи с освоением нефтяных месторождений отстрелом животных.

New Scientist, 1980, v. 87, № 1216, p. 671 (Великобритания).

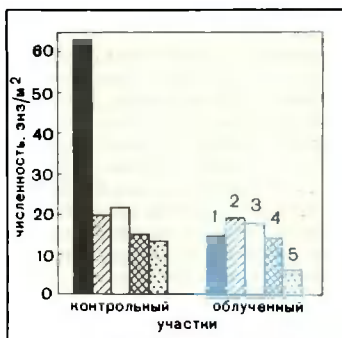
Экология

Влияние радиоактивного загрязнения почвы на дождевых червей

Д. А. Кривоуцкий, В. А. Турчанинова (Институт эволюционной морфологии и экологии животных им. А. Н. Северцова АН СССР), Т. М. Семьяшкова (Институт биологии Коми филиала АН СССР) и З. А. Михальцова (Институт зоологии АН БССР) подвели итог семилетнему изучению чувствительности различных наземных и почвенных беспозвоночных к радиоактивному загрязнению среды стронцием (^{90}Sr), радием и торием.

Из всей почвенной фауны (многоножки, пауки, жуки, личинки различных насекомых) более других страдает от радиоактивного загрязнения группа дождевых червей. Когда на экспериментальном участке соснового леса спустя 4 мес. после его облучения подвижной гамма-установкой подсчитали численность дождевых червей, оказалось, что она сократилась в 5 раз — с 66 (контроль) до 13 экз./м².

Существенные изменения в структуре и состоянии животного населения почв отмечены и в случаях повышенного естественного фона радиации. Так, на участках средней тайги с повышенной концентрацией радия или тория наблюдалось явное угнетение популяции дождевых червей: их численность в сере-



Численность основных групп почвенной фауны на контрольном и облученном участках соснового леса [1 — дождевые черви, 2 — личинки двукрылых, 3 — многоножки, 4 — личинки жуков, 5 — пауки].

дине лета была в несколько раз ниже контрольной; меньше были и размеры особей. Кроме того, отмечены нарушения в репродукционном процессе: на контрольном участке в августе было много молодых особей, а на загрязненном их почти не было. По-видимому, в условиях загрязнения молодые особи растут и достигают зрелости с запозданием. Так, в июне, когда дождевые черви только начинают размножаться, контрольная популяция была в основном представлена уже половозрелыми особями, а на участках с высоким загрязнением больше половины червей еще не достигли половой зрелости.

Более резкую реакцию дождевых червей на радиоактивное загрязнение по сравнению с другими видами почвенной фауны авторы объясняют их постоянным и самым тесным контактом с почвой. Черви заглатывают вместе с пищей (растительными остатками) большое количество минеральных частиц и облучаются, таким образом, не только извне, как подавляющая часть других беспозвоночных, но и изнутри. У всех видов дождевых червей, обитавших на участках с повышенным фоном естественной радиации, в эпителии их наружных покровов и кишечника значительно увеличено число слизистых клеток, которые выделяют к тому же повышенное количество слизи. Это сви-

детельствует о нарушении нормального функционирования организма.

Таким образом, черви оказываются удобным биоиндикатором радиоактивного загрязнения почвы.

Экология, 1980, № 6, с. 67—72.

Экология

Мхи и лишайники как индикаторы радиоактивного загрязнения

В Институте экологии животных и растений Уральского научного центра АН СССР ведутся систематические исследования закономерностей миграции радиоактивных веществ в природных биогеоценозах. Особое внимание при этом уделяется изучению различных видов мхов и лишайников, которые, как известно, обладают рядом важных в этом смысле эколого-морфологических особенностей¹: широким ареалом распространения, большим видовым разнообразием, медленным нарастанием и отмиранием биомассы, высокой сорбционной емкостью и прочностью фиксации отдельных химических элементов.

И. В. Молчанова и Н. В. Боченина изучали процесс накопления мхами изотопов стронция (^{90}Sr) и цезия (^{137}Cs), содержащихся в водных растворах и твердых субстратах (песке, лесной подстилке). Мхи относились к различным экологическим группам: зеленым напочвенным — *Pleurozium schreberi*, *Rhytidiadelphus triquetrus*, *Climacium dendroides* и болотным — *Sphagnum squarrosum*.

¹ См.: Лишайники обнаруживают загрязнение среды. — Природа, 1980, № 6, с. 116; Верховые торфяники — индикаторы нарастающего загрязнения атмосферы. — Там же; Лишайники — индикаторы загрязнения среды тяжелыми металлами. — Природа, 1981, № 1, с. 86.

² См. также: Тюрюканова Э. Б. Стронций-90 в биосфере. — Природа, 1981, № 1, с. 44.

Экология

Все отобранные виды мхов в больших количествах поглощают оба эти элемента из водных растворов и в значительно меньших — из твердых субстратов. Но если из лесной подстилки ^{90}Sr поглощается меньше, чем из песка, то накопление ^{137}Cs из лесной подстилки, наоборот, превышает поступление из песка. В опытах по искусственному вымыванию из мхов поглощенных ими изотопов обнаружено, что ^{90}Sr выделяется до 60—80%, а ^{137}Cs — до 30—60%. Однако, несмотря на установленную в этих опытах высокую подвижность указанных изотопов, в природных условиях мхи могут их сохранять довольно длительное время. По-видимому, высокая аккумулятивная способность мхов связана с образованием ими плотного покрова, удерживающего водные растворы с загрязняющими агентами.

М. Г. Нифонтова и А. В. Лебедева изучали поглощение из водных растворов ^{55}Fe , ^{60}Co и ^{144}Ce лишайниками, относящимися к следующим эколого-морфологическим группам: напочвенные кустистые — *Cladonia stellaris*, *Cladonia rangiferina*, *Cladonia amaurocraea* и напочвенные листоватые — *Peltigera canina*; эпифитные кустистые — *Usnea* sp. (с сосны) и эпифитные листоватые — *Parmelia* sp. (с сосны); эпифитные листоватые — *Umbilicaria rep-sylvanica*, *Parmelia* sp. (с гранита).

Наиболее эффективно лишайники накапливают ^{55}Fe и ^{60}Co . Эти изотопы преимущественно сорбируются напочвенными эпифитными видами лишайников, причем кустистые формы накапливают в 1,5—2 раза больше, чем листоватые. Различные виды различаются и по степени аккумуляции изотопов: если ^{60}Co эффективно поглощают все виды напочвенных кустистых лишайников, то ^{55}Fe активно поглощает только *Cladonia amaurocraea*.

Результаты этих экспериментальных исследований позволяют более рационально подбирать виды мхов и лишайников для контроля за радиоактивным загрязнением окружающей среды.

Меры по спасению Венеции

Венецианская лагуна — одна из удивительнейших экологических систем нашей планеты. Ее пейзаж искусственно создавался в течение 15 веков: Древние венецианцы отвели или перегородили реки, впадавшие в лагуну, воды которых заболачивали побережье, и создали морские прибрежные заграждения. Были проведены большие работы против осаднения в лагуне песка. Только в силу такой непрерывной деятельности Венеции удалось «выжить».

Однако начиная с 1917 г., когда были построены нефтеперерабатывающие заводы и прорыт фарватер для нефтеналивных судов, произошло постепенное колоссальное загрязнение воды и воздуха, что, в свою очередь, ускорило деградацию окружающей среды. Высокая концентрация в ней сернистого ангидрида, окиси азота и углерода, хлора, фтора, пыли, содержащей кальций, алюминий, железо, медь и синтетические волокна, — вот главная причина разрушения исторических памятников Венеции.

Для их спасения и восстановления природы Венецианской лагуны был разработан комплекс мероприятий. Промышленным предприятиям было предписано в жесткие сроки построить и ввести в эксплуатацию очистительные установки — своего рода защитный пояс лагуны, состоящий из каналов удаления отходов и контрольных станций очистки. Степень загрязнения оказалась под контролем сети, состоящей из 45 станций слежения, расположенных в различных местах города и прилегающих районах.

Правительственный надзор за художественными произведениями города открыл специальные реставрационные мастерские, где работают химики, геологи и специалисты по камню. Они проводят исследования и вырабатывают рекомендации по предупреждению и лечению «болезней», поражающих камни Венеции. В частности, весьма эф-

фективным оказалось проведение инъекций или смазывание специальными синтетическими смолами разрушающихся зданий города. Был использован лазерный метод, позволяющий вести очистку трудно доступных мест скульптур.

Под началом Национального центра исследований и ЮНЕСКО была создана также лаборатория по изучению динамики больших масс, которая занимается геологией, океанографией и метеорологией.

Как известно, Венеция постепенно погружается в море со скоростью 12 см за 100 лет. При этом в 60-е годы нашего столетия опускание усилилось и достигло 5,5 мм/г, чему способствовало чрезмерное выкачивание подземных вод промышленными предприятиями. Ранее борьба с этим явлением сводилась к искусственному наращиванию настила улиц и площадей. С 1975 г. были закрыты все колодцы и открыт акведук, который приносит в район Венеции воды р. Силь. Эти меры привели к подъему исторического центра города на 2 см.

В дальнейшем путем инъекций цемента в почву предусматривается приподнять примерно на 20 см наиболее низко расположенные кварталы города.

Для борьбы с наводнениями, от которых периодически страдает город, были разработаны математические модели поведения воды в море и лагуне. На основе их изучения созданы станции слежения, позволяющие заранее предсказывать подъем воды и тем самым облегчающие борьбу с этим явлением. В частности, предполагается закрывать устья лагун в случаях сильного прилива подвижными дамбами.

Casabella, 1981, № 465 (Италия).



Экология и эволюция

А. В. Яблоков,
доктор биологических наук
Москва



Э. Пианка. ЭВОЛЮЦИОННАЯ ЭКОЛОГИЯ. Пер. с англ. А. М. Гилярова и В. Ф. Матвеева. Под ред. и с предисл. М. С. Гилярова. М.: Мир, 1981, 400 с.

Отечественная экологическая литература пополнилась очень интересной книгой известного американского эколога, профессора Техасского университета в Остине Э. Пианки «Эволюционная экология». Автор посвящает книгу замечательному генетику Р. Фишеру и известному экологу Р. Мак-Артуру, подчеркивая тем самым тесную связь генетико-эволюционных концепций и современной экологии. И в самом деле, мало найдется в мировой лите-

ратуре сводок, где бы эволюционный подход к проблемам экологии выступал бы столь последовательно и зримо. Не в пример многим экологам автор не только превосходно разбирается в современной и классической популяционной генетике, но сумел применить эти знания как для изложения основ экологии, так и для творческого развития ряда ее концепций.

Автор подчеркивает, что основное внимание он уделяет «основным законам общей экологии, в частности тем, которые приложимы к теории естественного отбора или могут интерпретироваться с ее позиций» (с. 10). Экология при этом определяется как «наука, изучающая отношения между организмами и всеми физическими и биологическими факторами, в совокупности воздействующими на данные организмы или находящимися под влиянием последних» (с. 11). Другими словами, экология — это, по мнению автора, наука о том, как организм влияет на свое окружение и как окружение влияет на организм.

По мере своего развития, отмечает Э. Пианка, каждая наука становится более абстрактной, при этом ее гипотезы совершенствуются, достигая в конце концов статуса «законов». В экологии пока нет таких законов, какие известны нам из физики и химии. Единственной концепцией в биологии, заслуживающей такого статуса, оказывается концепция естественного отбора, в равной мере распространяющаяся на все отрасли биологии, в том числе и экологию.

Структура книги достаточно проста. Во введении кратко описаны основы популяционной генетики, теории отбора и фундаментальные представления экологии о лимитирующих факторах и пределах толерантности. В следующей главе изла-

гается материал по факторам физической среды (климат в настоящем и геологическом прошлом, с акцентом на изменчивость параметров климата во времени и пространстве). Затем описывается взаимодействие климата и растительности, с особым вниманием к первичной продукции, почвообразованию, сукцессиям, жизненным формам растений и классификации природных сообществ. Далее речь идет о «физиологической экологии», читатель получает представление о физиологическом оптимуме, энергетике метаболизма, тепловом «бюджете». Глава «Принципы популяционной экологии» содержит материал по возрастной и половой структуре популяции, росту и регуляции численности популяций, популяционным циклам, эволюции рождаемости и смертности, территориальности, пищевой стратегии и некоторым типам отбора, в частности отбору среди близкородственных индивидуумов. В следующей главе выделяются четыре большие части: конкуренция, хищничество, коэволюция, симбиотические связи, которые рассмотрены на экспериментальном и теоретическом уровнях в эволюционном аспекте. Специальная глава посвящена «экологической нише». Кроме краткой истории этого понятия, здесь развиваются представления о нише как гиперпространстве, рассказывается об эволюции ниш и других связанных с этим вопросах. Далее, рассматривая «структуру сообществ», автор подробно говорит о пищевых сетях и трофических уровнях, пирамидах энергии, численности и биомассе, экологической термодинамике и энергетике, анализе видовой разнообразия, эволюционной устойчивости и эволюции сообществ. Последняя глава посвящена биогеографическим аспектам эколо-

гии: теории островной биогеографии, связи морфологической изменчивости с шириной экологической ниши и потоком генов, островам как природным экологическим экспериментам. В качестве специального в этой главе раздела выделены проблемы прикладной географии, в частности говорится о принципах планирования природных заповедных территорий.

Каждая глава снабжена большим списком рекомендуемой литературы, которая в сочетании с обширными указателями придает дополнительную справочную ценность рецензируемой книге.

Важно отметить, что в книге содержится не просто постановка проблем, но эти проблемы развиваются на уровне последних достижений в экологии и общей биологии. При этом вполне естественно, что проблемы, близкие автору по его профессиональным интересам и опыту работы, написаны наиболее удачно.

В редакторском предисловии правильно подчеркнуто, что представления автора об «эволюционной экологии» отличаются от представлений, развивавшихся в СССР академиком С. С. Шварцем и его школой. Но эти различия носят, на мой взгляд, количественный, а не качественный характер: в каких-то разделах экологии (в основном, в области микроэволюции и образования видов) советской школой эволюционных экологов сделано, по-видимому, больше, в целом ряде других — бесспорно первенство зарубежных экологов. Важно отметить, что и в том, и в другом случае развитие эволюционной экологии шло на основе дарвинизма.

Придирчивый анализ может выявить в книге немало логических упущений или недомолвок. Например, вся популяционная, физиологическая и «системная» экология входят в эволюционную экологию. Вряд ли это так. Трудно согласиться и с включением в эволюционную экологию термодинамики живых систем, теории островной биогеографии и климатологии. В ряде глав нет широкого обзора материала по затронутым разделам экологии — лишь изложение наиболее интересных

с позиции автора аспектов. С одной стороны, это хорошо, поскольку в каждом разделе есть что-то новое, а с другой стороны — плохо, так как не создается достаточно полной картины.

Пожалуй, главное критическое замечание относится к трактовке автором понятия «экологическая ниша». Декларируя совершенно правильное, на взгляд рецензента, понимание ниши как «профессии» вида и подчеркивая неправомерность использования этого понятия для определения места обитания вида или диапазона условий существования, автор тем не менее в процессе изложения материала по экологической нише неоднократно сводит описание ниши именно к такому ее пониманию (концепция Г. Хатчинсона).

Другое замечание является не столько критическим, сколько рекомендательным. Говоря о климатических влияниях на живое, автор порой упускает крайне важный момент обратного влияния живого на окружающую среду. Известно, что кислород в атмосфере, да и вообще газовый состав атмосферы Земли в немалой степени — биогенного происхождения; менее известно, что и состав пресных вод, так же как и состав Мирового океана, по-видимому, в основном биогенного происхождения. Достаточно одного примера, чтобы показать существо дела. Лишите Байкал населяющих его ракообразных — знаменитой эпишуры, пропускающей через себя всю массу воды в считанные годы, — и байкальская вода сразу же потеряет свои качества. То же относится в больших масштабах к Мировому океану. Эта биогенность основных жизненно важных характеристик биосферы важна для определения пределов антропогенного давления на живое вещество биосферы: эти пределы могут оказаться ближе и последствия более тревожными, чем предполагалось ранее.

Оценивая книгу в целом, еще раз подчеркну, что она интересна и полезна. Автору удалось сделать достаточно легким изложение даже сложных теоретических положений,

чему в немалой степени способствует большое число наглядных схем и рисунков. В заключение отмечу точность и высокое качество перевода, выполненного бережно по отношению к авторскому тексту и с творческим энтузиазмом.

В целом книга, несомненно, привлечет внимание широких кругов исследователей — притом не только биологов — и послужит развитию отечественной экологии.

Тропы, которые нельзя прокладывать

Ф. Р. Штильмарк,
кандидат биологических наук
Москва



ЗАПОВЕДНЫМИ ТРОПАМИ.
Пособие для учащихся. Под
ред. Т. А. Адольф. М.: Просвеще-
ние, 1980, 192 с.

Книги о природе, как известно, не залеживаются на магазинных прилавках. Тем более такие, как эта — хорошо оформленная, с множеством цветных, удачно подобранных иллюстраций. Она открывается очерками

по истории заповедного дела, о размещении сети заповедников в настоящее время, принципах их деятельности, направлении научной работы и т. д. Основное назначение пособия — познакомить учащихся (видимо, прежде всего школьников) с заповедниками нашей страны. Этой цели отвечают четырнадцать очерков о заповедниках, расположенных в различных географических зонах. Главное внимание уделяется сведениям о флоре и фауне, описываются также рельеф, климат, природные достопримечательности.

Местоположение каждого из этих четырнадцати заповедников отчетливо показано на ярких наглядных схемах, которые придают отдельным частям книги облик путевода. А текст как бы приглашает читателей посетить эти заманчивые уголки с их интересными объектами. Такое впечатление особенно усиливается многочисленными зарисовками почти рекламного типа. Например: «Мы решили провести ночь в приморской части авандельты. Совсем небольшое расстояние отделяет нас от Каспия, но его не видно за многочисленными островами. Острова ничем не покрыты, только окружены зарослями тростника. Бесшумно пристаем к одному из них. Никто не замечает нашего появления» (с. 132). Или: «Когда вы ущельем подходите к водопаду, то полоса воды в 20 м высоты закрывает выход. Кажется, что полоса движется на вас, ударяется о выступы, разбивается на мельчайшие брызги, поднимается облаком вверх и снова падает». В шуме водопада, сообщает ко всему прочему автор, не слышно «даже ружейного выстрела» (с. 60).

Читателям, особенно учащимся, которым предназначена книга, очень трудно уловить, идет ли речь о пребывании в заповеднике с целью специальных научных исследований или же о развлекательных экскурсиях по заповедникам.

В книге явно смешаны представления о заповедниках и национальных парках. В настоящее время всякий (в том числе и организованный) туризм в заповедниках — за редкими исключениями — полностью запрещен. Авторы игнорируют

этот факт. Ни во введении, ни в заключении не сказано о важнейшем правиле для любого заповедника — строгом запрете свободного посещения его территории. Напротив, взору читателей открываются такие картины: «Туристов можно встретить повсюду: на озерах, в горах, у источников, в лесу, на ледниках, на лугах и полянах. Люди идут и идут целыми толпами... Людям все предоставлено. Смотрите, любуйтесь!» (с. 186).

Приведенные строки свидетельствуют лишь о том, что Тебердинский заповедник (речь идет о нем), по существу, утратил заповедность и превратился в национальный парк. Но положение дел в Тебердинском заповеднике и существование туристического района в заповеднике «Столбы» — печальные исключения, о которых не стоило говорить без специальных пояснений, так же как и о сборе гагачьего пуха в Кандалакшском заповеднике (с. 29).

Помещенные в заключительном очерке Т. А. Адольф призывает к культурному поведению людей на лоне природы сами по себе, конечно, совершенно правильны, но они вовсе не относятся к заповедникам. Автор пишет: «Не будь неряхой! Бумагу не бросай! Банки из-под консервов закопай! Полиэтиленовые пакеты бери с собой обратно. Сучки на деревьях не ломай!.. Уходя с привала, внимательно оглядись кругом. Все ли ты убрал? Привел ли в порядок свой бивак? Приятно ли будет другому человеку здесь отдохнуть? Если нет, остановись и закончи уборку» (с. 190).

К этому «наказанию для туристов» невольно хочется добавить следующее:

Дорогой юный турист! Тебе сегодня предоставлена почти вся страна со своими просторами и только в государственные заповедники (территория которых составляет 0,4% общей площади) вход строжайше запрещен. Не забывай об этом!

Увы, именно это упущено. Наставления же для туристов по поводу культуры их поведения в заповедниках, прямо скажем, вызывают недоумение.

Можно было бы сделать ряд других критических замеча-

ний по тексту, в котором есть некоторые фактические неточности (их очень мало) и стилистические неудачи (на наш взгляд, довольно частые). Но больше хочется говорить не о том, что есть в этой книге, задуманной, несомненно, с самыми хорошими намерениями, а о том, чего в ней не хватает. Прежде всего, в книге не подчеркнута особая роль заповедников среди других категорий охраняемых природных объектов, с чем связана и недопустимость туризма в пределах заповедников, и запрет их свободного посещения.

Один из видных специалистов заповедного дела недавно писал, что если в заповеднике ничего нет, кроме красоты природы, то его надо преобразовать в национальный парк — такая судьба и ждет со временем, очевидно, некоторые заповедные ныне участки, куда нельзя прекратить доступ людей (например, красноярские «Столбы»).

Уместно задать вопрос: можно ли в таком случае вообще писать о заповедниках для школьников? По мнению рецензента, можно и нужно, но не очерки, отчасти напоминающие рекламные буклеты и путеводители, а такие научно-популярные книги, которые убедили бы ребят в необходимости существования строжайше охраняемых заповедных уголков, вход в которые разрешен только тем, кто всю свою жизнь посвятил нелегкому служению заповедникам. Ведь никто не обижается на часовых, стоящих у входа в подвалы государственных банков. Заповедники же — самые ценные банки, хранилища золотых фондов нашей природы. В книгах о них не должно быть ни карт с указателями, ни — тем более! — правил для туристов.

Технические заметки МАБ

В. М. Неронов,
ответственный секретарь
Советского комитета
по программе ЮНЕСКО
«Человек и биосфера»

MAБ TECHNICAL NOTES. Paris:
The UNESCO Press, 1975—1980,
v. 1—13.

К настоящему времени получены определенные результаты, относящиеся к отдельным проектам МАБ. Начиная с 1975 г. эти результаты публикуются ЮНЕСКО на английском и французском языках в специальной серии, озаглавленной «Технические заметки МАБ». Ниже приводится краткое содержание первых тринадцати выпусков этой серии, по которым можно судить об основных исследовательских проектах программы МАБ и их осуществлении.

MAБ TECHNICAL NOTES 1. The Sahel: ecological approaches to land use. 1975, 99 p. (Вып. 1. Сахель: экологические подходы к землепользованию).

Этот выпуск подготовлен на основании материалов регионального совещания по комплексным экологическим исследованиям и планированию землепользования на территории Сахеля¹. Совещание прошло в марте 1974 г. в Ниамее (Нигер). Авторы этого выпуска — Л. Бери, Н. Маклеоз, А. Жилле, Ж. Бу-

де, Г. Зайферт, Э. Бернус, Д. Джонсон. Открывается выпуск статьей «Сахель: климат и почвы». Затем обсуждается возможность использования спутниковой информации и аэроснимков для составления различных природных карт, а также для обоснования имеющих большое значение для Сахеля метеорологических прогнозов. В других статьях рассказывается о растительном покрове и пастбищах Сахеля, о роли лесного хозяйства в улучшении пастбищ и развитии поливного земледелия в этом регионе, о животноводстве и проблемах ветеринарии в Сахеле.

Кроме того, в этом выпуске рассматривается история освоения Сахеля и причины нарушения здесь равновесия между кочевым и оседлым способами землепользования.

MAБ TECHNICAL NOTES 2. Mediterranean forests and maquis: ecology, conservation and management. 1977, 79 p. (Вып. 2. Средиземноморские леса и маквис: экология, охрана и использование).

В этом выпуске представлены три статьи. Первая из них «Леса Средиземноморья» П. Кезеля обсуждалась в Париже в апреле 1974 г. на заседании группы экспертов. В статье подробно описаны экологические, био-климатические и биогеоценотические особенности лесов Средиземноморья и даны рекомендации по их охране и использованию. Автор сравнивает различные классификации средиземноморских лесов и их обобщенные геоботанические описания. Следующая статья посвящена различным типам маквиса — густых зарослей жестко-листных и колючих вечнозеленых кустарников, широко распространенных в разных районах Средиземноморья. Описаны их экологическая ценность,

причины деградации и способы охраны. Завершает выпуск статья Р. Морандини «Проблемы охраны, использования и восстановления средиземноморских лесов: первоочередные исследования».

MAБ TECHNICAL NOTES 3. Human population problems in the biosphere: Some research strategies and designs. 1977, 82 p. (Вып. 3. Демографические проблемы в биосфере: стратегия и схемы организации исследований).

Во вступительной статье П. Бейкера, который является также редактором выпуска и автором ряда помещенных в нем материалов, определены общие проблемы междисциплинарных исследований системы «население — среда», обсуждаются новые направления в решении этих проблем, в частности большое внимание уделено использованию методов математического моделирования. В последующих статьях иллюстрируются и уточняются подходы и методы изучения экологии человека в различных по природным и социальным условиям регионах. В статье «Человек и окружающая среда в Центральном Андах» дан анализ миграции населения между шестью типами поселений, расположенных в высокогорье и в предгорьях, и рассматриваются основные причины и последствия этих миграций. В других материалах отражены исследования миграций населения на островах, входящих в архипелаги Фиджи, Самоа и Гавайский, различающиеся по своим природным, социальным и культурно-этнографическим особенностям. В заключение публикуется обзор различных методов исследования экологии человека в городских условиях. Авторы этого выпуска — П. Бейкер, Р. Томас, Дж. Хаас, Г. Харрисон и Д. Джеффрис.

¹ Сахель — узкая полоса полупустынь и опустыненных саванн в Африке, которая тянется от Маавритании и Сенегала до Чада и границ Судана. Площадь Сахеля свыше 4 млн км².

MAV TECHNICAL NOTES 4. Dynamic changes in terrestrial ecosystems: patterns of change, techniques for study and applications to management. 1977, 30 p. (Вып. 4. Динамические изменения в наземных экосистемах: особенности изменений, методы их изучения и возможности управления).

В этом выпуске опубликован обзорный доклад (под редакцией Р. Слатье) по итогам Рабочего совещания, проведенного 12—16 января 1976 г. в Санта-Барбара (США). Основное внимание в нем сосредоточено на экологических сукцессиях — последовательных сменах одних биогеоценозов другими. Во введении излагаются современные концепции сукцессий и рассматривается воздействие разномасштабных изменений на стабильность видового состава сообществ. Затем анализируются различные методы (моделирование, многофакторный анализ и т. п.), применяемые для изучения динамических изменений. При этом говорится, что наиболее перспективно применение марковских цепей для моделирования экологических процессов, в особенности при прогнозировании сукцессионных изменений. Во второй части описаны различные приемы, необходимые для успешного управления естественными или измененными человеком экосистемами. В заключение отмечается, что для лучшего понимания процессов, происходящих в экосистемах, и для проверки моделей сукцессий требуются специальные наблюдения и долгосрочные эксперименты.

MAV TECHNICAL NOTES 5. Guidelines for field studies in environmental perception. 1977, 117 p. (Вып. 5. Руководство по полевым исследованиям понимания состояния окружающей среды).

Социологические исследования являются важным компонентом программы МАБ, а один из ее проектов (№ 13 «Понимание состояния окружающей среды») специально посвящен изучению социальных аспектов взаимодействия человека и биосферы. Для развития и унификации методов таких исследований и подготовлено А. Уайт² настоящее руководство,

которое после проверки и обсуждения на Рабочем совещании экспертов в мае 1976 г. в Виктории (Канада) было рекомендовано для публикации в серии «Технических заметок МАБ».

MAV TECHNICAL NOTES 6. Development of arid and semi-arid lands: obstacles and prospects. 1977, 42 p. (Вып. 6. Освоение пустынных и полупустынных земель: трудности и перспективы).

Этот выпуск представляет собой обзорный доклад по итогам Рабочего совещания экспертов, проходившего в штаб-квартире ЮНЕСКО 30 января — 2 февраля 1975 г. Первоначальный вариант его был подготовлен П. Пелисье при участии специалистов из Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО), Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) и Всемирной метеорологической организации (ВМО). Во введении и в первой части доклада кратко описаны природные особенности пустынных территорий. Во второй излагаются проблемы пастбищного животноводства, рассматриваются экономические трудности и кризисное положение в традиционном кочевом животноводстве аридных стран. Развитие пустынного земледелия обычно связывают с увеличением оросительной сети. Но почти всегда за ирригацией следуют такие нежелательные явления, как эрозия, засоление и деградация почв. По мнению специалистов, выход из положения состоит в интенсификации и совершенствовании уже существующей ирригационной сети, а не в ее увеличении. В третьей части излагаются предложения по экономическому развитию аридных стран. Отдельно рассматриваются предложения по важнейшим отраслям сельского хозяй-

ства в пустынных районах, а также вопросы индустриализации и урбанизации.

MAV TECHNICAL NOTES 7. Map of the world distribution of arid regions. Explanatory note. 1977, 54 p. with map (Вып. 7. Карта мирового распространения пустынь. Объяснительная записка).

Новая карта распространения пустынь была подготовлена ЮНЕСКО ко Всемирной конференции по борьбе с опустыниванием (Найроби, Кения, 29 августа — 9 сентября 1977 г.). Ее авторы — Ж. Малле и Р. Жирарди из Лаборатории тематической картографии Национального центра научных исследований Франции. Сопроводительный текст составил П. Легри, Ф. Бласко и Э. Фицпатриком. Масштаб карты сохранен таким же, как на широко известной карте П. Мейджса (P. Meigs, 1952) — 1:25 млн, но проекция выбрана другая: для сохранения компактности карты океанические пространства сильно искажены, зато поверхности материков переданы адекватно. Диаграммными значками показана сезонность выпадения осадков и число месяцев в году без осадков по данным примерно 1 000 метеостанций. Всего на карте отражено 44 вариации климата в пределах аридной зоны.

MAV TECHNICAL NOTES 8. Environmental effects of arid land irrigation in developing countries. 1978, 67 p. (Вып. 8. Воздействие ирригации на окружающую среду в аридных районах развивающихся стран).

Проблемы развития ирригации в аридных районах развивающихся стран исключительно актуальны и обсуждались на Международном симпозиуме и двух Рабочих совещаниях, организованных в Александрии (Египет) в феврале 1976 г. Настоящий выпуск, вышедший под редакцией Г. Уайта, представляет собой обзор материалов этих заседаний. В нем говорится о выгодах ирригации, эффективности использования воды в поливном земледелии, об изменении водных экосистем, эпидемиологических и социально-экономических последствиях ирригации. Обращается внимание на необходимость использования «скрытых» форм орошения,

² Подробный анализ методологических подходов, развиваемых автором этого выпуска А. Уайт, проведен О. Н. Яницким в рецензии на это Руководство. См.: Социологические исследования, 1978, № 3, с. 170—177.

таких как задержание поверхностного стока, уменьшение просачивания и потеря воды, замедление испарения с поверхности почвы.

MAV TECHNICAL NOTES 9. Management of natural resources in Africa: traditional strategies and modern decisionmaking. 1978, 81 p. (Вып. 9. Управление природными ресурсами в Африке: традиционные и современные подходы).

Этот выпуск основан на материалах Международного семинара, проведенного в Дакаре (Судан) в январе 1975 г. Он включает в себя три статьи, в которых на примере трех различных по природным условиям зон Западной и Центральной Африки рассмотрены вопросы рационального использования природных ресурсов. В статье Ж. Галле и А. Сидику «Традиционные стратегии, современные методы принятия решений и управления природными ресурсами в Суданском Сахеле» основное внимание уделяется анализу противоречий между традиционным стремлением деревни к автономии и современными подходами к интеграции и специализации в сельском хозяйстве. Эти противоречия препятствуют развитию земледелия и животноводства, которые в данной зоне регионально сочетаются между собой, причем животноводство является если не более продуктивной, то более надежной отраслью. В имеющихся же планах основное внимание уделяется увеличению посевных площадей и повышению урожайности. В статье показано, какой сложной задачей является разработка и внедрение сбалансированного проекта землепользования в этих районах.

Следующая статья посвящена анализу соответствующих проблем в Судане. Авторы (П. Пелисье и С. Диарре) отмечают, что традиционные стратегии, сложившиеся в местном хозяйстве, мало используются при разработке планов развития экономики. Решения и директивы, спускаемые сверху, направлены на усовершенствование сельскохозяйственной техники для очень ограниченного числа

культур, что делает их подверженными болезням и нападению вредителей. Результаты внедрения пестицидов и гербицидов незначительны, а их нежелательные последствия, наоборот, велики. Приводятся негативные примеры использования современной техники в земледелии. Тем самым и в этом регионе основной проблемой остается взаимная увязка планов развития различных отраслей, с учетом имеющихся природных и социальных ресурсов. Заключает выпуск статья Г. Сотера и А. Монджананьи по управлению ресурсами в лесной и саванно-лесной зоне Африки. Авторы отмечают, что большинство проектов экономического развития являются дорогостоящими, в них не учитываются многие экологические и технические ситуации, а самое главное, социологический аспект их внедрения остается невыясненным. Соответственно, управление природными ресурсами в этой зоне испытывает серьезные затруднения. Авторы предлагают пути преодоления трудностей.

MAV TECHNICAL NOTES 10. Trends in research and in the application of science and technology for arid zone development. 1979, 53 p. (Вып. 10. Тенденции в научных исследованиях и в применении данных науки и техники для освоения аридных земель).

В данном выпуске представлен обзор, подготовленный Р. Бейкером ко всемирной конференции по борьбе с опустыниванием (Найроби, Кения, август—сентябрь 1977 г.). В первой его части приведена характеристика основных ресурсов аридной зоны и рассматриваются потенциальные возможности их использования. Набор используемых минеральных ресурсов довольно ограничен — это нефть, газ, медные и урановые руды и фосфаты. Обычно на одном-двух видах полезных ископаемых и строится добывающая промышленность развивающихся стран. Остальные виды ресурсов имеют практически уже местное или национальное значение. В последнее время все более выгодным становится развитие туризма, и этой

отрасли экономики в аридных странах уделяется большое внимание.

Далее описаны основные изменения и новые направления в организации научных исследований в 1950—1975 гг., когда был собран обширный материал по фундаментальным и прикладным научным дисциплинам. В следующей части обзора показано, каким образом используются результаты в отдельных отраслях экономики, таких как богарное и орошаемое земледелие, животноводство, сельское и городское строительство, горнодобывающая промышленность и туризм. В заключительном разделе отмечаются определенные пробелы в знаниях о различных компонентах аридных экосистем и предлагаются варианты планирования научных исследований на национальном уровне.

MAV TECHNICAL NOTES 11. Fire and fuel management in mediterranean-climate ecosystems: research priorities and programmes. 1979, 41 p. (Вып. 11. Борьба с пожарами и их предотвращение в экосистемах средиземноморского климата: основные задачи и программы исследования).

Этот выпуск подготовлен по материалам международного симпозиума, проходившего в Станфордском университете (США) в августе 1977 г. В него включено шесть обзорных статей. Их авторы — А. Джилл, Ф. Рандел, Дж. Менке, Дж. Аджи, К. Уилсон, А. Тейлор и Р. Каллахем — приводят данные об устойчивости отдельных видов растений к пожарам; о влиянии пожаров на продуктивность, структуру и разнообразие растительных сообществ; об изменениях структуры и плодородия почвы в районах, подверженных пожарам; об оценке эффективности некоторых приемов для предотвращения пожаров в разных странах мира со средиземноморским типом климата.

MAV TECHNICAL NOTES 12. An integrative ecological approach to the study of human settlements. 1979, 87 p. (Вып. 12. Комплексный экологический подход к изучению людских поселений).

Выпуск подготовлен по материалам завершеного проекта комплексного изучения

экологии Гонконга. Автор выпуска Ст. Бойден, руководитель этого проекта, освещает проблемы методологии комплексных экологических исследований людских поселений; применения комплексного экологического подхода для решения других проблем, в частности при краткосрочных исследованиях условий жизни населения. Представленные данные убедительно показывают динамический характер взаимодействия в системе людских поселений различных факторов: физических, биотических, социальных, культурных, технологических, экономических. Понять особенности таких взаимодействий без единого, интегрированного подхода весьма сложно.

МАБ TECHNICAL NOTES 13. Population-environment relations in tropical islands: the case of eastern Fiji. 1980, 227 p. (Вып. 13. Взаимодействие населения и окружающей среды на тропических островах: пример восточного Фиджи).

Комплексное изучение природы и населения, особенности их взаимодействия проводилось на восточных островах архипелага Фиджи в 1974—1976 гг. в рамках проекта

МАБ № 7 «Островные экосистемы». Исследования осуществлялись под эгидой ЮНЕСКО и Фонда ООН по изучению народонаселения (UNFPA) при поддержке правительства Фиджи. Результаты обработки собранных полевых материалов представлены в десяти статьях выпуска. Г. Брукфилд, главный консультант проекта и редактор данного выпуска, во введении рассмотрел особенности организации междисциплинарных исследований, основные характеристики островных экосистем, формы и степень воздействия на них человека. В последующих статьях описаны демографические процессы, проблемы использования ресурсов, модель экономики о-ва Тавуни (Дж. Хардейкер), потенциальные возможности сельскохозяйственного освоения островных земель; изучение зоны взаимодействия суши и моря, биологические морские ресурсы, пространственная и временная изменчивость внешних физических воздействий на экосистемы небольших островов. В завершение дана общая оценка проекта № 7. Авторы выпуска: Г. Брукфилд, Р. Бедфорд, Т. Бейлисс-Смит, Дж. Хардейкер, М. Латам, Б. Денис, Р. Маклеан.

Как видно из обзора 13 выпусков «Технических заметок МАБ», они существенно различаются по объему, содержанию и характеру материала: от монографических обзоров и сборников статей по результатам международных симпозиумов или полевых проектов до описания картографических материалов. Обращает на себя внимание, что 6 из 13 выпусков посвящены проблемам освоения, охраны и рационального использования пустынных экосистем, что, очевидно, было связано с активным участием ЮНЕСКО в подготовке и проведении Всемирной конференции по борьбе с пустыниванием. Необходимо также отметить некоторую нерегулярность выхода в свет Технических заметок МАБ: 6 номеров из 13 были опубликованы в 1977 г. и 3 — в 1979 г.

В целом рассматриваемая серия представляет несомненный интерес для широких кругов специалистов, занимающихся проблемами охраны и рационального использования природных ресурсов. Целесообразно было бы издать все эти выпуски на русском языке.

НОВЫЕ КНИГИ

МЕЖДУНАРОДНАЯ ПРОГРАММА ЮНЕСКО «ЧЕЛОВЕК И БИОСФЕРА» (МАБ) в СССР. Справочник, выпуск первый. Сост. В. М. Неронов, Г. В. Нижник. Под ред. В. Е. Соколова. М.: Гидрометеоиздат, 1981, 167 с., ц. 60 к.

Во вводных главах справочника даны общие сведения о программе МАБ, истории ее создания, структуре и принципах работы, а также о деятельности советского комитета МАБ. Далее следуют справки об исследованиях, которые ведутся в нашей стране по 14 проектам программы, составленные по следующей схеме: информация о содержании проекта, головном учреждении, которое координирует исследования в нашей стране, сотрудничающих учреждении

ях и ведомствах; перечень научно-исследовательских тем с указанием времени их проведения и руководителей, список опубликованных работ по теме проекта, список проведенных совещаний и конференций, сведения о международном сотрудничестве.

В том же плане составлены справки о рабочих группах Советского комитета МАБ по научно-технической информации, природоохранному образованию и подготовке кадров, социально-экономическим проблемам взаимодействия человека и биосферы, системному анализу и математическому моделированию.

Справочник рассчитан на

широкий круг специалистов, участвующих в выполнении программы МАБ в СССР, а также на всех тех, кто занимается проблемами рационального использования природных ресурсов и охраны среды.

ИНТЕГРАЦИЯ НАУК В ПРОГРАММЕ «ЧЕЛОВЕК И БИОСФЕРА». Труды 11 Совещания по координации деятельности национальных комитетов социалистических стран по программе ЮНЕСКО «Человек и биосфера» (МАБ). Варшава, 23—27 апреля 1979 г. М.: ВИНТИ, 1981, 184 с., ц. 2 р. 10 к.

Хотя со времени совещания в Варшаве прошло уже более двух лет, обсуждавшиеся там проблемы не потеряли сво-

ей актуальности. Сборник состоит из трех разделов. В первый основной раздел вошли научные доклады о роли международного сотрудничества в решении вопросов охраны природы, о вкладе социальных и экономических наук в планирование и управление общественным развитием, о глобальном и региональном экологическом мониторинге и о перспективах использования комплексных исследований отдельных видов животных для сохранения генетического разнообразия и некоторые другие. Во втором разделе рассказано о работе головных научных центров по проектам и проблемам МАБ. Хроника международных симпозиумов и совещаний по программе МАБ выделена в специальный раздел. Сборник может представить интерес для широкого круга читателей, поскольку он наглядно демонстрирует реальные пути к решению актуальных проблем охраны окружающей среды.

К. П. Митрюшкин, Л. К. Шалешников, О. Г. Коревкина, Н. В. Плужникова, Н. И. Полякова, С. С. Хромов, Г. Д. Шадрин. ПРИРОДООХРАНИТЕЛЬНОЕ ПРОСВЕЩЕНИЕ. М.: Знание, 1980, 175 с., ц. 35 к.

Задача так называемой экологизации сознания на современном этапе взаимоотношений человека и биосферы приобрела очень большое значение. Как пишут в предисловии авторы, «век научно-технического прогресса без природоохранительного образования, обучения и просвещения трудно, а во многих случаях и невозможно выполнить необходимые практические меры по охране природы». Сложность совершенствования образования в данной области обусловлена тем, что для каждого континента обучаемых нужны свои подходы, программы и формы обучения.

Поэтому в книге даны специальные главы, посвященные образованию в области окружающей среды в вузах, повышению квалификации учителей, природоохранительному образованию среди детей, неформальному (вне стен учебно-

го заведения) образованию в области охраны и улучшения окружающей среды. В заключительной главе освещена международная деятельность по образованию в области окружающей среды.

Авторы используют материалы Межправительственной конференции по образованию в области окружающей среды, состоявшейся в октябре 1977 г. в Тбилиси, материалы ЮНЕСКО, Программы ООН по окружающей среде (ЮНЕП).

ОСНОВЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ. Минск: Наука и техника, 1980, 575 с.

Среди обширной литературы об охране природы почти не встречается монографий по союзным республикам. Поэтому особенно ценно, что видные ученые, специалисты и практики БССР, занимающиеся охраной природы и природопользованием, совместно обсудили эти проблемы и подготовили коллективную монографию. Она состоит из четырех разделов, в которых изложены общие представления о биосфере, рассмотрены особенности взаимодействия общества с окружающей средой, важнейшие проблемы и направления рационального природопользования, прогнозирования природопользования, охраны и использования наиболее важных природных ресурсов. Специальные разделы посвящены охраняемым территориям и объектам природы, организации охраны природы, пропаганде знаний и правовым основам природопользования.

В монографии содержатся положения как общего, так и более конкретного характера, применительно к территории Белорусской ССР.

Издание не свободное от недостатков. Например, в нем нет заключения, предметного и именного указателей. Тем не менее в целом этот труд может служить положительным примером для решения аналогичных задач в других регионах и республиках СССР.

А. Е. Ефимов
Одесса

Франсуа Рамад. ОСНОВЫ ПРИКЛАДНОЙ ЭКОЛОГИИ. Воздействие человека на биосферу. Пер. с франц. Ю. И. Лахина, А. Г. Попова, И. А. Смирнова под ред. Л. Т. Матвеева. Предисл. Ю. А. Израэля. Л.: Гидрометеиздат, 1981, 543 с., ц. 3 р. 50 к.

В книге известного французского ученого Ф. Рамада обобщен и систематизирован огромный материал (свыше 600 источников) о современном состоянии многих разделов экологии. В первой части дано представление о строении, функциях и эволюции биосферы, а также о воздействии человека на биосферу. Особое место занимает глава о демографическом взрыве. Вторая часть книги посвящена характеру и причинам загрязнения биосферы и в частности атмосферы, почв, вод. Много внимания уделено радиоактивному загрязнению. В третьей части рассказывается о последствиях сверхинтенсивной эксплуатации природных ресурсов — разрушении растительного покрова, ухудшении физико-химических свойств почв, уничтожении многих видов флоры и фауны. Здесь же дается представление об ограниченности запасов энергии, сырья, воды. Содержание основных глав книги соответствует курсу общей и прикладной экологии, читаемому главным образом студентам-биологам в ряде высших учебных заведений Франции. Однако, как пишет автор во вступлении, «мы несколько упростили его изложение, чтобы сделать его понятным студентам не только со специальным образованием, но и любого научно-технического профиля».

Завершает книгу страстный призыв изменить отношение к природе: «Сейчас, в конце XX столетия, никто не станет отрицать, что только радикальное изменение взаимоотношений между человеком и природой позволит нам избежать судьбы динозавров».

Авторский список литературы по проблемам экологии в русском издании дополнен советскими работами.

В КОНЦЕ НОМЕРА

Крапива

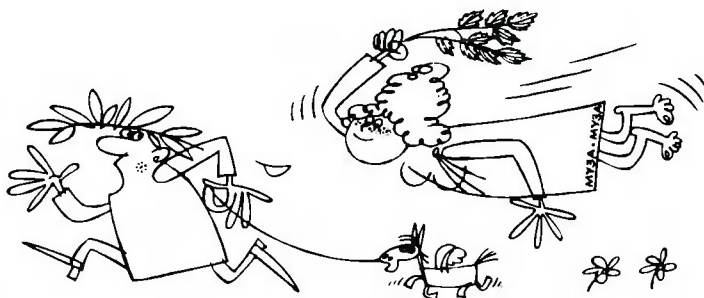
Заметка фенолога

Июнь в зените. Насытились, отяжелели пчелы. Талой водой упоилась земля, прихмелела. У светлой струи, на крутой-ре притулилась красавица-крапива, распустила чудо-кудри... С первого взгляда и неприметна вовсе. Португальцы так и называют: лесная фея. С собой видна, величава. Но не прикоснись, оплошав: рассердится, расхорохорится, ужалит...

Листьев на стебле немного, но есть. Присмотреться позорче — узришь лепесточки, венчики, тычинки-мелкопыльнички, а повезет — так и пестик-самоплодник. Листья лопчатые, ланцетно-метельчатые, поперечнопродольносигмовидные. В глыбистый чернозем, в подзол тучный корневище врыла.

С былинных времен полубилась русскому люду эта травка-муравка. Девки хоровады водили, через костры прыгали. Шли себе калики перехожие. С тех пор еще зовет народ любовно: бузовочка, мухрявая трава, бабки, барсучий корень, каклюшник, ведьмин хлыст. Просят и так: хрюнчик, пустопорожница, гусиный перехлюст, котовы блудушки.

Ой, не трожьте вы, девки, крапиву...
Народная песня



Сказывают, в старину помогала от заикания, грыжи и дурного глаза, от тараканов, кислого пота, медвежьих укусов и всеобщего расстройства организма. А пуще всего — от гнетучей и облитерирующего миоостенокулеза.

Старухи-молодухи готовили с бузовочки отменное колдовское варево — зелье приворотное. Пили его по весне, в ночь на Параскеву-заступницу, при первом крике вороньем. Отсель и прозвание древнее: карпиво. Плиний Младший так и говорил: ночная кудесница.

А уж вкусна, отвариста эта немудрящая травка-дурнуш-

ка. Иные французы и поныне предпочитают изготавливать с каклюшника пикантный салат-аляфуршет. На Киевской же Руси лучшего десерта, чем с моченых котовых блудушек, испоконь не ведали.

Всего же на планете нашей ходюки-ботаники, фенологидобытчики изыскали и в актив зачислили великое множество разновидностей пустопорожницы.

Пройди же мимо мухрявой травы, отцепись от хрюнчика. Пускай себе растет и хорошеет крапива.

А. Б. Галкин-Палкин

Рисунок Ю. М. Аратовского

Художник П. Г. АБЕЛИН
Художественные редакторы:
Л. М. БОЯРСКАЯ, Д. И. СКЛЯР

Корректоры:
Т. Д. МИРЛИС, М. Б. РЫБИНА

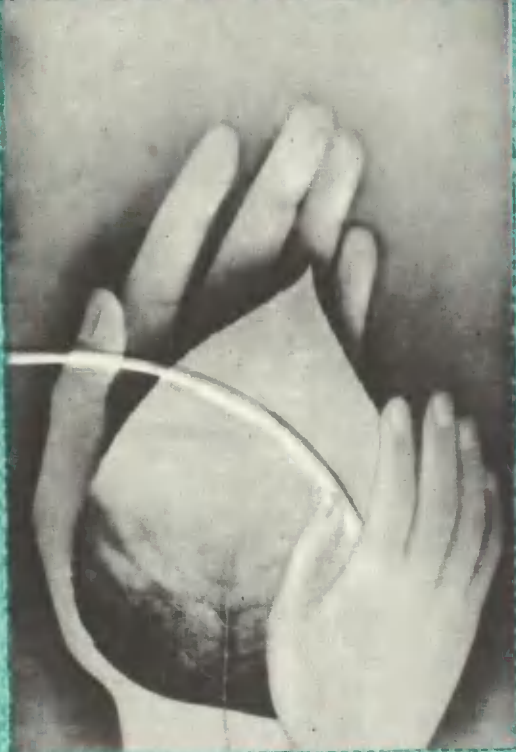
Адрес редакции:
127049, Москва, ГСП-1,
Мароковский пер., 26.
Тел. 238-24-56, 238-26-33

Сдано в набор 6.07.81.
Подписано к печати 17.08.81.
Т—22148.

Формат бумаги 70×100 1/16.
Офсет
Усл.-печ. л. 10,32
Усл. кр.-отт. 2196,0
Уч.-изд. л. 15,2
Бум. л. 4
Тираж 82 000 экз. Зак. 1740

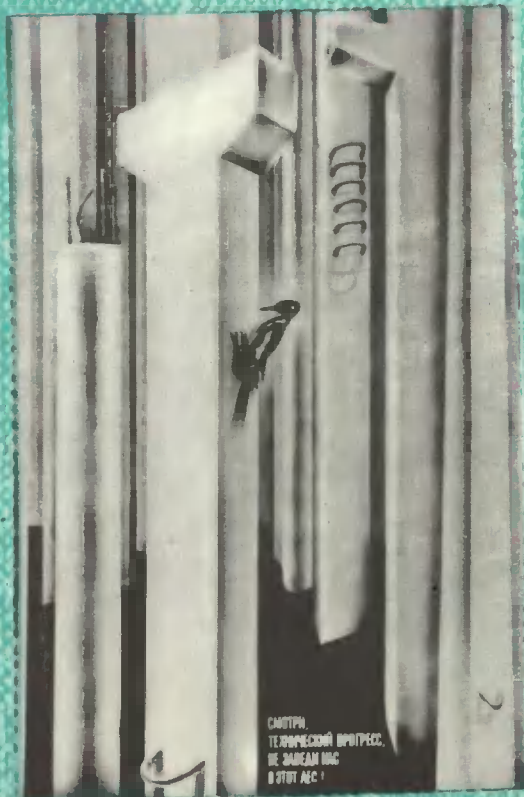
Чеховский ордена Трудового
Красного Знамени
полиграфический
комбинат Союзполиграфпрома
Государственного комитета
СССР по делам издательств,
полиграфии и книжной торговли.
г. Чехов Московской области.

ОХРАНИТЕ ЧУДО ИЗ ЧУДЕС - ЛЕСА, ОЗЕРА, СИНЬ НЕБЕС



ЛЮДИ, БЕРЕГИТЕ НАС!

не разрыва́й гармонію прыроды!



САМОТРА
ТЕЛЕВИЗІЙНЫ ІНТЭРЭС,
НЕ ЗАБЫВАЙ НАС
В СТУДЫІ!

Цена 50 коп.
Индекс 70707

