

ISSN 0022 - 074X

ПРИРОДА

9 93



Главный редактор академик А. Ф. АНДРЕЕВ
Заместитель главного редактора кандидат физико-математических наук А. В. БЯЛКО

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Академик АМН А. И. ВОРОБЬЕВ (медицина), доктор биологических наук Н. Н. ВОРОНЦОВ (биология, охрана природы), доктор геолого-минералогических наук Г. А. ГАБРИЭЛЯНЦ (геология), академик Г. П. ГЕОРГИЕВ (молекулярная биология), член-корреспондент РАН С. С. ГЕРШТЕЙН (физика), академик Г. С. ГОЛИЦЫН (физика атмосферы), академик И. С. ГРАМБЕРГ (океанология), академик В. А. ЖАРИКОВ (геология), член-корреспондент РАН Г. А. ЗАВАРЗИН (микробиология, экология), член-корреспондент АПН В. П. ЗИНЧЕНКО (психология), академик В. Т. ИВАНОВ (биоорганическая химия), академик В. А. КАБАНОВ (общая и техническая химия), доктор физико-математических наук С. П. КАПИЦА (физика), член-корреспондент РАН Н. С. КАРДАШЕВ (астрофизика, космические исследования), академик Н. П. ЛАВЕРОВ (геология), член-корреспондент РАН В. А. СИДОРЕНКО (энергетика), академик В. Е. СОКОЛОВ (зоология), член-корреспондент РАН В. С. СТЕПИН (философия естествознания), член-корреспондент РАН В. Н. СТРАХОВ (геофизика), член-корреспондент РАН Л. П. ФЕОКТИСТОВ (физика).

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

И. Н. АРУТЮНЯН (редактор отдела физико-математических наук), О. О. АСТАХОВА (редактор отдела биологии и медицины), кандидат химических наук Л. П. БЕЛЯНОВА (редактор отдела экологии и химии), член-корреспондент РАН Н. А. БОГДАНОВ (геология), член-корреспондент РАН В. Б. БРАГИНСКИЙ (физика), член-корреспондент РАН А. Л. БЫЗОВ (физиология), доктор географических наук А. А. ВЕЛИЧКО (палеогеография), доктор физико-математических наук Л. П. ВИННИК (геофизика), доктор географических наук Н. Ф. ГЛАЗОВСКИЙ (география), доктор физико-математических наук А. А. ГУРШТЕЙН (астрономия, история науки), член-корреспондент РАН Г. В. ДОБРОВОЛЬСКИЙ (почвоведение), М. Ю. ЗУБРЕВА (редактор отдела географии и океанологии), член-корреспондент РАН С. Г. ИНГЕ-ВЕЧТОМОВ (генетика), доктор физико-математических наук М. И. КАГАНОВ (физика), доктор физико-математических наук Н. П. КАЛАШНИКОВ (физика), доктор физико-математических наук А. А. КОМАР (физика), Л. Д. МАЙОРОВА (редактор отдела геологии, геофизики и геохимии), доктор биологических наук Б. М. МЕДНИКОВ (биология), Н. Д. МОРОЗОВА (научная информация), доктор технических наук Д. А. ПОСПЕЛОВ (информатика), член-корреспондент РАН И. Д. РЯБЧИКОВ (геология), доктор философских наук Ю. В. САЧКОВ (философия естествознания), доктор биологических наук А. К. СКВОРЦОВ (ботаника), Н. В. УСПЕНСКАЯ (редактор отдела философии, истории естествознания и публицистики), доктор биологических наук М. А. ФЕДОНКИН (палеонтология), доктор физико-математических наук А. М. ЧЕРЕПАЦУК (астрономия, астрофизика), член-корреспондент РАН В. Д. ШАФРАНОВ (физика), доктор биологических наук С. Э. ШНОЛЬ (биология, биофизика), доктор геолого-минералогических наук А. А. ЯРОШЕВСКИЙ (геохимия).

НА ПЕРВОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ. Иллыстные наносы р. Или — крупнейшего притока оз. Балхаш. См. в номере: Шапореник С. И. Озеро Балхаш: вчера, сегодня, завтра.

Фото А. Н. Бобровича

НА ЧЕТВЕРТОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ. Хлопковые поля, загрязненные пестицидами, окружают Зеравшанский заповедник. См. в номере: Разматуллаев А. Р. Пестицидная буря над Узбекистаном.

Фото А. Н. Бобровича



— символ межправительственной программы ЮНЕСКО «Человек и биосфера» (The Man and the Biosphere). Им обозначены материалы, которые «Природа» публикует, участвуя в этой программе

В НОМЕРЕ

3 Виноградов М. Е., Шушкина Э. А. НАШЕСТВИЕ ЧУЖЕМОРЦА

В последние годы на экосистему Черного моря обрушились разного характера антропогенные воздействия. Самым катастрофичным из них оказалось вселение североамериканского гребневика мнемипсиса. К весне 1990 г. он буквально уничтожил кормовые запасы промысловых рыб.

12 Ширгазин О. Р. КАК МОСКВА СТАЛА КРУПНЕЙШИМ ГОРОДОМ РОССИИ

Превращению Москвы — небольшого города — в центр Древней Руси способствовало не столько положение (оно было менее выгодным, чем положение ближних соседей — Рязани, Владимира и Твери), сколько ее «центральность», а также благоприятное стечение исторических событий.

22 Бронштэн В. А. ПОЧЕМУ СВЕТИЛОСЬ НЕБО ПОСЛЕ ТУНГУССКОГО ВЗРЫВА?

28 СТРАТОСФЕРНЫЙ ОЗОН

35 Сывороткин В. Л. ДЕГАЗАЦИЯ ЗЕМЛИ И РАЗРУШЕНИЕ ОЗОнового СЛОЯ

Выявлена корреляция наиболее устойчивых минимумов содержания стратосферного озона и центров активной дегазации Земли. Это позволяет предположить, что главную роль в разрушении озонового слоя планеты играют потоки глубинных газов: водорода, метана, азота.

46 Шапоренко С. И. ОЗЕРО БАЛХАШ: ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА

Многие слышали об аральском экологическом кризисе. Примерно такая же ситуация сложилась на другом крупном озере азиатской территории бывшего СССР — Балхаше — и примыкающих к нему районах.

ВЕСТИ ИЗ ЭКСПЕДИЦИЙ

55 Молодин В. И., Черемисин Д. В. ВЕЛИКОЛЕПНЫЕ ЛОШАДИ БЛЕСТЯЩИХ СКАЛ АЛТАЯ

На плоскогорье Укок обнаружены наскальные изображения животных, которые могут быть отнесены к одной из древнейших эпох в истории первобытного искусства.

ПРОБЛЕМЫ ГОРОДА

62 Крельман Э. Б. ПЕРЕРАБОТКА ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

Как лучше поступить с огромными горами бытовых отходов: вывезти их на свалку, сжечь или переработать? Практика показывает, что последний подход наиболее рационален.

69 Зубрева М. Ю. ЯПОНИЯ ОТКРЫВАЕТ ДВЕРИ ИНО- СТРАННЫМ ИССЛЕДОВАТЕЛЯМ

72 Озернюк Н. Д. НОВЫЙ ПОДХОД К ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭМБРИОЛОГИИ

75 Плюснин Ю. М. КАКИХ ДРУЗЕЙ МЫ СЕБЕ ВЫБИРАЕМ. СОЦИОБИОЛОГИЯ ДРУЖБЫ

84 Рахматуллаев А. Р. ПЕСТИЦИДНАЯ БУРЯ НАД УЗБЕКИ- СТАНОМ

Через 20 лет после запрета применения ДДТ этот трагически прославившийся контактный инсектицид все еще пребывает в окружающей среде, нанося ущерб природе и человеку.

89 Никитин С. А. ПОЛЕТЫ ПО ПРОГРАММЕ «СПЕЙС ШАТТЛ»

НАСЛЕДИЕ

92 Вернадский В. И. «Я СМОТРЮ НА ПРОИСХОДЯЩЕЕ ОПТИМИСТИЧЕСКИ»

В годы второй мировой войны с особой силой проявился гуманистический характер мышления и мировоззрения Вернадского.

102 Дятлов А. И. ИНФЕКЦИОННАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ПОПУЛЯЦИЙ

Изучение устойчивости грызунов к чуме под влиянием эпизоотий позволяет проследить естественные эволюционные процессы, происходящие в популяциях.

106 Нesis К. Н. КАК СВЕТАЯЩИЕСЯ МИКРОВОДОРОСЛИ ПОМОГАЮТ И МЕШАЮТ РЫБЕ ОХОТИТЬСЯ

108 Шевелев А. С. ДВЕ ЖИЗНИ ИЛЬИ ЦИОНА

Судьба одного из крупнейших физиологов конца XIX — начала XX в. трагична и поучительна. Предав науку и уйдя в политику, он скончался на чужбине в одиночестве, не оставив после себя доброй памяти.

112 Васильев С. К., Гребнев И. Е. ПЕРВАЯ НАХОДКА СКЕЛЕТА АРХИ- ДИСКОДОНТНОГО СЛОНА В СИБИРИ

115 НОВОСТИ НАУКИ (10, 11, 27, 54, 83, 107, 114)

120 РЕЦЕНЗИИ

ВСТРЕЧИ С ЗАБЫТЫМ

122 Волков В. А., Куликова М. В. СУДЬБА «НЕВОЗВРАЩЕНЦА» А. Е. ЧИЧИБАБИНА (в свете неопубликованных докумен- тов)

РЕКЛАМА, ОБЪЯВЛЕНИЯ (45, 128)

IN THIS ISSUE:

3 Vinogradov M. Ye., Shuchkina E. A. INVASION OF A STRANGER

Ecosystem of the Black Sea has been recently strongly influenced by man and his deeds. The implantation of *Mnemiopsis leidyi* from the North America was the most disastrous one, as by the rise of 1990 it had devoured all the forage reserves the food fish populating the Sea needed.

12 Shirgazin O. R. HOW MOSCOW BECAME THE BIGGEST RUSSIA'S CITY

It was not merely the good geographical position of Moscow, then the small town, which allowed to make it the centre of Ancient Rus (its strategical position was even less advantageous than that of Ryazan, Vladimir and Tver) but it was mostly its situation in the center of the main Russian cities together with the fortunate historical coincidence.

22 Bronshten V. A. WHY WAS THE SKY SHINING AFTER THE TUNGUS EXPLOSION?

28 OZONE IN THE STRATOSPHERE

35 Syvorotkin V. L. DEGASSING PROCESSES ON THE EARTH DESTROY THE OZONE LAYER

There has been revealed a correlation between the stable minimal content of ozone in the stratosphere and the active degassing centers on the Earth. This allows to assume that the streams of deep-lying gases, i. e.: hydrogen, methane and nitrogen, are the main cause for the failure of the ozone layer over the Earth.

46 Shaporenko S. I. THE LAKE BALKHASH: ITS PAST, PRESENT AND FUTURE

The Aral ecological crisis was much spoken about. The like disaster has befallen the Lake Balkhash and the areas around it, this was another biggest lake of the recently Soviet Asia.

55 NEWS FROM THE EXPEDITIONS Molodin V. I., Cheremisin D. V. BEAUTIFUL HORSES ON THE ALTAIAN ROCKS

On-rock drawings of the animals have been found in the Ukuk Plateau. They can be attributed to the most ancient samples of premeial art.

THE PROBLEMS OF THE CITY

62 Kreimen E. B. PROCESSING OF HARD DOMESTIC SCRAP

What is the best way to go away with the hips of domestic scrap: take it away to the dumps, burn down or process it? The last is the most practical way.

69 Zubreva M. Yu. FOREIGN RESEARCHERS ARE WELCOME TO JAPAN

72 Ozernyuk N. D. A NEW APPROACH TO ECOLOGICAL EMBRIOLOGY

75 Plyusnin Yu. M. HOW DO WE CHOOSE BOSSOM FRIENDS? SOCIAL NATURE OF FRIENDSHIP

84 Rakhmatullayev A. R. THE STORM OF PESTICIDES OVER UZBEKISTAN

Though banned twenty years ago DDT, the badly famous insect killer, has still preserved in the biosphere to destroy nature and humans.

89 Nikitin S. A. "SPACE SHUTTLE" PROGRAMME FLIGHTS

92 Vernadsky V. I. "I'VE AN OPTIMISTIC VIEW OF THE CURRENT EVENTS"

It was in the years of the Second World War that the humanism of Vladimir Vernadskiy's outlook revealed most strongly.

102 Dyatlov A. I. THE POPULATION'S SENSITIVITY TO INFECTION

The study of rodents' resistance to plague, when affected by epizootics, allows to follow the natural evolutionary processes occurring within the populations.

106 Nesis K. N. SHINING MICROPHYTIC ALGAE HELP AND HINDER THE FISH TO CHASE

108 Shevelev A. S. ILIYA TSION—THE TWO LIVES HE LIVED

Tragic but instructive is the life of this great physiologist who lived at the end of the 19th and the beginning of the 20th centuries. Having given up science he undertook politics to die in a strange land, leaving no fond memories after himself.

112 Vassiliev S. K., Grebnev I. Ye. THE FIRST FIND OF THE FOSSIL ELEPHANT FROM THE ARCHIDISCODON GENERA IN SIBERIA

115 SCIENCE NEWS (10, 11, 27, 54, 83, 107, 114)

120 BOOK REVIEWS

MEETING THE FORGOTTEN PAST

122 Volkov V. A., Kulikova M. V. THE LIFE OF A. KICHIBABIN, ANOTHER "NEVER-TO-COME-BACK" PERSON (according to the documents never published)

ADVERTISEMENT, ANNOUNCEMENTS

Нашествие чужеморца

М. Е. Виноградов, Э. А. Шушкина



Михаил Евгеньевич Виноградов, академик, доктор биологических наук, заместитель директора Института океанологии им. П. П. Ширшова РАН. Биоокеанолог, занимается изучением различных аспектов существования экосистем Тихого, Индийского, Атлантического океанов, Черного и Дальневосточных морей. Руководитель многих больших экологических экспедиций, в течение 15 лет занимается экологией Черного моря.



Эльвира Александровна Шушкина, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник того же института. Специалист по динамике экосистем морей и океанов. Много лет занимается изучением жизни в толще вод Черного моря. Вела работу с глубоководных обитаемых аппаратов в Черном море и Тихом океане на глубинах более 4 км.

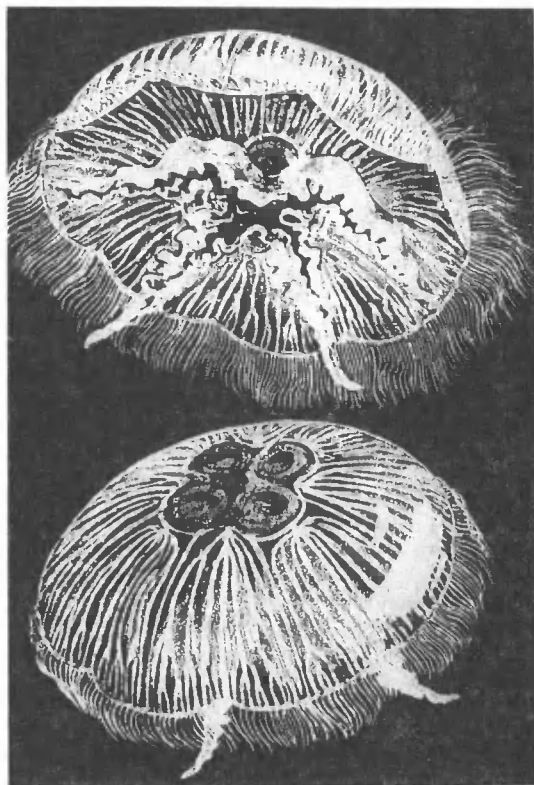
НЕСКОЛЬКО лет назад с высокого берега у Геленджика можно было видеть, как далеко внизу, в прозрачной воде, через которую слегка просвечивало дно, кое-где возникали длинные белесые полосы. Это были сконцентрированные нагонным ветром мириады медуз аурелий. Временами их сгоняло к прибрежью в таком количестве, что купающиеся плавали, как в супе с клецками. Но и в открытом море медуз было не меньше: мелкие — 4—5 см в диаметре — и взрослые — до 20—25 см, они населяли весь поверхностный слой моря до глубины 40—60 м. Опускаясь в подводном аппарате, мы не раз наблюдали, как в свете прожекторов мимо иллюминатора бесконечной чередой проплывали медленно сокращающиеся беловатые тела с рыжими или фиолетовыми кольцами гонад, напоминающими уши, за что аурелия и получила свое расхожее название «ушастая медуза».

Мы оценили количество медуз, используя специальные планктонные сети, опущенные под воду мониторы телевизоров и считая аурелий в специальных рамках из подводных обитаемых аппаратов. Выяснилось, что медузы довольно равномерно распределены в открытых районах моря: в начале 80-х годов их биомасса под 1 м² поверхности составляла около 1 кг, а число экземпляров — 30—70. Биомасса этих студенистых медуз, содержащих в своих телах около 99,8 % воды, во всем Черном море достигала около 400 млн. т, а годовая продукция — 900. В пересчете на углерод это примерно 2 млн. т, т. е. около 3 % годовой продукции фитопланктона — основы трофических цепей в море. По подсчетам, медузы в периоды своего наибольшего развития выедали 50—70 % среднесуточной продукции зоопланктона¹.

Еще сравнительно недавно, в конце 50-х — начале 60-х годов, количество

© Виноградов М. Е., Шушкина Э. А. Нашествие чужеморца.

¹ Шушкина Э. А., Арнаут Г. Н. Медузы аурелий в планктоне Черного моря в мае 1984 г. // Современное состояние экосистемы Черного моря. М., 1987. С. 186—196.



Черноморская ушастая медуза.

медуз в Черном море было в десятки и даже сотни раз меньше. Резкий рост их численности в 70-х годах служит еще одним тревожным сигналом о неблагополучии в экосистеме Черного моря, вызванном все усиливающимся антропогенным влиянием. Наряду с нефтяными углеводородами, пестицидами, детергентами, тяжелыми металлами сильнейшее воздействие на морские сообщества оказывает сток сносимых с полей и попадающих в реки, а затем и в море органических и неорганических удобрений, особенно усилившийся именно в 70-е годы — в период резкой интенсификации «химизации» сельского хозяйства. Количество удобрений, попавших в море, увеличилось настолько, что естественная морская экологическая система уже не в силах их переработать. Сообщества прибрежных мелководий задыхались. Особенно сильно страдал северо-западный шельф, куда впадают Дунай, Днестр, Днепр — реки, несущие 3/4 всего пресного стока в Черное море. Здесь возникали заморы, и в придонных слоях

летом появлялся сероводород². Огромное количество переработанных органических частиц (детрита) с населяющими их бактериями и простейшими было взвешено в толще вод.

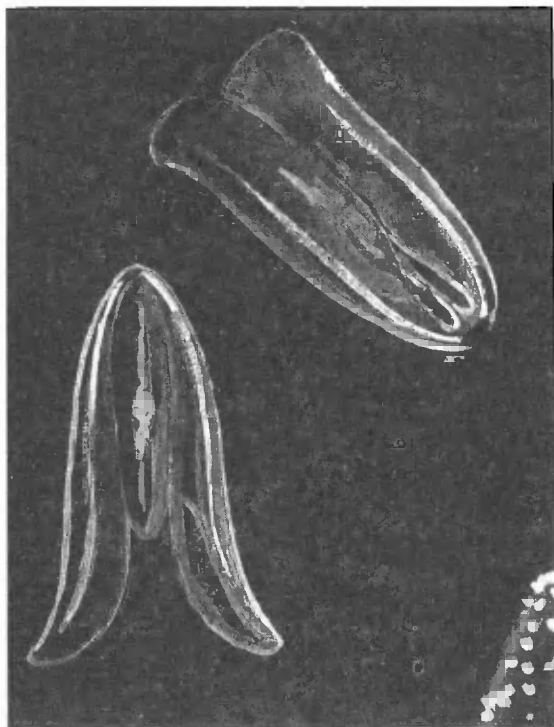
Примерно в то же время в Черном море резко уменьшилось количество рыбы, мальки которой питались самыми мелкими планктонными животными. Основные поля откорма раньше тоже сосредоточивались в северо-западной части моря. И вот экологическую нишу этих рыб заняла аурелия. Не встречая конкурентов и имея обильную пищу — детрит, простейших и мелких поверхностных рачков, она быстро расплодилось. Ее масса в море, хотя и испытывала естественные сезонные колебания за счет годового цикла развития, в общем мало менялась в течение примерно 10—15 лет (по крайней мере с 1978 г., когда экспедиции нашего института начали, а затем регулярно проводили специальные наблюдения за динамикой популяций аурелии).

Такое равновесие продолжалось до лета 1988 г.

Годом раньше стало известно о находках в бухтах западного, северо-западного и кавказского побережий Черного моря не встречавшихся ранее желетелых животных длиной 3—5 см, стекляннопозрачных, напоминающих по форме огурец. В отличие от медуз они передвигались не реактивным способом, выбрасывая воду из-под сжимающегося колокола, а при помощи синхронно работающих микроскопических гребных пластинок, расположенных в восемь рядов вдоль всего тела. Это были гребневика — представители самостоятельного типа (Ctenophora) беспозвоночных животных, существенно отличного планом строения от кишечнополостных (Coelenterata), к которым относятся медузы.

Весной 1988 г. несколько мелких особей гребневика (длиной около 1 см) были обнаружены во время 15-го рейса Научно-исследовательского судна «Витязь» и в открытых районах моря. Летом этот же гребневик в большом количестве появился у побережий Туапсе, Геленджика, Крыма, Одессы, Болгарии. Чтобы выяснить, что же делается вдали от берегов, в конце сентября был организован специальный короткий рейс на «Витязе» от Геленджика до центральных районов моря — границы турецкой экономической зоны. Результаты ис-

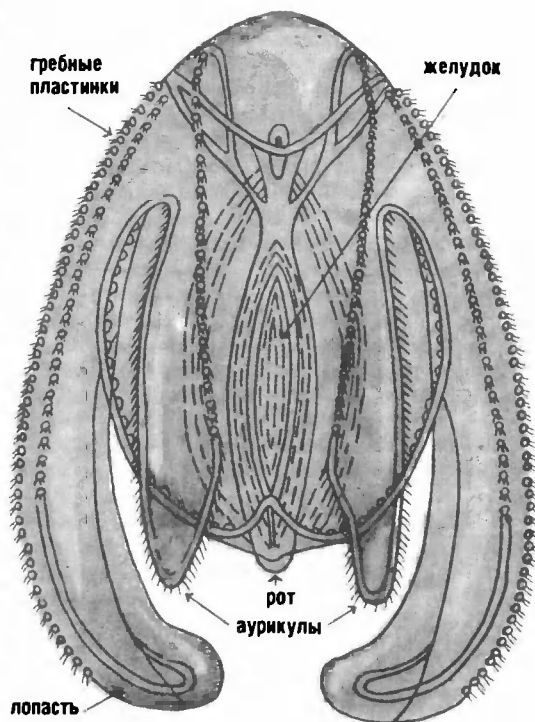
² Фашук Д. Я. Новорожденный феномен Черного моря // Природа. 1988. № 6. С. 19—23.



Гребневик мнемипсис: внешний вид (рисунок, сделанный из подводного обитаемого аппарата) и строение.

следований были сенсационными³. Оказалось, что гребневик к этому времени заполнил не только прибрежные районы, но и открытое море, где его биомасса уже достигала $0,5\text{—}1,5 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2}$. В то время как в прибрежье обитала в основном молодь длиной $2\text{—}4 \text{ см}$, в открытом море преобладали крупные особи, достигавшие порой $10\text{—}13 \text{ см}$ в длину.

Гребневик был активным хищником: в желудках и гастро-васкулярных полостях выловленных особей попадались не только мелкие копеподы (веслоногие рачки) и личинки донных животных, но и икра, и личинки рыб длиной до 1 см . Его воздействие на планктонные сообщества открытых районов моря оказалось катастрофическим: в 1988 г. биомасса кормового для гребневика и рыб-планктонофагов планктона сократилась по сравнению с 1987 г. в среднем в 10 раз. Биомасса мелких



поверхностных копепод снизилась в $5\text{—}20$ раз, сагитт (род животных типа щетинко-челюстных беспозвоночных) — более чем в 30 раз. Столь же резко сократилось и количество пищевого конкурента гребневика — аурелии.

К какому же виду относится хищный гребневик, заполонивший Черное море? Откуда, как и почему он туда проник? Чего можно ожидать в дальнейшем? Вот те вопросы, на которые в первую очередь предстояло ответить исследователям.

Но это оказалось не так-то просто. Нежное желеобразное тело гребневика разрушалось во время лова и фиксации и превращалось в комочек слизи. Однако нам удалось привести в Москву, а затем и в Санкт-Петербург несколько живых экземпляров. Крупнейший специалист в нашей стране по этой группе животных Л. Н. Серавин определил гребневика как *Mnemiopsis leidyi*. Это было полной неожиданностью: гребневика рода *Mnemiopsis* обитают только у атлантического побережья Северной Америки (изредка — и у берегов Южной Америки), главным образом в лагунах, эстуариях и водах над шельфом, где развивается в большом количестве.

Род включает два или три плохо различающихся между собой вида. Как предпо-

³ Виноградов М. Е., Шушкина Э. А., Мусачева Э. И., Сорокин П. Ю. // Океанология. 1989. Т. 29. № 2. С. 293—299.

лагает специалист по гребневикам Г. Р. Харбисон (США), эти виды не самостоятельны, а являются формами одного и того же вида. Неудивительно поэтому, что гидробиологи в Севастополе определяли черноморского гребневика несколько иначе — как *Mnemioopsis mccradyi*.

Биология мнемииопсиса хорошо изучена американскими специалистами. *Mnemioopsis leidyi* необычайно толерантен к изменениям температуры и солености. У американских берегов он живет в температурном диапазоне от 1,3 до 28,8 °C и переносит снижение солености до 6 и даже до 3,5‰. Более того, столь низкая соленость не мешает размножению гребневиков, в то время как в водах полной океанской солености они не размножаются. Гребневик необычайно плодовит: взрослые особи могут выметывать ежедневно до 10 тыс. яиц⁴. Из них выходят личинки, а из тех — взрослые животные. Но может размножаться и личинка, недавно вышедшая из яйца, она сама продуцирует мелкие яйца, которые нормально развиваются и превращаются во взрослых гребневиков. Личинки «родительского» поколения быстро растут, но их гонады рассасываются, а потом, через несколько недель, уже у взрослого гребневика, формируются вновь. Помимо этого, поврежденный, разорванный гребневик быстро восстанавливает утраченные части тела. В наших экспериментах обрывок ленты гребных пластин с небольшим количеством мезоглеи через пять дней превратился в маленького, активно плавающего гребневичка. Все это способствует лавинообразному нарастанию численности гребневиков в период их массового размножения. На их родине, в заливе Нарагансетт (у северо-восточных берегов США) случался рост численности популяции на пять порядков всего лишь за один-два месяца.

Растут же мнемииопсисы при наличии достаточного количества пищи чрезвычайно быстро: за двое-трое суток вес животного может удвоиться. При недостатке пищи рост замедляется, более того, масса и длина тела даже могут уменьшиться. Пищевые потребности мнемииопсиса, установленные в экспериментах, оказались огромными. Животные насыщались только после того, как их желудки полностью заполнялись пищей.

Молодые, недавно родившиеся гребневички имеют вид прозрачных шариков с дву-

мя длинными нитеобразными щупальцами. Когда длина их тела достигает 0,5—0,6 см, щупальца исчезают и формируются околоротовые лопасти, характерные для всех представителей отряда *Lobata* (лопастевые), к которому относится и род *Mnemioopsis*.

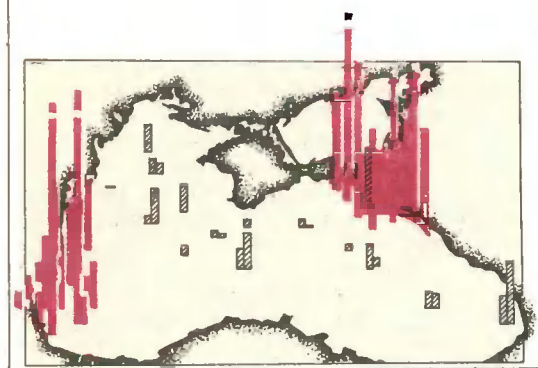
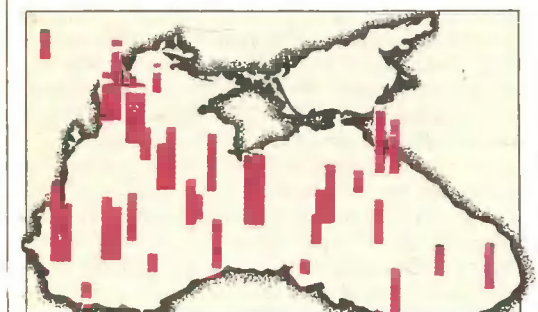
Мнемииопсис обычно медленно плавает ртом вперед, захватывая малоподвижную добычу лопастями, покрытыми клейкой слизью, и четырьмя короткими приротовыми отростками — аурикулами. Мелкие животные и твердые частицы, прилипшие к лопастям, с помощью ресничек и аурикул передаются в ротовое отверстие и затем попадают в желудок. Несъедобные частички отбрасываются. Живущий теперь в Черном море мнемииопсис питается рачками — ветвистоусыми и веслоногими, личинками донных животных, сагиттами, икрой и личинками рыб. Гребневик никогда не заглатывает более мелких особей своего вида и ночесветку (панцирный жгутиконосец). Нет данных и о поедании мелкого гребневика *Pleurobrachia pileus* — черноморского аборигена.

Вот такой активный и «всепогодный» хищник проник в Черное море. Вероятно, он был занесен сюда с балластными водами судов, совершающих прямые, а поэтому довольно непродолжительные рейсы из портов США. Такие рейсы особенно участились в начале 80-х годов в связи с закупками американского зерна. Перенос прибрежных животных с балластными водами — повсеместное явление. Американские зоологи провели специальные исследования, чтобы выяснить, какие животные путешествуют в балластных танках судов⁵. Оказалось — десятки и сотни видов моллюсков, многощетинковых червей, усоногих и веслоногих ракообразных и других животных. А там уже — как «повезет» и насколько новое местообитание окажется подходящим для невольных эмигрантов. Конечно, молодь мнемииопсиса вполне могла перенести такое путешествие, и вид, попав в благоприятные условия, начал захватывать новую область обитания, т. е. расширять свой ареал.

Мнемииопсис оказался не единственным вселенцем в Черное море. Недавно около Севастополя был пойман голожаберный моллюск *Doridella obscura* — также эндемичный обитатель вод побережья Северной Америки. Еще раньше в Черное море был завезен с Дальнего Востока известный

⁴ Baker L. D., Reeve M. R. // Marine Biology. 1974. V. 26. N 1. P. 57—62.

⁵ Carlton J. T., Celler J. D. // American Zoology. 1991. V. 31. N 5. P. 127A.



Распределение биомассы мнемюписа в Черном море: сверху — 1988 г. (март — цветные столбики, сентябрь — штриховые); в середине — август-сентябрь 1989 г.; внизу — апрель 1990 г. (цветные столбики), март и сентябрь 1990 г. (штриховые). Масштаб приведен на верхнем рисунке.

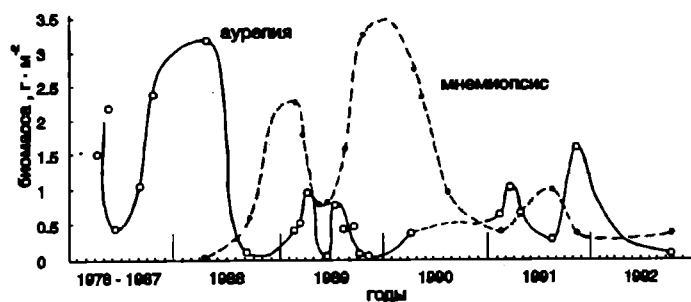
всем хищный моллюск из рода *Rapana*, почти полностью уничтоживший черноморские устричные банки. А на западном и северо-западном шельфах в донных сообществах сейчас местный двусторчатый моллюск из рода *Abra* вытесняется североатлантическим вселенцем *Mya arenaria* и обита-

телем западной части Тихого океана *Sinuarca sogaea*. Этот же вид интенсивно замещает в биоценозах болгарского побережья и другого автохтонного двусторчатого моллюска — *Venus gallina*. Просто вспышка численности мнемюписа оказалась мощнее, а ее последствия катастрофичнее, чем вызванные другими вселенцами.

Черное море населено сильно обедненной атлантической фауной. В ряду Атлантический океан — Средиземное море — Черное море происходит не только постепенное выпадение многих океанических видов, но и общая «неритизация» (развитие сообществ «прибрежного» характера). В Черном море этому способствуют в немалой степени пониженная соленость поверхностных вод и безжизненность его глубин. В таких изолированных, фаунистически обедненных водоемах формируются сообщества, в которых конкурентные отношения ослаблены. Поэтому если условия оказываются пригодными для нового вселенца — элемента многовидового океанического сообщества, обладающего благодаря этому высокой конкурентоспособностью, то такой вид дает (особенно в начальный период колонизации) огромные вспышки численности и биомассы за счет снижения числа конкурентов среди местных видов, коль скоро они имеются.

Как же может повести себя новый вселенец?

Еще в 30-х годах Л. А. Зенкевич в связи с теоретическим обоснованием акклиматизации многощетинкового червя из рода *Nereis* в Каспийском море разработал представление о типичном развитии вида-вселенца в новой экосистеме. Вселенец в течение некоторого, иногда достаточно продолжительного времени как бы «закрепляется» в новом районе: его численность остается низкой или очень низкой. Затем, когда область распространения достаточно увеличилась, а период адаптации остался позади, вид, при наличии достаточного количества пищи и подходящих условиях, дает необычайно высокую вспышку численности, подавляя многие элементы местного сообщества. Он, как Тамерлан, ворвавшийся в Ферганскую долину, крушит, грабит и убивает, не задумываясь о последствиях. Но затем пищевые ресурсы вселенца в результате их переиспользования сокращаются, его численность уменьшается и сообщество переходит к равновесному состоянию, включив в себя новый вид. Но это уже иное сообщество, с иной видовой структурой, со сниженной массой конкурентов нового вселенца.



Колебания биомассы (в пересчете на углерод) аурелии и мнемипсиса в глубоководной части Черного моря. Точки соответствуют усредненным данным различных экспедиций.

Очевидно, аналогичный ход событий следовало ожидать и при развитии в Черном море популяции гребневика мнемипсиса. Но оставалось не ясным, каковы будут абсолютная величина и продолжительность его бурного развития, когда наступит спад численности и на каком уровне она стабилизируется. И, самое главное, насколько при этом деформируется структура сообщества и снизится количество мелких планктоноядных рыб (тюльки, хамсы, ставриды и др.) — основных конкурентов в борьбе мнемипсиса за пищу?

Ответ на эти вопросы мог дать только регулярный мониторинг сообществ. И сотрудники нашего института ежегодно с 1987 г. стали проводить один-два «экосистемных» рейса на больших экспедиционных судах — «Витязь», «Дмитрий Менделеев» и др., используя современные средства исследования, в том числе подводные обитаемые аппараты. По единой методике изучались не только динамика структуры и распределения популяции мнемипсиса, но и всех других элементов сообществ, в первую очередь, конечно, его потенциальных жертв и конкурентов.

Выяснилось, что массовое размножение мнемипсиса приурочено к прибрежным бухтам и мелководьям, прежде всего — к северо-западному шельфу. У себя на родине *M. leidyi* обитает как в открытом море, так и в эстуариях и дает высокую численность при солености до 3,5—4 ‰. В Черном море появившиеся на мелководье личинки и молодые особи разносятся основным круговым черноморским течением по всей периферии моря, а более крупные попадают в открытые районы, где достигают максимального количества в августе-сентябре, а в некоторые годы — в октябре-ноябре.

Вспышке численности мнемипсиса, начавшейся в Черном море летом 1988 г., предшествовал «скрытый» период развития популяции: гребневика в единичных экземп-

лярах видели в Судакском заливе еще в 1982 г.⁶ В 1989 г. биомасса гребневика в июле-сентябре в открытых районах моря в среднем составляла 1,4—1,6 кг·м⁻², в районе свала — 2—2,5, на прибрежных мелководьях — 2,8—3,2, на северо-западном шельфе даже достигла 4,6 кг·м⁻². И только в самой южной части моря — у Анатолийского побережья — биомасса была около 0,5 кг·м⁻². Общая масса гребневика на всей акватории моря составляла около 800 млн. т. Азовское море было буквально забито гребневиком.

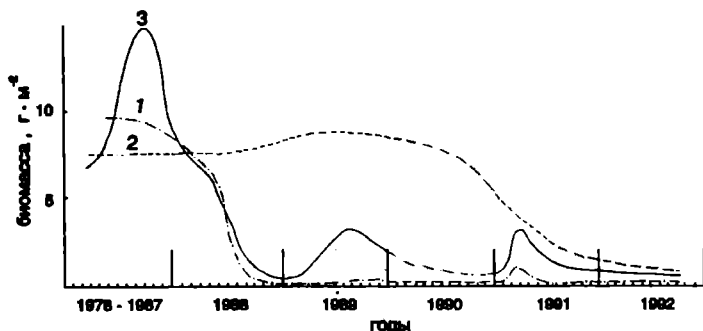
В апреле-мае 1990 г. в районе Геленджика—Анапы и в юго-западной части Черного моря биомасса мнемипсиса возросла в среднем до 3—4 кг·м⁻², а в отдельных местах — до 11—12. Таким образом, лето 1990 г. было периодом наибольшего развития гребневика, затем начался спад численности. Уже в августе в этом же районе биомасса вселенца не поднималась выше 1,5—2,2 кг·м⁻², а осенью в северной части моря была в четыре-пять раз ниже, чем годом раньше, и сохранялась примерно на том же уровне до осени 1992 г. Видимо, гребневик занял в сообществе более или менее стабильное положение.

По данным турецких исследователей, пик развития мнемипсиса у Анатолийского побережья и Босфора наступил на год позднее, чем на севере. Сотрудники нашего института и Стамбульского университета выявили вспышку развития гребневика в Мраморном море в 1991—1992 гг.

Вся эта огромная масса гребневика населяла верхний перемешанный слой моря над сезонным термоклином и верхнюю часть самого термоклина, т. е. слой до глубины 15—20 м, где сосредоточена основная часть мезопланктона, служащего главной пищей

⁶ Переладов М. В. Некоторые наблюдения за изменением биоценозов Судакского залива Черного моря // Тез. III Всесоюз. конф. по морской биологии. Ч. 1. Севастополь, 1988. С. 237—238.

Колебания биомассы в открытых районах Черного моря некоторых групп планктонных организмов, которыми питается мнемипсис. 1 — сагитты, 2 — веслоногий рачок *Calanus euxinus*, 3 — мелкие веслоногие рачки, а также ветвистоусые рачки и личинки донных животных.



для промысловых планктоноядных рыб: хамсы, тюльки, кильки, ставриды.

Началось катастрофическое уменьшение биомассы поверхностного мезопланктона — его выедал гребневик. Осенью 1989 и 1990 гг. в глубоководной части моря планктона стало в 4,4 раза меньше, чем в соответствующие сезоны предыдущих лет, а биомасса морских стрелок-сагитт сократилась более чем в 10 раз. В то же время количество ночесветки, не используемой в пищу гребневику, не изменилось.

За счет массового развития гребневика снизилось количество не только его жертв, но и пищевых конкурентов, прежде всего — медузы аурелии. Ее численность и характер распределения резко изменились. Биомасса медузы осенью 1988 г. в районе Геленджика оказалась в 20 раз ниже, чем обычно наблюдаемая в этот период года, а летом 1989 г. в среднем во всей акватории моря составила около $300 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2}$, т. е. сократилась примерно в три раза по сравнению с предыдущими годами. К этому времени медуза почти исчезла из верхнего перемешанного слоя, ставшего вотчиной гребневика, но продолжала существовать в нижней части термоклина и в водах холодного перемешанного слоя, куда гребневик не проникает в большом количестве. Следует отметить, что среди медуз встречалось большое количество деформированных особей — без гонад, с уродливым зонтиком и т. п. Похоже, гребневик не только конкурирует с аурелией за пищу, но и поедает ее личинок и молодь.

Пищевая база промысловых рыб оказалась подорванной, и их запасы стали катастрофически падать⁷. Так, если общий улов рыб в системе Мраморное — Черное — Азовское моря в 1985—1986 гг. достигал 856—906 тыс. т, то в 1989 г. — около 640. В северной части Черного и в Азов-

ском море в 1980—1988 гг. хамсы вылавливали от 240 до 126 тыс. т., а в 1989 г. — примерно 70, т. е. в два-три раза меньше; уловы ставриды к этому же году упали со 110—115 до 3 тыс. т; количество вылавливаемой тюльки в 1970—1987 гг. было относительно стабильным — от 70 до 130 тыс. т, но в 1989 г. сократилось до 36—40 тыс. т. и ее уловы. В Азовском море, где в 1989 г. биомасса мнемипсиса в море превысила 18 млн. т, он полностью подавил пищевую базу хамсы и тюльки, мало того, выедал их икру и молодь. Вместо обычно добываемых 50—70 тыс. т. тюльки уловы 1989 г. составили 100 т, к концу апреля следующего года было выловлено 112 т, при этом жирность была вдвое ниже обычной («Известия». 1990. № 119). Запасы этой рыбы сократились в 400 раз, и это неудивительно, поскольку кормового зоопланктона стало меньше, чем в самых бедных олиготрофных районах тропического океана. Лишь численность более глубоководного шпрота сохранялась на прежнем уровне и в 1989—1990 гг.

Очевидно, катастрофическое падение уловов прямо связано с подрывом мнемипсисом кормовой базы и, возможно, непосредственным выеданием личинок.

В верхнем перемешанном слое пищи для гребневика не стало, и он начал заселять всю толщу аэробных вод: по нашим наблюдениям (1991 и 1992 гг.), крупные особи мнемипсиса начали проникать под термоклин — в холодные промежуточные воды, вплоть до основного пикноклина. Благодаря этому гребневику стали доступны запасы наиболее массового черноморского веслоногого рачка *Calanus euxinus*, популяция которого почти не проникает в верхний перемешанный слой. И уже в 1991 г. биомасса калянуса стала в среднем в 2,5 раза меньше, чем за два года до этого, летом 1992 г. уменьшилась в три раза по сравнению с летом предыдущего. Калянус — основная пища черноморского шпрота и умень-

⁷ Расс Т. С. // Океанология. 1992. Т. 32. № 2. С. 293—302.

шение количества рачка не замедлило проявиться в снижении уловов этой рыбы.

Таким образом, вселение гребневика мнемнопсиса оказало более катастрофическое воздействие на биологические сообщества пелагиали и промысел планктоноядных рыб, чем другие формы антропогенных воздействий, обрушившихся в последние годы на экосистему Черного моря.

Как же бороться с этой напастью?

Прежде всего на ум приходит тривиальная мысль о вселении в море хищника, который мог бы уничтожить мнемнопсиса. Такие хищники есть: некоторые рыбы, паразитические кишечнорастворимые и гребневик из рода *Vegoe*, который питается именно гребневиками, подобными мнемнопсису. Берое обитает у побережья Америки, в Баренцевом и даже в Средиземном море. Однако живет он при более высокой солености, чем мнемнопсис, так что основные районы размножения последнего недоступны для берое из-за слишком большого распреснения. Более того, берое регулярно встречается в Мраморном море, но это не предотвратило вспышку развития мнемнопсиса в 1992 г. Но если даже допустить, что берое как-то справится с мнемноп-

сисом, не станет ли он уничтожать других черноморских животных, еще более деформируя структуру сообществ? И совсем неясно, к каким последствиям это приведет. Так что надежды на него тщетны, как и на то, что какие-либо аборигены Черного моря, скажем, аурелия, вытеснят мнемнопсиса в конкурентной борьбе. События прошлых лет говорят об обратном: этот гребневик, обладающий высокой конкурентной способностью, подавляет развитие медузы.

Видимо, присутствие мнемнопсиса в пелагических сообществах Черного моря — новая реальность, которую надо принять. Но какого уровня численности может достигать здесь популяция мнемнопсиса, зависит от состояния черноморской экосистемы. Сейчас она больна из-за антропогенного стресса. А всякое воздействие на больной организм приводит к более тяжелым последствиям, чем на здоровый. Значит, выход один — всеми способами снизить антропогенное воздействие на Черное море и, если удастся, добиться улучшения «здоровья» системы. Тогда снизится и воздействие мнемнопсиса, хотя полностью освободиться от этого чужоморца Черное море уже не сможет.

НОВОСТИ НАУКИ

Палеонтология

Загадка «странника во времени»

Полагают, что древнейшие млекопитающие произошли около 210 млн. лет назад от одной из групп морфологически прогрессивных рептилий, объединяемых в подотряд териодонтов. Среди них наиболее своеобразны цинодонты, напоминающие по своим морфологическим особенностям самый примитивный отряд современных млекопитающих — однопроходных.

Цинодонты были довольно разнообразны. Крупные ви-

ды достигали в длину 3—4 м, а мелкие были не больше крысы. Древнейшие млекопитающие позднего триаса вообще были исключительно мелкими животными, соответствующими размерному классу землероек. Это свидетельствует скорее всего о том, что древнейшие млекопитающие произошли не от крупных форм цинодонтов, а от мелких неспециализированных представителей этой группы рептилий. Время максимального разнообразия цинодонтов приходится на триас (приблизительно 230—195 млн. лет назад); к середине юрского периода эта группа вымирает, и в наземной фауне позвоночных доминирует уже другая группа рептилий — дино-

завры. Причина вымирания цинодонтов, возможно, и заключается в конкуренции с многочисленными и более специализированными динозаврами. Таким образом, последние цинодонты сосуществовали в начале юрского периода и с млекопитающими, и с динозаврами.

Этой распространенной точке зрения противоречит недавняя находка палеонтолога Р. Фокса (R. Fox; Университет провинции Альберта, Эдмонтон, Канада). Он обнаружил фрагмент нижней челюсти неизвестного вымершего животного, названного им *Chronoperates paradoxus* («парадоксальный странник во времени»). *Хроноператес* обитал на территории провин-

ции Альберта (район находки), по-видимому, 62 млн. лет назад, однако более точная датировка затруднена. Вместе с фрагментом челюсти длиной всего в 1 см обнаружено четыре хорошо сохранившихся зуба. По целому ряду морфологических признаков нижняя челюсть этого животного напоминает челюсть цинодонта: например, длинные и тонкие зубы с тремя ямками имели, как и у цинодонта, только по одному корню. Строение зубов хроноптератеса не позволяет отнести его ни к крокодилам, ни к птерозаврам, ни к другим мезозойским рептилиям.

Все это привело Фокса к убеждению, что он имеет дело с древнейшим цинодонтом. Если ученый прав, остается признать, что эти сходные с млекопитающими пресмыкающиеся просуществовали на 100 млн. лет больше, чем полагали до сих пор, поставив своеобразный рекорд долголетия. По мнению Фокса, столь длительный пробел в истории жизни цинодонта объясняется тем, что в свое время они были сравнительно редки, а из-за малых размеров их остатки не попадали в руки ученых. Однако другие специалисты, и среди них видный палеонтолог А. У. Кромптон (A. W. Crompton; Гарвардский университет, Кембридж, штат Массачусетс, США), указывают, что мелкие млекопитающие для этого же периода известны в больших количествах, но следов цинодонта среди них не было. Выживание столь малой группы в течение 100 млн. лет представляется ему сомнительным.

Некоторые специалисты затрудняются провести границы классификации нового животного в отсутствие иных «руководящих» ископаемых, которые помогли бы точнее датировать находку. Так, Н. Шубин (N. Shubin; Университет штата Пенсильвания, Филадельфия, США) полагает: будь хроноптератес обнаружен в триасовых отложениях, его, несомненно, следовало бы отнести к пресмыкающимся, сходным с млекопитающими. Эксперт по ранним млекопитаю-

щим Дж. Хопсон (J. Hopson; Чикагский университет, США) замечает, что челюсть хроноптератеса имеет черты, свойственные млекопитающим, зубы напоминают цинодонта триаса, но некоторые его особенности совершенно уникальны.

Единственное, в чем сходятся эксперты, так это в том, что для разрешения загадки, поставленной этим «странником во времени», требуется найти новые остатки его представителей.

New Scientist. 1992. V. 135. N 1836. P. 18 (Великобритания).

Палеонтология

Сколько весил индрикотерий!

Крупнейшим среди сухопутных млекопитающих за всю историю Земли был живший 30 млн. лет назад гигантский носорог индрикотерий. Он был найден на территории Казахстана в начале нашего века и назван в честь мифического зверя — индрика; его другое наименование — белуджитерий — дано по месту первой находки, провинции Белуджистан в Пакистане. Это животное достигало в высоту примерно 5 м, а его масса составляла, как считалось ранее, около 30 т.

Однако палеонтологи М. Фортелиус (M. Fortelius; Финский музей естественной истории, Хельсинки) и Дж. Карпелман (J. Kerpelman; Университет штата Техас, Остин, США) пришли к выводу, что эти показатели сильно завышены. Они утверждают, что масса индрикотерия не могла превышать 15—20 т, т. е. была близка к весу двух-трех крупных мамонтов. Независимый палеонтолог Г. Пол (G. Paul; Балтимора, штат Мэриленд, США) тоже полагает, что белуджитерий вряд ли «тянул» более чем на 16 т.

«Худеют» ныне не только гигантские млекопитающие про-

шлого. Недавние исследования показывают, что ископаемые ящеры тоже были не столь велики, как полагали. Так, оспариваются прежние утверждения, будто масса некоторых видов завропод могла достигать 90 т и даже более, а брахиозавров, например, — около 45 т.

О размерах тела давно исчезнувших животных специалисты судят, сопоставляя их ископаемые остатки с костями ныне здравствующих их «родственников», но поскольку эти остатки чаще всего бывают очень фрагментарны, ошибки неизбежны. Массу вымершего животного установить еще сложнее, ибо она зависит от соотношения разных групп мягких тканей тела (мышцы, шкура, подкожная клетчатка и т. д.), а они никогда не сохраняются. Между тем разработаны специальные формулы для определения массы тела по размерам костей; кроме того, делают пластические модели животного и, погружая их в воду, определяют на основе закона Архимеда их массу по количеству вытесненной воды.

Первоначальная оценка массы индрикотерия делалась из сравнения с современным носорогом, но у последнего скелет, как недавно выяснилось, почему-то значительно мощнее, чем необходимо для поддержки массы его тела. Некоторые предки носорога были сложены куда более грациозно.

Все это затрудняет определение степени вариации размера тела у разных групп позвоночных животных, а без этого трудно понять, почему, например, сухопутные млекопитающие были мельче, чем динозавры, относящиеся к группе завропод, в то время как морские пресмыкающиеся никогда не достигали размеров крупнейших водных млекопитающих — современных нам бивалов (синий кит), масса отдельной особи которых иногда достигает 130—150 т.

New Scientist. 1993. V. 137. N 1860. P. 15 (Великобритания).

Как Москва стала крупнейшим городом России

О. Р. Ширгазин



Олег Рашитович Ширгазин, кандидат географических наук, главный специалист Москомприроды. Занимается проблемами природопользования, исторической географией, топонимикой. В «Природе» опубликовал статью «Географическое пространство «Слова о полку Игореве» (1993, № 3).

НЕОЖИДАННОЕ превращение Москвы в центральный город Древней Руси казалось современникам этого события явлением таинственным, почти мистическим. Объяснить его пытались выдающиеся историки прошлого. Так, В. О. Ключевский и И. Е. Забелин считали, что в становлении города особое значение сыграло его расположение на месте скрещивания речных путей, ведущих на север, юг и восток, отмечая также важную защитную роль Москвы в период господства Золотой Орды¹.

Однако в наше время широкого распространения системного анализа этот односторонний подход к выяснению причин такого сложного процесса кажется недостаточным. Попробуем выявить исторические

и географические факторы, предопределившие феноменальный рост Москвы, превратившейся за относительно небольшой исторический срок (100—150 лет) в крупнейший город Руси. Для этого потребуются кратко остановиться на причинах возникновения и становления городов вообще и в России в частности.

ФАКТОРЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ГОРОДОВ

Среди таких факторов обычно выделяют военные, административные, экономические, религиозные, транспортные, природные, пространственные. В связи с доминирующей ролью одного из них формируются городские поселения, имеющие различные функции. Так, в приграничной зоне или на вновь осваиваемых землях, приобретенных в результате военных действий, возникали укрепленные пункты. В античное время из них выросли многочисленные колонии, например, римские в Галлии, прирейнской Германии, Англии. В средние века в Германии широкое распространение получили города-крепости (бурги). И Москва изначально была крепостью на окраине Владимиро-Суздальской земли.

В дальнейшем в России строительство военных городков особенно активно велось в XVII—XVIII вв. на вновь осваиваемых землях Сибири, Южного Урала, Новороссии. Наиболее яркими примерами могут служить Оренбург, Севастополь, которые создавались как военные опорные пункты для защиты империи и экспансии в восточном и южном направлениях.

В мире не так много городов, которые изначально проектировались и строились как административные, управленческие центры. Это в основном столицы современных государств — Бразилия, Канберра, Вашингтон, Исламабад и т. д. В государствах с древней историей ныне крупные административные центры сначала имели уже упомянутую военную, а затем экономическую функцию.

Одна из важнейших экономических

© Ширгазин О. Р. Как Москва стала крупнейшим городом России.

¹ Ключевский В. О. Курс русской истории. Ч. II. М., 1988; Забелин И. История города Москвы. М., 1990.



Карта А. Дженкинсона 1562 г., восходящая, по мнению Б. А. Рыбакова, к русскому чертежу 1497 г.

причин возникновения городов в прошлом — необходимость создания обменного, торгового центра, обслуживающего район, округ, какую-либо местность. Такой центр служил рынком сбыта для сельскохозяйственных и ремесленных товаров, производимых сельскими жителями, и покупки ими продукции, производимой в городах или привозимой из других стран.

Города возникали также и вокруг предприятий: горных разработок, ткацких фабрик и т.п. Наиболее яркие примеры из отечественной истории — города Урала (Екатеринбург, Нижний Тагил, Миасс и др.), Под-

московья (Орехово-Зуево, Павловский Посад и др.).

Места, связанные с деятельностью крупных религиозных деятелей, часто становились центрами, вокруг которых возникали небольшие городские поселения — Сергиев Посад в России, Лурд во Франции, Мекка в Аравии и др.

Транспортные центры возникали в местах пересечения дорог, речных путей, т. е. там, где возникала необходимость в перевалке грузов и их переработке.

Природные факторы всегда выступали важнейшими элементами города, определяя его расположение и территориальную структуру. Известно, что наиболее благоприятными участками при выборе места для закладки будущего города были возвышенные места



Строительство города в Древней Руси. Миниатюра из «Жития Сергия Радонежского». XVI в.

(холмы, крутые берега рек или их террасы), бухты и заливы, места слияния рек или их впадения в моря, озера. Большинство крупнейших городов мира расположено или на берегах морей в удобных бухтах или на реках, неподалеку от места их впадения в моря — Токио, Нью-Йорк, Буэнос-Айрес, Стамбул, Санкт-Петербург и др.

Пространственный фактор в возникновении и развитии города проявляется в виде сочетания нескольких элементов — это и собственно расположение на местности, и близость к рекам или побережьям морей, и прочие возможности для связи с другими населенными пунктами. Когда все элементы удачно сочетаются друг с другом, возникает структура, именуемая отечественным географом Б. Б. Радоманом узловым районом. В них обычно и возникают крупные города.

УЗЛОВЫЕ РЕЧНЫЕ РАЙОНЫ РОССИИ

Естественная узловая структура, образующаяся на основе природных элементов, — это район слияния рек, в особенности крупных. В древности, до возникновения железных и автомобильных дорог, реки были одним из основных путей, по которым перемещались грузы и люди. По долинам рек часто проходили и пешие, и конные пути. В реках ловили рыбу, их поймы использовали как сенокосы, огороды. Кроме этого, невысокий уровень

стояния подземных вод в долинах рек давал возможность устраивать здесь колодцы с питьевой водой.

Не случайно еще в прошлом веке известный русский географ, историк и культуролог Л. И. Мечников сформулировал гипотезу о решающей роли рек в формировании цивилизации на ранних этапах ее развития².

В России роль рек в становлении системы расселения, размещения городов, развитии транспорта была особенно велика, так как на низменном, равнинном, часто заболоченном пространстве сформировалась густая, разветвленная речная система с медленным течением, особенно благоприятным и для судоходства, и для рыболовства.

Географ прошлого века К. Арсеньев впервые отметил значение рек для русского хозяйства. Он писал, что губернии и местности, лежащие на судоходных реках, отличаются сильным развитием промышленности, торговли по сравнению с землями, лишенными удобных водных сообщений и потому бедными³.

И действительно, практически все крупные города Руси возникли непосредственно у мест слияния рек или (если не было подходящих топографических условий) на некотором расстоянии от них.

На европейской территории России можно выделить три крупнейших узловых района, в каждом из которых в средние века последовательно формировались крупные города. Назовем их условно Киевским, Новгородским и Булгарским.

Киев, крупнейший и столичный город Руси, занимает центральную часть в узловом районе, расположенном в зоне, включающей места впадения в Днепр Десны, Припяти и других рек. Киев был связан по Днепру с черноморским регионом (и в первую очередь с Византией) в южном направлении; по Днепру и Ловати — с Новгородом в северном направлении; по Припяти — с Пинском, Туровом, Польшей в западном; по Десне, Оке, Волге — с Окским и Волжским бассейнами, Владимиром, Булгаром в северо-восточном. Все связанные с Киевом регионы представляли в раннем средневековье освоенные, цивилизованные области с крупными городскими центрами. Феноменальному росту Киева (число его жителей в эпоху расцвета города в XII—

² Мечников Л. И. Цивилизация и великие исторические реки. Киев — Харьков, 1899.

³ Арсеньев К. Обзорение физического состояния России. СПб., 1818.

XIII вв. достигало 100 тыс.) способствовало и его расположение на границе лесной и степной природных зон, высокое естественное плодородие почв окружающий город территорий. Напомним, что население Парижа в XIV в. составляло около 70 тыс. чел.

Для Новгородского узлового района характерна более сложная гидрографическая сеть. Здесь Волхов впадает в Ладожское озеро, а вытекает из оз. Ильмень, Нева несет свои воды в Финский залив. В каждом из мест «впадений» последовательно возникали крупные города: Старая Ладога, Новгород, Санкт-Петербург.

У Новгородского узла еще больше гидрографических, а значит, и транспортных осей. В западном направлении он связан с Балтийским бассейном (Скандинавией, позже Ганзой) по Неве и Финскому заливу; в северном — по Ладожскому озеру, Свири, Онежскому озеру с русским севером; в юго-восточном — по Мсте, Тверце — с Тверью, Владимиро-Суздальской землей, позже Московским княжеством.

В этом узле не сформировалось такого крупного города, как Киев. Но несмотря на то, что плодородие почв окружающей Новгород территории было значительно меньшим, чем в районе первой столицы Руси, число жителей в Новгороде, в период его расцвета, в XV в., достигало примерно 40 тыс.

Самым же ранним крупным поселением была в Новгородском узле Ладога, расположенная неподалеку от устья Волхова. В VIII—IX вв. Ладога играла по существу роль столицы Верхней Руси и даже имела международные связи. Позже (с X в.) центром узла становится Новгород, расположенный на берегу рыбного озера Ильмень, окруженного плодородными аллювиальными почвами. Существенную роль в формировании города сыграла, очевидно, и защитная роль порогов на Волхове. А в XVIII в., когда появились морские суда и возникла необходимость в создании порта, континентальный Новгород уступил свою главенствующую роль в узле другому городу в устье Невы — Санкт-Петербургу.

В Булгарском узловом районе роль центрального города (столицы) с IX по XIV в. выполнял Булгар (до разгрома его войсками Булат-Тимура), в XII в. некоторое время — Биляр, в конце XIV — начале XV в. — Иски-Казань, и затем Казань (XV—XVI в.), бывшая столица Казанского ханства⁴.

Реки связывали Булгарский узел со столицами Золотой Орды, Ираном, Кавказом



Въезд Владимира Мономаха в Киев (1113 г.). Миниатюра из Лицевого летописного свода XVI в.

по нижней Волге в южном направлении; с Владимиро-Суздальской землей (позже Москвой), Новгородом — по средней Волге и ее притокам в западном направлении; и с Великой Пермью (Биармией) — по Каме в северо-восточном.

Значительному росту Булгара (около 50 тыс. жителей в золотоордынский период) способствовали торговля с этими богатыми районами и высокое естественное плодородие черноземов и серых лесных почв. В то же время к северу от Булгара на Каме не возникло крупных городских центров, сопоставимых с городами Руси, Золотой Орды или Персии.

В узловых районах более низкого ран-

⁴ История Татарской АССР. Казань, 1973.

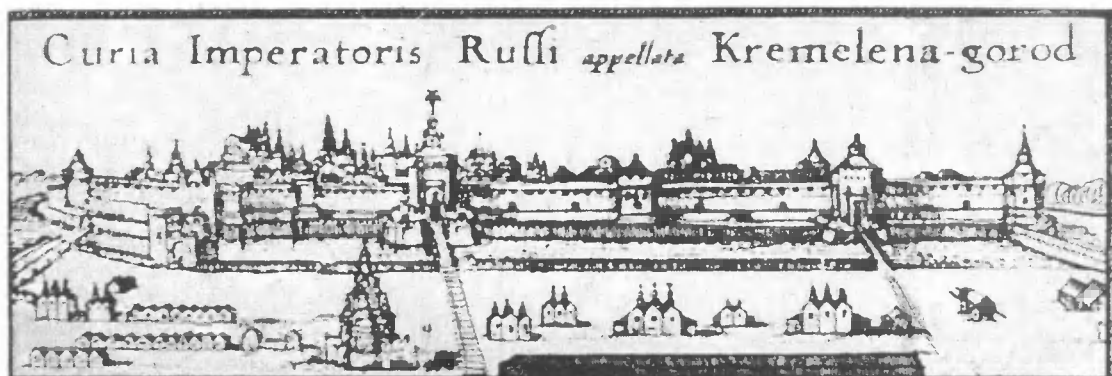


Часть карты Московии А. Вуда — И. В. Ляцкого с изображением Новгорода и Пскова 1542—1555 гг.

га также возникали значительные городские центры, среди которых отметим Владимир, расположенный недалеко от впадения Нерли в Клязьму, что позволяло его жителям связываться по Волге с Булгаром и более восточными территориями, по Оке выходить в бассейн Десны и Днепра и да-

лее в Киев; через верховья Клязьмы, Нерли — в Верховолжье (Тверь, Ростов, Ярославль) и далее в Балтийский регион, на Русский Север.

Высокое естественное плодородие сероземов Ополья, близость к лесной Мещере и удобные транспортные пути создали географические предпосылки для формирования крупного очага русской государственности и культуры — Владимиро-Суз-



дальской земли со столицей во Владимире, бывшем в XII—XIV вв. крупнейшим центром северо-восточной Руси.

В месте впадения Тверцы в Волгу возникла Тверь, связанная этими реками с Новгородским и Булгарским узлом, Владимиром. В результате Тверь в XIV в. достигла такого влияния, что претендовала на роль центра Руси.

Еще с IX в. центром и крупным городом северо-восточной Руси стал (и достаточно долго был) Ростов Великий, построенный на берегу оз. Неро. Водные пути связывали его жителей с населением бассейна Оки, Волги, Клязьмы, в озере водилось много рыбы, пойменные почвы были плодородными.

Итак, в определенной исторической последовательности (Ростов X—XI, Владимир XII—XIII, Тверь XIV) вблизи Москвы образовались и развивались крупные города, так и не ставшие в дальнейшем ядром будущей России. Москве же удалось не только превзойти ближайших своих соседей, но и поставить в зависимость от себя и Киев, и Казань, и Новгород.

«ЦЕНТРАЛЬНОСТЬ» МОСКВЫ

Москва, впервые упомянутая в летописях под этим названием около 1147 г., в то время была пограничной крепостью на юго-восточной окраине Владимиро-Суздальской земли. Город, существовавший у слияния рек Яузы и Москвы на Боровицком холме, видимо, был не первым крупным поселением в этом районе. Легенда о боярине Кучке свидетельствует, что центром местности, где существовало немало деревень и сел, было его «имение» около Чистых прудов. По другим предположениям, раньше города-крепости возник посад вдоль р. Москвы в сторону Яузы.

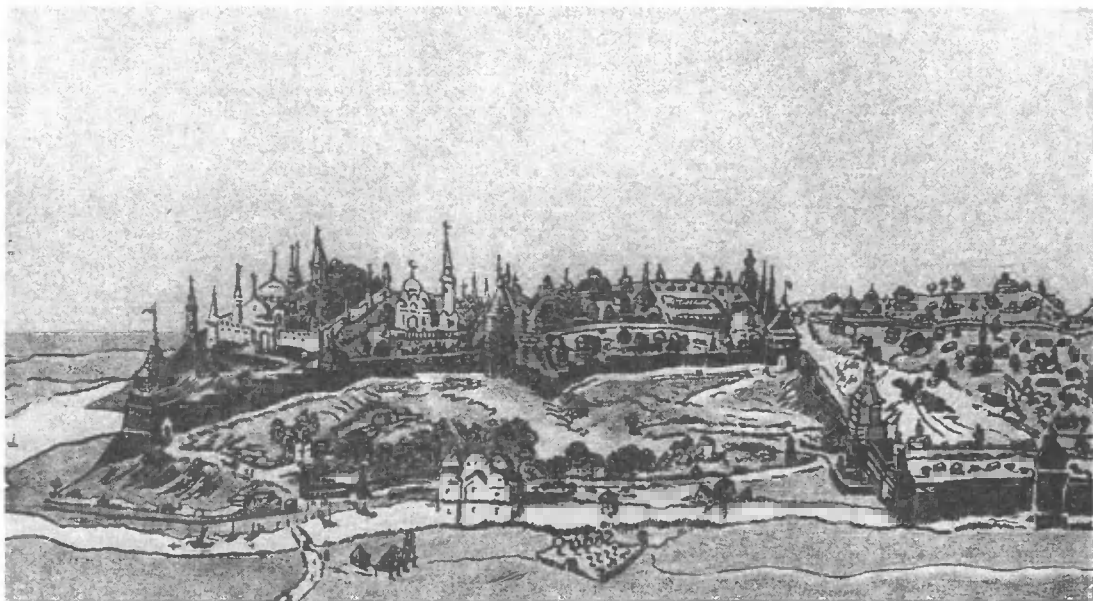
Таким образом, имеются основания считать, что Москва как город-крепость

Московский Кремль в XVI в.



Увоз вечного колокола из Новгорода в 1478 г. Миниатюра из Лицевого летописного свода XVI в.

возникла в зоне, которая активно осваивалась славянами еще за 200 лет до официального упоминания Москвы, начиная с X в. Очевидно, что она не только обслуживала нужды князей и выполняла оборонительные функции, но и была торговым центром для всей окружающей местности: деревень, сел, монастырей, расположенных по берегам больших (впрочем, не таких уж больших) и малых рек.



Панорама разрушенной в XVI в. Казани (современная реконструкция).

Таким образом, Москва развивалась в узловом районе, который был связан с бассейном Оки и верхней Волги. Однако ее транспортное положение все же было хуже, чем у Твери, Рязани, Ярославля, стоявших непосредственно на крупных водных магистралях. Таких плодородных почв, как в окрестностях Владимира или Рязани, здесь также не было. И место, где возникла Москва, было окраинной зоной Мещерской низменности — болотистое и лесистое.

Поэтому поначалу город был небольшим, он уступал по численности населения и значимости всем своим более удачливым соседям. Тем не менее в летописях он упоминается как место встречи суздальского князя Юрия Долгорукого и северского князя Святослава Ольговича в 1147 г., подвергается нападению монголов во время их нашествия. Значит, древняя Москва все же не принадлежала и к числу самых заштатных местечек.

За 100 лет существования (с 1147 по 1238 г.), казалось, ничто не предвещало изменения в иерархии городских поселений на Руси. Волна монгольского нашествия кардинально изменяет не только историческую обстановку, но и значение географического фактора роста города. Гибнут крупнейшие городские центры — средоточие хозяйства, культуры и административ-

ной власти — Киев, Владимир, Булгар, а также центры более низкого ранга (особенно сильному разгрому подверглась Рязань). Оставшееся без крова население вынуждено искать пристанище в глухих лесных чащобах, в небольших городках, защищенных естественными преградами. Здесь можно было строить дома и торговать, меньше опасаясь набегов монголов.

Таким более или менее благоприятным прибежищем и становится Москва, прикрытая с юго-востока лесами и болотами Мещеры, естественными защитными преградами служат и реки — Ока, Москва, Пахра. Возникновению Москвы могли способствовать и случайные причины: она была разрушена монголами незначительно, уцелели представители родовой аристократии и, что не менее важно, простые люди, сумевшие быстро отстроить город и наладить в нем жизнь.

Менее чем через 100 лет Москва становится княжеской резиденцией, значительным торговым узлом и претендует вместе с Тверью на роль общерусского центра.

Таким образом, разрушенные монголами центры — Владимир, Ростов Великий — сходят с исторической сцены, а Москва возвышается именно благодаря недостаткам своего географического положения. Важную роль сыграла осторожная (и, прямо скажем, нечестная) политика московских князей, установивших тесные, в том числе родственные, отношения с золотоордынскими ханами, которые в дальнейшем

оказали им неоценимую услугу, разгромив основного конкурента — Тверь. Именно после этого московской верхушке открылся путь к объединению центральных русских княжеств вокруг своей резиденции.

Еще через 100 лет, к середине XV в., Москва становится столицей великого княжества Московского с населением примерно 30 тыс. жителей, достигнув ранга Киева, Новгорода, Булгара в периоды их расцвета.

И здесь городу сопутствуют благоприятные обстоятельства: нашествие в конце XIV в. Тимура, разрушившего все основные центры Золотой Орды, так и не восстановленные в прежнем великолепии и окончательно захваченные русскими в XVI в. Несколько раньше, во время похода Булат-Тимура, погибает вновь отстроенный Булгар — восточный конкурент Москвы; Казань же, в то время небольшая крепость на северо-западной окраине Волжской Булгарии, станет значительным центром лишь к середине XV в., когда Москва уже будет обладать экономическим, административным и культурным потенциалом, который навсегда определит ее важную роль в жизни России.

И все же Казань и Новгород остаются конкурентами Москвы, препятствуя рас-

ширению зоны ее влияния на Восток (в Сибирь, Среднюю Азию, Кавказ) и на Запад (в Прибалтику, Скандинавию).

Наступает период ожесточенной борьбы, длившейся около 100 лет и закончившейся разгромом Новгорода и Казани при Иване Грозном.

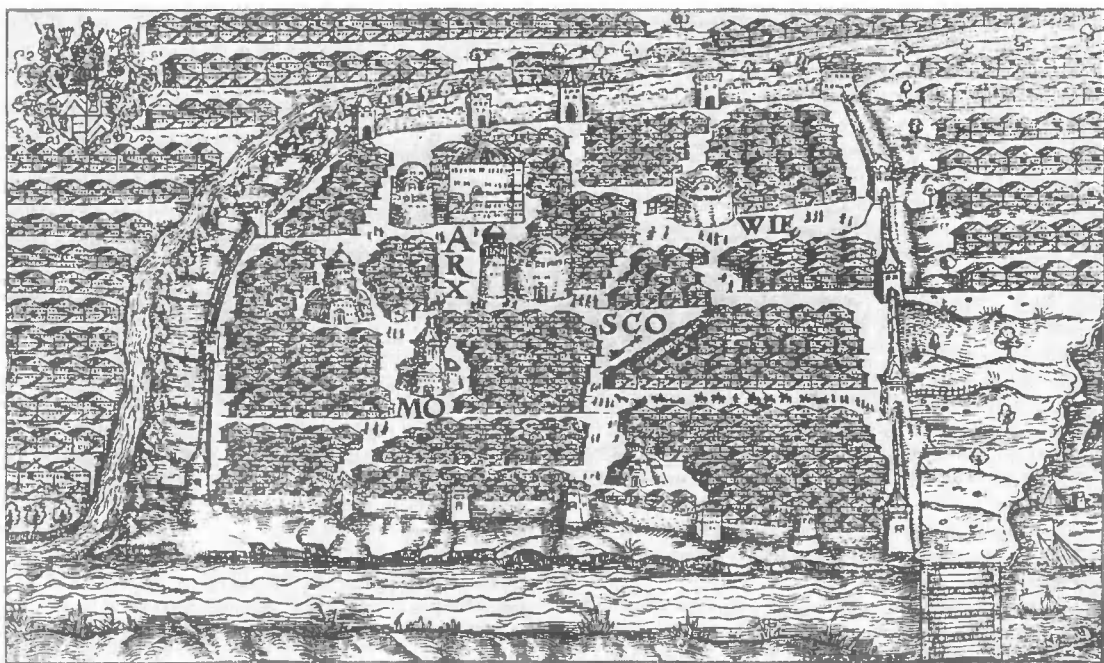
В русском Новгороде погибло множество людей, часть новгородцев была выселена. Его автономия и реликты своеобразной феодальной демократии были окончательно уничтожены московской деспотией, опиравшейся в значительной части на опричнину, часть татарской аристократии и татарской армии, перешедшей на службу к русскому царю.

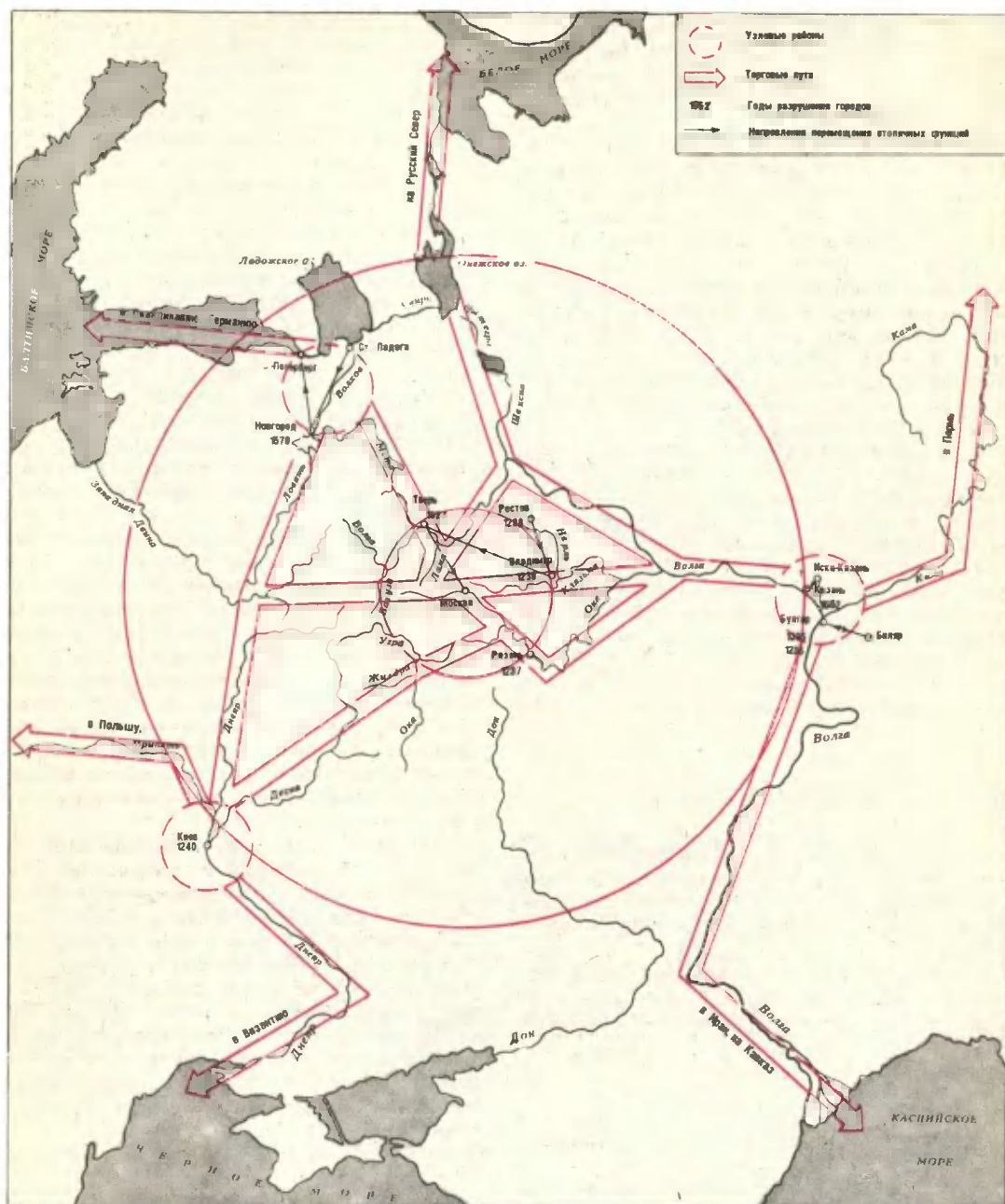
В мусульманской Казани не только убивали людей, но и полностью уничтожили великолепный городской ансамбль. Несколько дней город грабили, погибло несколько тысяч человек (из 30-тысячного населения).

После этого Москва окончательно укрепляется в статусе центрального города на обширных пространствах Восточно-Европейской равнины и, по выражению В. О. Ключевского, «кремлевский паук» начинает ткать свою паутину, опутывая в середине XX в. значительную часть земного шара.

Как уже отмечалось, одним из важнейших географических факторов возвышения Москвы было ее узловое положение в месте слияния Яузы и Москвы, что

План Москвы С. Герберштейна. 1537 г.





Узловые районы и торговые пути в европейской части России в средние века.

обеспечивало ее связи с тремя крупнейшими городскими центрами средневековой Восточной Европы.

Если же нанести на карту положение четырех узловых центров европейской час-

ти России, то можно заметить, что Московский узел удален от Новгородского, Киевского и Булгарского примерно на одно расстояние. При этом сам город находится в центре своеобразной окружности, проходящей по центрам этих узлов. «Центральность» Москвы проявляется и в положении по отношению к ближайшим столи-

цам крупнейших русских княжеств — Твери, Ростову, Владимиру, Рязани. Таким образом, Москва занимала самое выгодное транспортное положение по отношению и к тем, и к другим.

Могло ли это сыграть свою роль в тот ранний период русской истории, когда города еще не были связаны современными магистральями, а потоки грузов и пассажиров не были столь значительными? Если бы это удалось доказать транспортно-экономическими расчетами, тогда можно было бы сделать вывод, что рост крупнейшего города в центре был, выражаясь современным языком, обусловлен стремлением к минимизации транспортных перемещений между узлами.

Существует мнение, что пространственно-временное перемещение столичных функций на протяжении относительно небольшого исторического периода от Ростова Великого к Владимиру, а затем к Твери и Москве было подобно современному подбору так называемой оптимальной равновесной точки в географическом пространстве, применяемому при поиске благоприятного расположения нового городского центра⁵.

Вряд ли торговцы и городские власти в те далекие времена хотя бы прикидывали затраты времени, денег и продовольствия на транспортные перевозки. Система транспортно-экономических расчетов сложилась к концу XIX в. в развитых странах Европы. Скорее всего, процесс (перемещение столиц) шел спонтанно в результате самоорганизации обширной системы населенных мест и связывающих их коммуникаций.

Любопытно, что «центральность» Москвы проявляется и в рельефе прилегающей к городу местности. Так, система речных долин вокруг города образует почти концентрическую структуру, состоящую из нескольких колец, как бы вложенных друг в друга. По-видимому, это связано с геологическим строением Русской платформы.

И уж совсем неоспоримый факт, что вокруг столицы существует несколько кольцевых транспортных путей и примерно кольцами располагаются вокруг нее города, поселки и деревни. Все это дает основание полагать, что «центральность» Москвы на Восточно-Европейской равнине определила ее исторический путь от неболь-

шой пограничной крепости до многомиллионной столицы крупного государства.

Итак, основными факторами возвышения Москвы была ее «центральность» и ослабление или уничтожение конкурентов в результате походов монголов, Тимура и Ивана Грозного.

Хотя история не знает сослагательно-го наклонения, можно попытаться представить себе, как стал бы развиваться процесс территориального роста государств, если бы монголы, а затем Тимур не вторглись в Поволжье и на Русь. Пройдя стадию распада, Киевская Русь могла бы вновь объединиться вокруг первой столицы — Киева. В ее пределы могли бы войти территории бассейна Днепра и его притоков, т. е. нынешняя Украина, Белоруссия и юго-западная часть России. Новгород в войне с Ростово-Суздальской землей мог бы расширить свои владения на востоке (север Сибири), а исламский Булгар возможно подчинил бы весь бассейн Волги и Камы от Нижнего Новгорода и Перми на севере до Каспия на юге. История Османской империи показывает, что ислам вплоть до XVIII в. обладал динамизмом и его кризис отчетливо проявился к концу XIX в. В этом случае Ростово-Суздальская земля (и Москва), отрезанные от Европы и от развитых стран ислама, не имела бы никаких шансов стать центром объединения всех русских земель.

Сегодня мы являемся свидетелями глобальных исторических потрясений, изменяется и статус государственных образований, входивших ранее в СССР. Киев стал столицей независимого государства, Казань — столицей республики, также претендующей на особые отношения с Россией. Идет автономизация областей и регионов. Все эти процессы дифференциации неотвратимо ставят Москву в новое положение уже не столицы Союза и крупнейшего международного блока социалистических стран, а центра Европейской России, что повлечет за собой сокращение зоны ее влияния, разнообразия функций, численности населения.

Но за свою более чем 800-летнюю историю Москва неоднократно переживала периоды подъема и спада и даже потери своей столичной роли. Ее сжигали и завоевывали, но каждый раз ее «центральность», культурный, интеллектуальный, экономический потенциал спасали Москву от гибели и запустения, и она вновь становилась центром России.

⁵ Веденин Ю. А. Динамика территориальных рекреационных систем. М., 1982.

Почему светилось небо после Тунгусского взрыва?

В. А. Бронштэн,

кандидат физико-математических наук

Москва

НЕОБЫЧНАЯ НОЧЬ

Жаркий летний вечер 30 июня 1908 г. в Ташкенте не предвещал ничего необычного. Студент Харьковского университета Василий Фесенков, проходивший практику на Ташкентской астрономической обсерватории, готовился, как только стемнеет, начать фотографирование участков звездного неба на нормальном астрографе. Зашло Солнце, прошло время, положенное для сумерек, но ночь не наступила. Небо оставалось светлым. Ну, не как днем, но и не как бывает в ташкентские ночи. Василий ничего не понимал. В соседних башнях дежурили астрономы обсерватории... и тоже ничего не понимали. «На полярное сияние непохоже, свечение равномерное, нет ни дуг, ни драпри, ни короны. Что же это такое?»

Такие вопросы задавали себе в ту ночь многие астрономы различных стран Европы. Э. Эсклангон в Бордо, М. Вольф в Гейдельберге, У. Деннинг в Бристоле и многие другие астрономы, метеорологи и просто обыватели — все смотрели, удивлялись и ничего не могли объяснить. Астрономы немедленно направили на светлое небо спектроскопы. Нет, никаких эмиссионных линий или полос никто не обнаружил. Значит, это не полярное сияние и вообще не свечение возбужденных атомов или молекул воздуха. Скорее это напоминало свечение при рассеянии солнечного света мелкой пылью, но откуда могла взяться эта пыль? Бельгийский ученый Ф. де Руа, опубликовавший тогда же, в 1908 г., одну из первых сводок наблюдений необычного явления, предположил, что Земля встретила с плотным облаком космической пыли. Но наиболее проницательным оказался датский астроном Т. Кооль, который 4 июля 1908 г. писал: «...желательно было бы узнать, не появлялся ли в последнее время в Дании или где-нибудь в другом месте очень большой метеорит?»¹

Да, такой метеорит появлялся. И очень большой. Но не над Данией, а действительно «в другом месте», в 5000 км к востоку от Дании, над Подкаменной Тунгуской. Знаменитый Тунгусский метеорит.

Увы, в 1908 г. о его падении научный мир так и не узнал. Сообщения о пролете гигантского аэролита (так тогда именовали подобные явления) появились лишь в нескольких сибирских газетах, которых не читали не только в Европе, но даже в Петербурге и Москве. И поэтому о причинной связи между этими двумя явлениями заговорили лишь через 14—18 лет, а надежно она была установлена лишь четверть века спустя.

ПЕРВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Тогда же, в 1908 г., несколько ученых опубликовали сводки наблюдений необычного явления. В их числе были русский метеоролог А. М. Шенрок, немецкий метеоролог Р. Зюринг и уже упоминавшийся Ф. де Руа. Эти сводки оченьгодились позднейшим исследователям.

Прошло 14 лет. В 1922 г., когда Л. А. Кулик возвратился из первой разведочной экспедиции к месту падения Тунгусского метеорита, редактор журнала «Мироведение» метеоролог Д. О. Святский обратил его внимание на то, что в ночь падения этого космического тела по всей Европе и в значительной части России наблюдались необычно яркие зори и светлая ночь. Кулик заинтересовался этим совпадением. Тут же он высказал гипотезу о том, что светлые ночи были вызваны вторжением в нашу атмосферу облака космической пыли. Это было отражено в его отчете об экспедиции, опубликованном в «Известиях Российской академии наук» в 1923 г., и развито в статье «К вопросу о связи метеоритов с кометами» в журнале «Мироведение» в 1926 г.

Одновременно такую же мысль независимо высказал в том же журнале метеоролог Л. Апостолов, а в 1932 г. эта гипотеза была развита В. И. Вернадским.

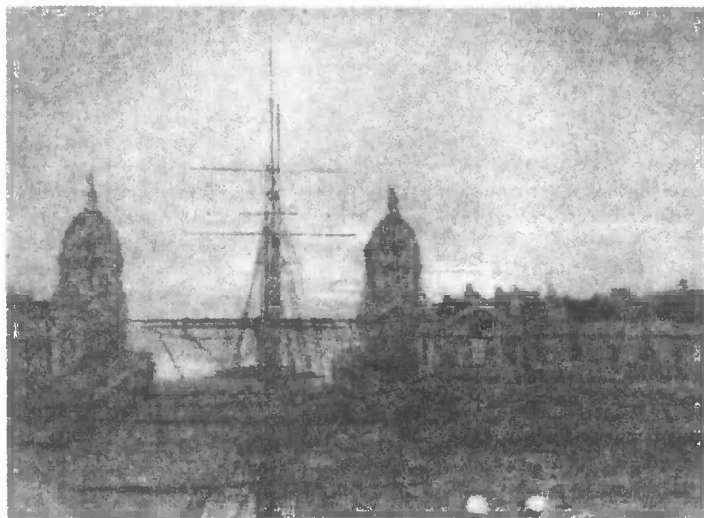
В начале 30-х годов явлением заинтере-

© Бронштэн В. А. Почему светилось небо после Тунгусского взрыва?

¹ Цит. по: Зоткин И. Т. // Метеоритика. 1961. Вып. 20. С. 51.



Улица в г. Наровчате б. Тамбовской губернии в 22 час. 30 мин. 30 июня 1908 г. при аномальном освещении.
Фото В. П. Россина



Гавань в Гринвиче (Англия) в 24 час. 30 июня 1908 г. при аномальном освещении неба.
Фото Д. Э. Эванса

ресовался английский метеоролог Ф. Уиппл. Уже в 1930 г. он обнаружил записи воздушной волны от Тунгусского взрыва на лентах микробарографов шести английских метеостанций. Обратившись к оптическим аномалиям лета 1908 г., он попросил американского профессора Ч. Мэрвина посмотреть данные наблюдений метеостанций США. Мэрвин не смог обнаружить каких-либо указаний на сумеречные аномалии в США в эти даты. Итак, в Америке оптические аномалии не наблюдались.

В 1960 г. Василий Григорьевич Фесенков, тогда уже академик, обратился к королевскому астроному Р. Вулли (такой титул начиная с 1675 г. носит директор Грин-

вичской обсерватории) с просьбой выяснить, не наблюдались ли аномальные зори в Атлантике. Королевский астроном передал эту просьбу первому лорду адмиралтейства (морскому министру). По указанию министра были проверены судовые журналы всех кораблей британского флота, бороздивших в ту ночь воды Атлантики. Ответ был отрицательный: ни на одном корабле никаких аномалий не наблюдалось.

Итак, западная граница области аномального свечения определилась четко: она проходила чуть западнее Британских островов.

Вскоре определилась и южная граница. По предложению академика Фесенкова

сотрудник Комитета по метеоритам АН СССР И. Т. Зоткин, собрав громадный фактический материал, установил всю географию области свечения. Тут за дальнейшую разработку проблемы взялась энергичная группа энтузиастов из Томска и Новосибирска, которую первоначально возглавлял врач и физик Г. Ф. Плеханов, а позже — другой врач, ныне академик АМН Н. В. Васильев. В работе приняли участие несколько десятков человек. Были просмотрены все сибирские и вообще русские газеты, журналы всех стран Европы, посланы специальные запросы в астрономические и метеорологические учреждения многих стран, функционировавшие в 1908 г. Ответы пришли из США, Кубы, Бразилии, Ямайки, Новой Зеландии, с Гавайских островов, из Австралии, Индии, Мадагаскара, Японии — все отрицательные. Не наблюдалось свечения неба и на юге Европы: в Испании, Греции, Румынии, Болгарии, а также в Грузии. Таким образом, южная граница области свечения проходила от Ташкента на Бордо.

Самым восточным пунктом, где оно наблюдалось, оказался Енисейск. Дальше на восток от места взрыва Тунгусского тела никаких аномалий не было, не наблюдалось их и в Японии.

К северу от области аномальных зорь простиралась зона белых ночей.

Как же можно было объяснить наблюдавшееся свечение неба? Влетом в земную атмосферу частиц пыли вместе с ядром кометы, которым и был, согласно гипотезе Уиппла, Тунгусский метеорит, — так отвечали на этот вопрос и астроном И. С. Астапович (с 1939 г.) и В. Г. Фесенков (с 1960 г.). Последний предложил простую версию: ведь Тунгусский метеорит упал рано утром, Солнце было на востоке, а хвосты комет направлены в сторону, противоположную Солнцу, значит, в данном случае на запад, что и наблюдалось, если считать, что рассеяние солнечного света происходило на частицах пыли, составлявших хвост Тунгусской кометы.

ТРУДНОСТИ ГИПОТЕЗЫ

Уровень развития физики и астрономии не позволял исследователям останавливаться на стадии гипотезы и общих рассуждений. Требовалась количественная проверка. И тут сразу возник целый ряд затруднений.

Допустим, что вместе с Тунгусским космическим телом в нашу атмосферу влетел рой пылинок, составлявших оболочку кометы или ее хвост. Но какова объем-

ная плотность этого роя? А главное, как частицы роя будут освещаться Солнцем?

Вот тут и возникло первое противоречие. В Ташкенте, где светлую ночь наблюдал сам Фесенков, глубина погружения Солнца под горизонт составляла 27° . Его лучи могли освещать только очень высокие слои воздуха — на высотах более 700 км. Но плотность атмосферы на таких высотах настолько мала, что даже мелкие пылинки задержаться там не могли.

Второе затруднение было выявлено благодаря расчетам Зоткина, опубликованным в 1966 г. Оказалось, что все пункты, лежащие к западу от линии, проходящей от Астрахани на Мурманск, находились в области так называемой «пылевой тени», иначе говоря, пылинки, влетевшие по путям, параллельным траектории Тунгусского тела, не смогли бы проникнуть в небо стран Европы и европейской части России. Как же они туда попали?

Ветры? Но за сутки никакие ветры не донесли бы эти пылинки до Англии. К тому же пришлось бы допустить, что все ветры «сговорились» и дули только на запад, да еще с небывалой скоростью 250 км/ч.

Такова была ситуация в середине июня 1985 г., когда автор, работая над рукописью книги «Метеоры, метеориты, метеороиды»², задался вопросом: как все-таки объяснить аномальное свечение неба в ту ночь? И не только само свечение, но и его свойства: яркость неба, длительность и географию области свечения?

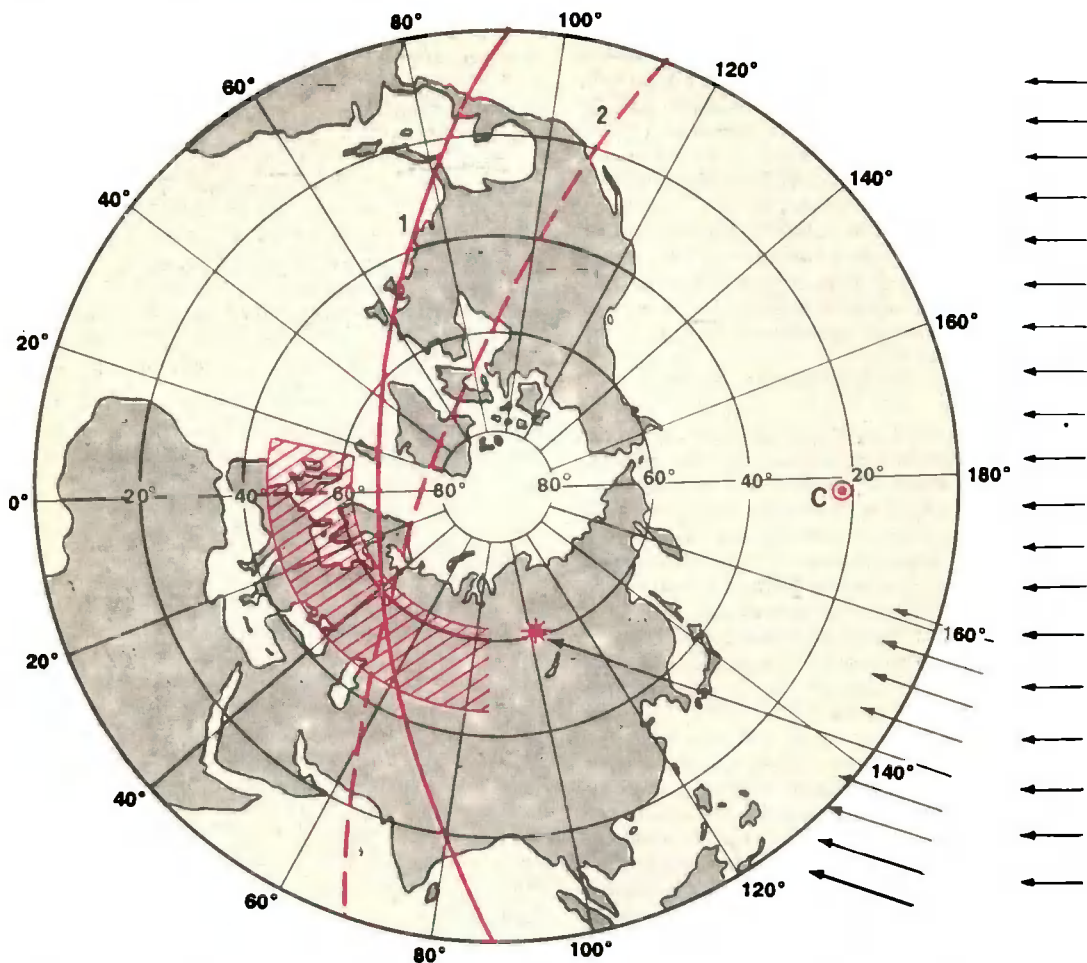
МЕХАНИЗМ СВЕЧЕНИЯ

Прежде всего нужно было определить механизм свечения пылинок. Прямое освещение лучами Солнца? Но мы уже видели, что, например, в Ташкенте это было невозможно. А что если это вторичное рассеяние: солнечные лучи освещают массу пыли, расположенную на дневной стороне, а эта масса, в свою очередь, освещает другую массу пыли, находящуюся на ночной стороне? В принципе, это возможно, но хватит ли освещенности, чтобы было так светло, как видели наблюдатели?

Кстати, а насколько было светло? Нужно было оценить яркость неба, выразить ее в физических единицах.

Из громадного материала наблюдений, любезно переданного Зоткиным, удалось выбрать пять наиболее надежных для оценки

² Бронштэн В. А. Метеоры, метеориты, метеороиды. М., 1987.



Область аномальных сумерек (обозначена цветом), связанных с Тунгусским метеоритом (по И. Т. Зоткину). 1 — терминатор (граница дня и ночи); 2 — граница «пылевой тени»; С — точка, где Солнце находилось в зените.

освещенности. Это были фотографии улицы в городе Наровчатке Тамбовской области, полученные при аномальном освещении В. П. Россиным, фотографии гавани в Гринвиче, выполненные Д. Э. Эвансом, и три инструментальных измерения яркости неба, сделанные Э. Эсклангоном в Бордо, В. Кребсом в пригороде Гамбурга и И. Вильтердинком в Лейдене. Поскольку были известны все данные об условиях съемки в двух первых случаях (аппараты, экспозиции, пластинки), удалось рассчитать необходимую освещенность. Вычислив по ней яркость неба, я был очень доволен, убедившись,

что все пять измерений дали значения яркости в пределах одного порядка: от 10^{-7} до 10^{-6} стильба. Это от 25 до 250 раз больше яркости ночного неба.

Но создаст ли такую яркость вторичное рассеяние пылью? Сколько пыли для этого должно было заключаться в единице объема? А какова плотность пыли в оболочках комет? Астрономические оценки этой величины, к сожалению, сильно расходились друг с другом и были весьма ненадежны.

Помог случай. Приближалась комета Галлея, и навстречу ей уже мчались наши космические аппараты «Вега-1 и 2» и европейский «Джотто». К концу 1986 г. уже были предварительные результаты о плотности пыли в оболочке кометы, а заодно и о распределении пылинок по размерам.

Но и этого было недостаточно. По какому закону рассеивают свет кометные пылинки? Какова их отражательная способ-

ность (альбедо) и ее зависимость от направления рассеяния (индикатриса)? Наилучшие данные содержались в работе двух японских ученых братьев Мукаи, изучивших рассеяние света пылью оболочек кометы Галлея и ряда других комет. Увы, в применении к рассматриваемой задаче плотность частиц пыли в оболочках комет была слишком мала, чтобы произвести наблюдавшееся свечение при их влете в земную атмосферу. И ни много, ни мало, а на три порядка. Не было объяснения и проникновению кометного облака в область «пылевой тени».

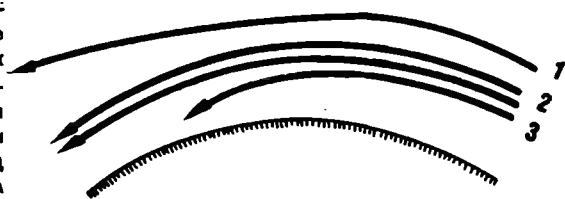
МЕТЕОРНЫЕ СПУТНИКИ ЗЕМЛИ

Еще в 1922 г. В. Г. Фесенков (тогда еще не академик, а молодой ученый) доказал возможность захвата метеорного вещества Землей. При пологом влете в атмосферу на определенной высоте создаются условия для превращения гиперболической (относительно Земли) орбиты частицы в эллиптическую и даже в круговую. В 1967 г. идея Фесенкова была детально разработана сотрудниками Института экспериментальной метеорологии в Обнинске Л. А. Катасевым и Н. В. Куликовой³.

Оказалось, что для частиц заданной массы в земной атмосфере существует так называемый «коридор входа», границы которого параллельны земной поверхности. Частицы, прошедшие выше этого коридора, вылетят снова в космическое пространство. Те, что войдут ниже, затормозятся и упадут на Землю, а более крупные испарятся, производя явление метеора. Лишь те частицы, что войдут в «коридор входа», опишут значительную дугу вокруг Земли, постепенно тормозясь от космической скорости до тепловых скоростей атмосферных атомов. А потом начнут опускаться на Землю, но не со скоростью свободного падения, а медленнее — по закону Стокса.

В 1974 г. сотрудники того же института В. Н. Лебединец, А. В. Манохина и В. Б. Шушкова рассчитали движение частиц разных размеров в «коридоре входа»⁴.

Из этих расчетов следовало, что именно таким путем частицы могли попасть в область «пылевой тени». Двигаясь в поле тяготения Земли, они летели быстрее любого ветра. Оказалось, что даже в учетом торможения самые мелкие частицы (10^{-13} г)



Пути пылевых частиц в атмосфере Земли. 1 — траектория пролета (частица вылетает обратно в космос); 2 — границы «коридора входа»; 3 — траектория, на которой частица тормозится или испаряется в атмосфере.

за шесть часов могли достигнуть Англии. Еще более мелкие могли пролететь и дальше, но их размеры были бы сравнимы с длиной световой волны и рассеяние света ими было бы неэффективно. Так объяснялось положение западной границы области свечения неба.

Удалось объяснить и положение ее восточной границы. Оказалось, что при заданном угле наклона траектории Тунгусского тела частицы кометной пыли могли достигнуть своего «коридора входа» на таком же угловом расстоянии (вдоль земной поверхности) от точки входа самого тела, к западу от него. Расположение самых восточных пунктов, где наблюдалось свечение (Енисейск, Красноярск, Усть-Каменогорск), само по себе подтверждало пологий вход Тунгусского тела (под углом 10° — 15° к горизонту), вытекавший из ряда других соображений.

Средняя высота «коридоров входа» оказалась для частиц с массой 10^{-13} г — 180 км, для частиц в 10^{-9} г — 120 км, для частиц в 10^{-6} г — 100 км.

Торможение в атмосфере приводило к уплотнению облака частиц. Уравнение неразрывности потока частиц требовало, чтобы при уменьшении скорости на три порядка (например от 30 км/с до 30 м/с) объемная плотность частиц возрастала бы тоже на три порядка.

Так нашлись недостававшие три порядка! Но это было еще не все. Опускаясь вниз, по закону Стокса, пылинки уплотнялись еще примерно в три раза.

Принципиальные трудности задачи были преодолены.

ЗАВЕРШЕНИЕ РАБОТЫ

Теперь нужно было выполнить расчеты самого процесса рассеяния солнечного излучения. Надо было учесть, что солнечный свет, прежде чем достигнуть пылинок,

³ Катасев Л. А., Куликова Н. В. // Астрон. вестн. 1967. Т. 1. № 2. С. 97—102.

⁴ Лебединец В. Н., Манохина А. В., Шушкова В. Б. Движение частиц межпланетной пыли в околоземном пространстве и верхней атмосфере // Атмосферная оптика. М., 1974. С. 214—219.

поглощается в атмосфере, а на пути от пылинок, освещенных Солнцем, к пылинкам в области «пылевой тени» поглощается вторично. Здесь пригодилась теория распространения в атмосфере весьма пологих пучков лучей, разработанная еще в 30-х годах ученицей В. Г. Фесенкова Н. М. Штауде. Оптические свойства пылинок описывались данными братьев Мукаи. Далее было учтено, что пылинки в области «пылевой тени» подсвечиваются не только пылью, освещенной Солнцем, но и просто воздухом — тем самым рассеянным светом голубого неба, которым мы так любимся в хорошую погоду. Результат оправдал все ожидания: яркость неба при таком механизме рассеяния получалась даже больше, чем требовалось.

В тот же номер «Астрономического вестника», где были опубликованы резуль-

таты нашего исследования⁵, вошла статья В. А. Ромейко, который объяснял аномальное свечение неба в ночь с 30 июня на 1 июля 1908 г. необычайным развитием серебристых облаков. Еще Л. А. Кулик в 1926 г. связывал это явление с Тунгусским метеоритом, а в 1950 г. автор этой статьи предложил гипотезу, согласно которой метеорные и космические частицы служат ядрами конденсации для замерзания на них ледяных кристаллов, из которых и состоят серебристые облака. Но никакие серебристые облака, даже самые яркие, не создают такого освещения, какое было в ту ночь, хотя они несомненно присутствовали.

⁵ Бронштэн В. А. // Астрон. вестн. 1991. Т. 25. № 4. С. 490—504.

НОВОСТИ НАУКИ

Планетология

Поверхность Титана: океан или озеро?

Изучение Титана — крупнейшего из спутников Сатурна, затрудняется тем, что он обладает плотной атмосферой, не дающей возможности использовать оптическую астрономию для наблюдения его поверхности. Эта атмосфера по своему составу напоминает смог органического происхождения. Радиолокационным исследованиям в известной мере мешает большая удаленность этого небесного тела, из-за чего даже VLA — система из 27 связанных между собой радиотелескопов, находящаяся в Сокорро (штат Нью-Мексико, США), в состоянии получить от Титана отраженный сигнал мощностью не более 10⁻²² Вт, что находится на самом пределе ее чувствительности.

Тем больший интерес вызывают результаты продолжав-

шихся три года радиолокационных наблюдений Титана, которые выполнены сотрудниками Калифорнийского технологического института (Пасадена, США) во главе с Д. Мюлманом (D. Muhleman). Наблюдения проводились с помощью расположенного в Голдстоне (Калифорния) радиотелескопа, параболическая антенна которого имеет поперечник 70 м. Сигнал принимала система VLA в Сокорро.

Обработка материалов привела к опровержению ранее существовавшего мнения, согласно которому Титан всегда обращен к своей планете одним и тем же полушарием.

Один район на поверхности Титана, очень ярко отражающий радиосигнал, каждый раз появлялся на 15 ч раньше, чем ожидалось. Это говорит о том, что период собственного вращения спутника Сатурна вокруг оси на 49 мин короче времени его обращения вокруг планеты (составляющее 15,945 земных суток).

О том, что представляет собой поверхность Титана, теперь известно из данных об ее отражающей способности. Еще в 1980 г. информация, полученная с борта американского космического аппарата «Вояджер», говорила о том, что всю поверхность этого небесного тела образует «глобальный» океан, состоящий из жидкого метана. Теперь группа Мюлмана пришла к выводу, согласно которому там существуют в лучшем случае лишь отдельные метановые озера. Суша же представлена, главным образом, ледяными континентами, возможно, покрытыми смолами или иными гидроуглеродами. Ученые намерены составить хотя бы первичную карту всех этих объектов, что поможет правильно сконструировать западноевропейский космический зонд «Гюйгенс», который должен совершить посадку на Титане в начале следующего столетия.

New Scientist. 1992. V. 136. N 1850. P. 40 (Великобритания).

СТРАТОСФЕРНЫЙ ОЗОН

Вслед за публикуемой подборкой текущих научных сообщений по проблеме озона мы выносим на суд читателя статью В. Л. Сывороткина, в которой выдвинута новая концепция образования озонных дыр: она объясняет их не антропогенными, а геологическими процессами.

Химия атмосферы

Прирост метана и хлорфторуглеродов замедляется

Концентрация метана в атмосфере повысилась с начала промышленной революции в XIX в. примерно с 750 частей на 1 млрд. до 1700 частей на 1 млрд. — в наши дни. Главными источниками метана служат плантации риса, жизнедеятельность жвачных животных, сжигание биомассы, разложение органических отходов на свалках, угольные шахты, месторождения природного газа, а также неаккуратное использование его автотранспортом и в быту.

Недавно группа специалистов во главе с П. Стилом (P. Steele; отдел изучения атмосферы Организации научных и промышленных исследований Австралии, Аспендейл, штат Виктория) провела анализ образцов воздуха, собранных американской глобальной сетью наблюдения за химическим составом воздушного пространства.

Хотя рост содержания метана в атмосфере продолжается, намечилось падение темпов этого процесса, что особенно заметно в Северном полушарии, где сконцентрирована большая часть населения и промышленности. Руководитель исследований считает, что в случае сохранения этой тенденции концентрация метана в воздушном пространстве Земли достигнет максимума к 2006 г., после чего начнет убывать. Здесь, полагает Стил, уже сказываются международные усилия, направленные на общую экономию энергии;

не исключено, что сыграло роль усовершенствование методов улавливания и использования метана, отходящего из свалок, угольных шахт и мест добычи природного газа.

К аналогичным выводам относительно хлорфторуглеродов пришел озонометрист того же отдела П. Фрейзер (P. Fraser). Несмотря на то, что в 1991 г. озонная дыра над Антарктикой была беспрецедентно ярко выражена, количество поступающих в тропосферу хлорфторуглеродов проявляет тенденцию к снижению: если в течение большинства из 80-х годов ежегодный рост их концентрации достигал 5%, то с 1988 г. он не превышал 3% (измерения велись на базовой станции по изучению загрязнения атмосферы Мыс Грим, расположенной на северо-западе о. Тасмания). Фрейзер связывает эту тенденцию с международными усилиями, направленными на прекращение использования хлорфторуглеродов в быту и холодильной промышленности.

Division of Atmospheric Research (DAR) Bulletin. 1992. N 15. P. 3, 5; 7 (Австралия).

Химия атмосферы

«Мини-дыры» в арктической озоносфере

В середине и конце февраля 1993 г. из ряда высокоширотных пунктов Северного полушария стали поступать тревожные сведения: над Шетландскими о-вами (Великобритания) и к северу от них содержание озона в верхней атмосфере вре-

менами падало до уровня на 10—40% ниже многолетней средней нормы. Правда, здесь это явление было узколокальным и всякий раз продолжалось недолго. Аналогичные «мини-дыры» были обнаружены и в воздушном пространстве над северными районами Канады.

Известно, что февраль и особенно март — месяцы, наиболее опасные для арктического озона: именно в это время, после окончания долгой зимы, под воздействием солнечного излучения активизируются химические реакции, приводящие к разрушению молекул озона. Однако многое зависит и от локальных метеорологических процессов. Например, образование достаточно крупных по протяженности областей высокого давления в нижних слоях атмосферы одновременно уменьшает содержание там озона, вытесняемого наверх, при этом нередко создаются низкотемпературные условия, в которых разрушение молекул O_3 идет особенно активно.

New Scientist. 1993. V. 137. N 1863. P. 7 (Великобритания).

Метеорология

Химия атмосферы

Арктический озон страдает от потепления

В 1988 г., вскоре после обнаружения озонной дыры над Антарктикой, была установлена и та роль, какую играют в ее создании парниковые газы (диоксид углерода, метан, пары воды и др.): они удерживают тепловую энергию у поверхности Земли, вследствие чего тем-

пература в нижних слоях атмосферы возрастает, а в стратосфере падает. Именно низкая температура стратосферы — один из главных факторов, способствующих истощению озона: выхолаживание благоприятствует формированию в полярных стратосферных облаках частиц льда, на поверхности которых и происходят реакции с выделением озонразрушающего хлора.

В Арктике до сих пор даже зимой стратосфера не выхолаживается до столь сильной степени. Причина в том, что арктический воздушный бассейн, в отличие от Антарктиды, окруженной Южным океаном, не изолируется от остальной атмосферы так называемой циркулярной воронкой, возникающей каждую зиму и препятствующей перемешиванию воздушных масс. В Северном полушарии ветры, которые могли бы создать такую воронку, отклоняются горами, расположенными в приполярных областях Европы, Азии и Северной Америки. Как в дальнейшем могут складываться эти процессы в Северном полушарии, изучали метеорологи Дж. Остин (J. Austin; Метеорологическая служба Великобритании), Н. Батчарт (N. Batchart; Центр климатических прогнозов им. Хэдли) и К. Шайн (K. Shine; Ридингский университет, Великобритания).

Приняв распространенное среди специалистов мнение, согласно которому к середине XXI в. количество CO_2 в земной атмосфере может удвоиться по сравнению с серединой прошлого века, они пришли к выводу, что в этом случае почти весь озон в нижней атмосфере над Арктикой будет уничтожен. Это их утверждение основано на математическом моделировании изменений температуры воздуха в связи с парниковым эффектом. Согласно модели, даже при полном соблюдении международных соглашений о запрете употреблять в производствах хлорфторуглероды и другие вещества, разрушающие молекулу O_3 , количество хлора в стратосфере все еще будет возрастать в течение нескольких десятилетий; в обозримый период будет увеличиваться и концентрация CO_2 и других парни-

ковых газов. Сложение обоих этих факторов приведет как минимум за 50 лет к образованию над Арктикой мощной озонной дыры. Исчезновение озонного щита вызовет выхолаживание арктической стратосферы, подобное существующему над Антарктикой.

Согласно последним данным о состоянии озоносферы Земли, опубликованным Всемирной метеорологической организацией (ВМО), долгосрочное уменьшение количества озона в атмосфере, предсказанное учеными, уже идет. В 1992 г. в районах, ограниченных 50° и 60° с. ш. (т. е. над Северной Европой, Россией и Канадой), отмечалась необычно низкая концентрация O_3 — на 12 % ниже нормы, существовавшей за 35 лет наблюдений.

Озонная дыра над Антарктикой наиболее ярко с момента ее открытия была выражена в 1992 г. Частично это объясняется последствиями мощных извержений вулканов Пинатубо (Филиппины) и Хадсон (Чили), выбросивших в атмосферу огромное количество озонразрушающих веществ. По информации ВМО, к началу октября 1992 г. озоносфера над южными районами Аргентины и Чили потеряла около 50 % своего состава, что привело к удвоению потока солнечного ультрафиолетового излучения. К концу октября 1992 г. количество стратосферного озона над Южным полюсом упало до 105 единиц Добсона — беспрецедентно низкой величины.

Nature. 1992. V. 360. N 6401. P. 221 (Великобритания).

Химия атмосферы

Вулканы «поедают» озон

Группа специалистов по химии атмосферы во главе с Т. Дешлером (T. Deshler; Университет штата Вайоминг, Ларам, США) изучала поведение аэрозолей в атмосфере после мощного извержения вулкана Хадсон (Чили, август 1991 г.) и сопоставила полученные результаты с аналогичными процессами, происходившими после извержения вулкана Пинатубо (Филиппины, июнь 1991 г.).

В обоих случаях выброшенные в воздух вещества не смогли проникнуть на больших высотах в стратосферу над Антарктикой, поскольку извержения произошли уже после того, как сформировалась стратосферная воронка циркулярных ветров, отсекающая зимой верхние слои южнополярной атмосферы от остальных воздушных бассейнов. Однако ближе к поверхности Земли эта преграда оказалась слабее, поэтому в нижнем 13-километровом слое атмосферы проникновение смогло произойти.

Последствия были тяжелыми. В предшествовавшие годы озонная дыра формировалась на высоте 15 км, а нижележащие слои оставались по существу незатронутыми. Теперь же озон был уничтожен и ниже этого уровня, причем процесс осуществлялся с участием вулканических аэрозолей. В результате в сентябре 1991 г. около половины всего антарктического озона на высотах между 9 и 13 км было уничтожено.

Такая же проблема возникает теперь и в Северном полушарии. Сотрудники Датского метеорологического института (Копенгаген) с декабря 1991 по март 1992 г. запустили в Туле (Гренландия) метеобаллоны с озонметрическим оборудованием, а также вели аналогичные наземные измерения. После обработки результатов датскими и итальянскими специалистами во главе с А. ди Сарра (A. di Sarra; Университет Ла-Сapiенца, Рим) установлено, что аэрозоли, происходящие от извержения вулкана Пинатубо, проникнув в арктическую стратосферу, образовали сравнительно тонкий слой на высоте менее 16 км, где оказалось разрушенным около половины имевшегося там озона.

Аналогичное влияние на нижнюю стратосферу Антарктики выбросов вулкана Хадсон установили сотрудники Национального управления по изучению океана и атмосферы США; по их мнению, 50 %-ное истощение озона в низких слоях стратосферы равнозначно потере 15 % всего его количества.

Предсказывалось, что в феврале-марте 1993 г. воздействие аэрозолей, выброшенных

обоими вулканами, может вызвать широкомасштабное истощение озоносферы в Северном полушарии.

Geophysical Research Letters. 1992. V. 19. P. 1819, 1823 (США); Nature. 1992. V. 359. N 6393. P. 283 (Великобритания).

Метеорология

Тропический озон и вулканы

Взаимодействие озоносферы в тропиках с продуктами вулканических выбросов и его климатические последствия изучали С. Кинн и Б. Тун (S. Kinn, B. Toon, Эймсовский исследовательский центр НАСА, штат Калифорния, США) совместно с М. Пратером (M. Prather; Университет штата Калифорния, Ирвин).

За пять месяцев после извержения в июне 1991 г. вулкана Пинатубо концентрация озона в нижних слоях стратосферы над тропическими регионами сократилась на 30 %. Процесс, приводящий к истощению озона в тропиках, коренным образом отличается от наблюдаемого в полярных областях. В высоких широтах аэрозольные частицы непосредственно участвуют в химических реакциях, разрушающих озон. В тропических районах потепление, вызванное присутствием аэрозолей, изменяет физическое состояние среды и тем нарушает естественную сбалансированность фотохимических реакций в ущерб озону. В низких широтах озон постепенно воспроизводится в ходе одних фотохимических реакций и разрушается в процессе других. Концентрация озона колеблется от сезона к сезону и ото дня к ночи, но общий динамический баланс более или менее сохраняется. В тропиках вообще возникает больше озона, чем исчезает; из тропической зоны этот газ распространяется в более высокие широты, где преобладают процессы его разрушения.

Разогрев нижних слоев стратосферы вызывает конвективный подъем (обычно примерно на 17 м/сут) отдельных масс воздуха из области, лежащей на границе между тропосферой

и стратосферой. Однако потепление, связанное с извержением Пинатубо, может увеличить скорость подъема до 40 м/сут. Поскольку фотохимические реакции с высотой изменяются, это меняет и структуру озонового слоя. Согласно расчетам авторов, понадобилось 5 мес. после извержения Пинатубо, чтобы озоновый слой смог распространиться на высоту до 30 км; повышение температуры на 1,5 °C снизило концентрацию озона на 10—30 %.

Эти выводы относятся лишь к тропическим областям, лежащим в пределах 15° от экватора. Прогнозируемые озоносферные профили хорошо совпали с результатами, зафиксированными с помощью шаровозондов в апреле — сентябре 1992 г. в Браззавиле (Народная Республика Конго; 4° ю. ш., 15° в. д.).

Очевидно, если не произойдет нового крупного извержения, вулканические аэрозоли за ряд лет рассредоточатся и осадут из стратосферы, после чего положение постепенно придет в норму.

Установление факта существования обратной связи между конвекцией (и тем самым общей циркуляцией атмосферы) и колебаниями в концентрации озона имеет немаловажное значение. Возможно, это проливает свет на процессы, в результате которых парниковый эффект, также стимулирующий конвекцию, взаимодействует с озоносферой Земли.

Geophysical Research Letters. 1992. V. 19. P. 1927 (США); New Scientist. 1992. V. 137. N 1854. P. 14 (Великобритания).

Химия атмосферы

Оценка выбросов вулкана Пинатубо

Химики У. Мэнкин и М. Коффи (W. Mankin, M. Coffey; Национальный центр исследований атмосфер, Боулдер, штат Колорадо, США) получили первые оценки количества диоксида серы, выброшенного в атмосферу при извержении вулкана Пинатубо на Филиппинах в июне 1991 г.: 15—20 млн. т этого ве-

щества находилось в облаке, которое на протяжении четырех недель опоясывало земной шар.

В обычных атмосферных условиях концентрации диоксида серы настолько низки, что их крайне трудно определить. Серия извержений Пинатубо, кульминацией которых был мощнейший взрыв продолжительностью 15 ч, явилась наиболее значительной в этом веке: газы и частицы пепла достигли 40-километровой высоты; вулканическое облако двигалось вдоль экватора со скоростью почти 140 км/ч, образовав газозо-пылевой пояс шириной 5 тыс. км.

Для изучения состава газов и аэрозолей этого облака Национальное управление США по аэронавтике и исследованию космического пространства (НАСА) на своем самолете-лаборатории «Электра» организовало с аэродрома г. Бриджтаун (о. Барбадос, Вест-Индия) в период с 8 по 14 июля 1991 г. четыре полета, во время которых в толще атмосферы измерялось содержание диоксида серы, хлористого водорода, диоксида и оксида азота с целью оценки их воздействия на погодные условия. При реакции с кислородом воздуха диоксид серы может превращаться в серную кислоту. Мелкие капли отражают солнечную радиацию, что ведет к охлаждению нижних слоев атмосферы и земной поверхности. Эти же капли инициируют химические реакции, которые ведут к разрушению озона в стратосфере. Разрушению, кроме того, может способствовать хлористый водород вулканических выбросов, заметно повышающий уровень его содержания в атмосфере.

В 1990 г. Г. Брассер (G. Brasseur; Национальный центр исследований атмосфер, США) высказал предположение, что мощное вулканическое извержение может усилить процесс истощения озона на несколько процентов над всей планетой и на 10 % — над средними широтами, т. е. над значительной частью Азии, Европы и США. Прогноз Брассера предполагалось либо подтвердить, либо опровергнуть в 1992 г. по мере продвижения продуктов выброса Пинатубо к полюсам,

где озоновый слой наиболее уязвим. Однако измерения Мэнкина и Коффи пока дали нормальные уровни содержания как хлористого водорода, так и озона в атмосфере над Вест-Индией.

Bulletin of the American Meteorological Society. 1992. V. 73. N 3. P. 360 (США).

Химия атмосферы

Спокойное Солнце углубляет озонную дыру

Известно, что одним из факторов, приводящих к истощению озоносферы, служит снижение уровня солнечной активности в ее 11-летнем цикле. Однако до сих пор такое заключение делалось обычно на основе теории, описывающей влияние частиц солнечного происхождения на химический состав верхней атмосферы Земли. По видимому, эти частицы стимулируют реакции, способствующие образованию озона, но в условиях спокойного Солнца их поток ослабевает.

Недавно Л. Худ и Дж. Маккормак (L. Hood, J. McCormack; Лаборатория наук о Луне и планетах при Университете штата Аризона, Тусон, США) завершили математический анализ статистических данных о концентрации озона в атмосфере, полученных начиная с 1979 г. При этом использовался массив информации, собранной спектрометром для картирования общего содержания озона (Total Ozone Mapping Spectrometer), установленным на борту американского спутника «Нимбус-7».

Последний максимум солнечной активности пришелся на начало 90-х годов. Авторы сопоставили вариации содержания озона с изменениями солнечной активности, определяемыми по радиоизлучению Солнца в диапазоне 10,7 см. Оказалось, что они коррелируют с количеством солнечных пятен (числом Вольфа, по которому и измеряется уровень активности Солнца).

Сейчас количество солнечных пятен идет на убыль, что будет продолжаться, видимо, до

1997 г. Как предсказывает модель, в течение ближайших четырех лет, по мере приближения к солнечному минимуму, процесс истощения озоносферы будет усиливаться. Впрочем, авторы не исключают, что может сработать «эффект насыщения», поскольку на определенных высотах в весенний сезон Южного полушария практически весь озон ныне исчезает.

Geophysical Research Letters. 1993. V. 19. P. 2309 (США); New Scientist. 1993. V. 137. N 1860. P. 16 (Великобритания).

Химия атмосферы

Загадочное озонное облако над Бразилией

Недостаток озона в верхних слоях атмосферы вызывает естественное беспокойство специалистов и широкой общественности. Однако столь же неприятными могут оказаться последствия повышенного содержания озона в тропосфере, что недавно обнаружено над центральными районами Бразилии: избыток этого газа может не только способствовать парниковому эффекту, но и причинять существенный вред растительности, животному миру и человеку. «Ответвления» бразильского озонного облака ныне замечены и в тропосфере над Заиром, Намибией и ЮАР.

Первые сведения об этом явлении были получены еще в 1990 г. по измерениям с борта нескольких американских искусственных спутников Земли. С октября 1992 г. соответствующие измерения проводились на относительно небольших высотах с борта самолетов-лабораторий типа «Vanceairantes», принадлежащих Бразильскому институту по изучению космоса, и «DC-8», предоставленного НАСА США (на данных высотах наблюдения с помощью ИСЗ невозможны). К середине октября было выполнено 10 исследовательских полетов над центральной Бразилией, затем наблюдения велись над центральной Атлантикой, после чего американский самолет-лаборатория начал измерения в тропической части Западной Африки.

Первичная обработка результатов наблюдений под руководством специалиста по химии атмосферы Ф. Кирхнера (V. Kirchner; Бразильский институт по изучению космоса) показала, что избыточный озон образуется, вероятно, при массовом сжигании лесов в Амазонии и травянистой саванны — в Африке. В ходе горения выделяются оксиды азота и углерода, при вступлении которых в реакции с атмосферными газами и образуется озон. На этот источник O_3 указывает тот факт, что озонное облако в тропиках появляется лишь в сезон, когда ведется широкомасштабное выжигание растительности. По мнению бразильских ученых, прямой опасности это явление до последнего времени не вызывало, так как облако простиралось главным образом над малонаселенными районами страны, однако ныне размеры озонного облака сильно увеличились.

Руководитель американской части работ Д. Лоуренс (D. Lawrence; Исследовательский центр им. Ленгли НАСА, Хамптон, штат Вирджиния) считает массовое выжигание растительности в тропиках Южного полушария одним из важнейших факторов воздействия на состояние атмосферы. Характер атмосферной циркуляции на Земле весьма сложен. Часть веществ, поступающих в воздушное пространство Амазонии, переносится в восточном направлении через Атлантику; в отдельные периоды года возникает обратное воздушное течение — из Африки в западном направлении, при этом образующиеся на Африканском континенте загрязнители атмосферы могут достигать Австралии.

New Scientist. 1992. V. 136. N 1842. P. 6 (Великобритания).

Химия атмосферы

Над южной Атлантикой обнаружен «озонный пруд»

Осенью 1992 г. около 180 специалистов из 13 стран в течение шести недель собирались, а затем картировали ма-

териалы о состоянии тропосферного озона над южной частью Атлантического океана. Над экватором, к западу от западного побережья Африки, был обнаружен «озонный пруд» (a pool of ozone) диаметром около 3500 км. Концентрация озона оказалась здесь в три раза выше ожидаемой и сопоставима с величинами, которые отмечаются в тропосфере над некоторыми индустриальными районами Северного полушария. Однако в отличие от индустриальных районов, над которыми озонные облака формируются в результате сгорания ископаемых видов топлива, «озонный пруд» над южной Атлантикой — следствие постоянного выжигания саванн и тропических лесов.

Если в стратосфере озон образует своего рода щит, который оберегает биоту Земли от избытка ультрафиолетового излучения, то в нижней тропосфере озон выступает в роли как парникового газа, так и токсичного смога, наносящего вред легким человека и угнетающего рост растений. (Когда над центральной Бразилией были измерены концентрации газов, образующихся при выжигании растительности, оказалось, что их уровень служит основанием для объявления в Лос-Анджелесе сигнала тревоги о смоге второй степени.)

Environment. 1992. V. 34. N 10. P. 22 (США).

Охрана природы

Как «починить» озоносферу!

В целях усиления мер против разрушения озоносферы Земли на международном совещании, которое состоялось в ноябре 1992 г. в Копенгагене, представители 39 стран согласились ужесточить положения Монреальского протокола об ограничениях производства и использования веществ, воздействующих на хрупкую молекулу O_3 в атмосфере.

Новым соглашением предусмотрено сокращение поступление в воздушное пространство химических веществ, ис-

пользуемых в холодильной промышленности (путем замены хлорфторуглеродородов — наиболее активных разрушителей озона), к 2004 г. — на 35 %, к 2020 г. — на 99,5 % и полностью запретить их в 2030 г. (сейчас во всем мире ежегодно производится около 300 тыс. т хлорфторуглеродородов).

Предполагается, что принимаемые меры позволят к концу текущего века приостановить истощение озоносферы, после чего должно начаться ее восстановление; период максимального проникновения ультрафиолетового излучения к поверхности Земли сократится примерно на 15 лет.

Согласовано новое положение о введении контроля за использованием метилбромида, ответственного примерно за 10 % разрушаемого озона. Делегация США предлагала полностью запретить его к 2000 г., но представители развивающихся стран и Европейского сообщества воспрепятствовали этому, указывая на необходимость метилбромида для дезинфекционного окулирования почвы и посевов. Решено к 1995 г. использование метилбромида (ныне растущее на 5 % в год) заморозить на уровне 1991 г.

Возглавляющий Комиссию ООН по эффектам истощения озоносферы Я. ван дер Лейн (J. van der Leun, Нидерланды) считает, что новое соглашение резко сократит заболеваемость раком кожи, связанную с чрезмерным ультрафиолетовым облучением. Если восстановление озоносферы действительно произойдет через 15 лет, это сохранит жизнь 40 тыс. людей. New Scientist. 1992. V. 136. N 1850. P. 10 (Великобритания).

Охрана природы. Техника

Холодильник без фреона

Консорциум в составе 23 общественных организаций из разных штатов США объявил конкурс на создание энергетически эффективного холодильника, обещая в награду за лучшую модель 30 млн. долл.

Таким холодильником будет считаться аппарат, который не использует фреоны (озоноразрушающие вещества), а энергии потребляет на 25—50 % меньше, чем указано в государственных стандартах на 1993 г.

П. Уорд, представитель компании «Pacific Gas and Electric», участвующей в консорциуме, убежден: чтобы промышленность могла быстрее использовать новые технологии, а рынок — скорее получить продукцию, следует действовать методом поощрений, а не насильственным путем. Однако в конкурсной борьбе фирма должна доказать, что она может не только построить лучшую модель, но и наладить поставку ее на рынок.

Предполагается, что холодильник без фреона появится уже в 1993 г.

International Wildlife. 1992. V. 22. N 6. P. 27 (США).

Химия атмосферы

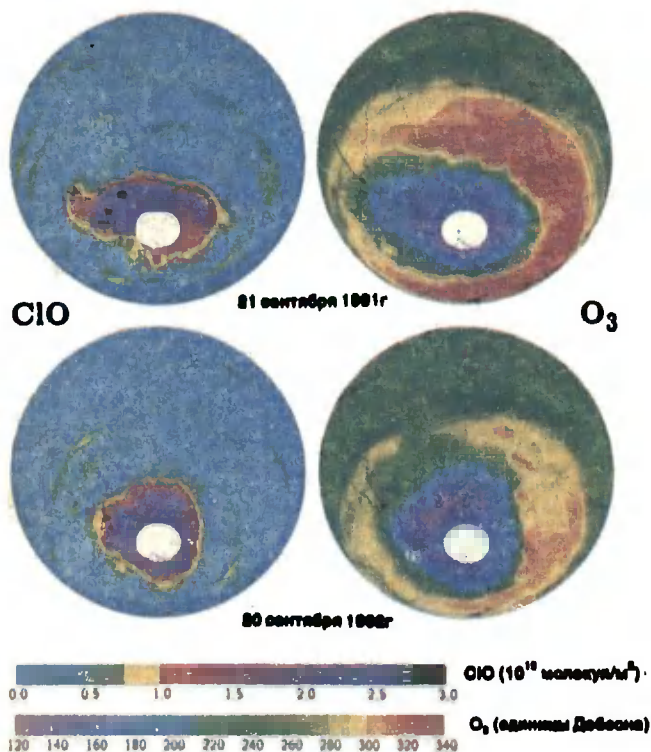
Динамика содержания оксида хлора и озона в стратосфере

Переход антропогенного хлора в стратосферу в химически активные формы, которые разрушают озон, стал вызывать все возрастающее внимание с момента открытия больших весенних потерь озона над Антарктикой¹ и обнаружения, что эти потери происходят вследствие реакций с участием хлора².

Солнечный свет превращает хлорсодержащие соединения стратосферы из почти инертных в очень активные формы, среди которых доминирует оксид хлора (ClO). Согласно наблюдениям, увеличение содержания ClO предшествует потерям антарктического озона, причем наибольшая корреляция между высокими концентрациями ClO и низкими — O_3 развивается ежегодно в середине сентября.

¹ Farman J. C., Gardiner B. G., Shanklin J. D. // Nature. 1985. V. 315. P. 207.

² Zafra R. L. de et al. // Nature. 1987. V. 328. P. 408.



Изменение содержания оксида хлора и озона в Южном полушарии. Величины на шкале для ClO соответствуют его содержанию в вертикальном столбе; единица Добсона соответствует $2,69 \cdot 10^{20}$ молекул озона на 1 м^2 поверхности.

Запущенный 12 сентября 1991 г. спутник для исследования верхней атмосферы «UARS» («Upper Atmosphere Research Satellite») позволяет проводить одновременные измерения концентраций ClO, O₃, паров воды, а также давления и температуры. Результаты этих исследований представлены американскими учеными Дж. Уотерсом и др. (J. Waters et al.; Лаборатория реактивного движения Калифорнийского технологического института, Пасадена) и Р. Харвудом (R. Harwood; отдел метеорологии Эдинбургского университета, Великобритания) в их обзорной статье в «Nature», реферат которой и предлагается читателю. Эти результаты показывают, что в полярных районах как Северного, так и Южного полушария хлорсодержащие соединения в нижней стра-

тосфере могут быть практически нацело переведены в активные формы в период существования зимних полярных вихрей. Однако в северных полярных вихрях 1991/92 г. время обогащения оксидом хлора и последующее разрушение озона было ограничено потеплением в нижней стратосфере в конце января, прежде чем наступил период достаточно продолжительной солнечной освещенности, необходимой для поддержания цикла разрушения озона.

Измерения концентрации оксида хлора на юге в начале и середине зимы показали, что внутри южного полярного вихря его содержание увеличилось уже к 1 июня 1992 г., задолго до появления весенней антарктической озонной дыры. Убывание озона, совпадающее с максимальными содержаниями ClO, отмечалось с середины августа. На публикуемых картах видно, что полное совпадение между возрастанием содержания ClO и разрушением озона наблюдается в конце сентября.

Проведенные в обоих полушариях измерения выявили

трудности прямого наблюдения озонных потерь, связанных с периодами обогащения ClO в начале и середине зимы, когда приток богатого озоном воздуха происходит одновременно с переходом хлора в активные формы. В связи с этим возникает вопрос: до какой степени дополнительные потери озона могут быть распределены во времени и, возможно, в пространстве? Nature. 1993. V. 362. N 6421. P. 597—602 (Великобритания).

Биология

Озонные дыры и фитопланктон

Р. Смит и Б. Презелин (R. Smith, B. Prezelin; Калифорнийский университет, Санта-Барбара, США) и их коллеги в течение шести весенних недель изучали влияние ультрафиолетовых лучей на фитопланктон в море Беллинсгаузена у берегов Западной Антарктиды. Как известно, в Южном полушарии озоновый слой над Антарктидой истончается примерно на 50 % каждую весну — как раз в тот период, когда отмечается «взрыв» зоопланктона после предшествующего ему так называемого весеннего цветения фитопланктона.

Находясь в период наблюдений в районе озонной дыры, исследователи установили, что в результате повышенного уровня ультрафиолетового излучения, проникающего в верхние слои морской воды, общая продуктивность фитопланктона снижается. Торможение фотосинтеза линейно возрастает с увеличением дозы ультрафиолетового облучения. В сумме продукция фитопланктона в районе озонной дыры уменьшалась по меньшей мере на 6—12 %, что является достаточным поводом для беспокойства, ибо именно в этот период рыбы интенсивно используют планктон для питания.

Исследователи обнаружили, что реакция на воздействие УФ-лучей у разных видов фитопланктона неодинакова: так, морская водоросль *Phaeocystis* замедляет под их влиянием свой

рост сильнее, чем диатомовые водоросли. По мнению авторов, различное влияние УФ-лучей на отдельные виды фитопланктона может привести к нарушению равновесия между членами данного сообщества и в дальнейшем, опосредованно, отразится на жизнедеятельности рыб, тюленей, пингинов и др. И все это вместе взятое может оказать существенное влияние на экосистему моря.

Science. 1992. V. 255. N 5046. P. 952 (США).

Ветеринария

Берегите четвероногих от ультрафиолета

С ослаблением озонового «щита» к земной поверхности интенсивнее проникает ультрафиолетовое излучение Солнца. Излишек ультрафиолета отнюдь не безобиден, поэтому в Австралии, например, жителей вот уже десяток лет призывают не злоупотреблять солнечными ваннами, носить шляпы с полями, без особой необходимости не выходить на улицу в палящий полдень. Риск заболевания раком кожи грозит, однако, не только людям, но и четвероногим нашим друзьям.

Австралийское королевское общество предотвращения жестокого обращения с животными призывает население беречь «собак, кошек и всех иных тварей бессловесных» от солнца. Ветеринарная клиника штата Новый Южный Уэльс в Сиднее сообщила, что ныне диагноз рака кожи приходится ежегодно ставить примерно 500 кошкам, тогда как несколько лет назад отмечались лишь единичные случаи.

Наибольший риск испытывают светлоокрашенные особи европейского происхождения — кошки-альбиносы, беломордый херефордский рогатый скот, предки которого были завезены из Англии, породистые британские бульдоги; замечено: стоит стаду белокожих породистых свиней подольше оставаться на солнце, как они становятся «красноватыми» и у них начинает проявляться заболевание кожного покрова. По мнению

специалиста в этой области П. Николла (P. Nickoll), все дело в том, что животные-«иммигранты», в отличие от местных пород, почти лишены кожного пигмента, предохраняющего от пагубного воздействия УФ-лучей. Шерсть такой защиты, увы, не гарантирует, а кончики кошачьих ушей и область носа волосатым покровом и вовсе не изобилуют.

Рекомендуется не выпускать домашних животных на прогулку в часы, когда УФ-излучение наиболее сильно; фермерам дается совет создавать для особенно чувствительных животных навесы; в ряде случаев помог бы противозагарный цинковый крем, но тут подстерегает иная угроза: животное может его слизывать.

New Scientist. 1993. V. 137. N 1857. P. 4 (Великобритания).

Ботаника

Подорожник, не боящийся озона

Безопасный предел содержания озона в приземном слое атмосферы, установленный для Европы органами ООН, — 25 частей на 1 млрд., но в южной Англии, например, этот порог нередко превышает.

В 80-х годах Н. Белл и М. Ашмор (N. Bell, M. Ashmore; Имперский колледж, Лондон) показали, что озон способен повреждать растительность и снижать урожайность сельскохозяйственных культур (при концентрации озона 50 частей на 1 млрд. растительная масса снижается на 15 %).

Недавно ботаники А. Дэвисон и К. Рилинг (A. Davison, K. Reiling; Ньюкаслский университет, Великобритания) обнаружили, что распространеннейший в Европе подорожник большой (*Plantago major*) буквально «на глазах» адаптируется к повышенным концентрациям О₃. Были собраны семена подорожника в 27 пунктах, расположенных от южного побережья Англии до крайнего севера Шотландии и Оркнейских о-вов, при этом предпочтение отдавалось популяциям, произрастающим вбли-

зи от метеостанций, где ведутся озонометрические наблюдения. Часть семян проращивали в атмосфере, полностью лишенной О₃, а другую — в атмосфере, где количество О₃ в течение 7 ч за одни сутки достигало 70 частей на 1 млрд. Сопоставление спустя две недели показало существенное различие в росте корней и побегов: подорожник из Лаллингтона (южная Англия) никак от озона не пострадал; растения из Страт-Вайч (северная Шотландия) оказались на 20 % менее рослыми.

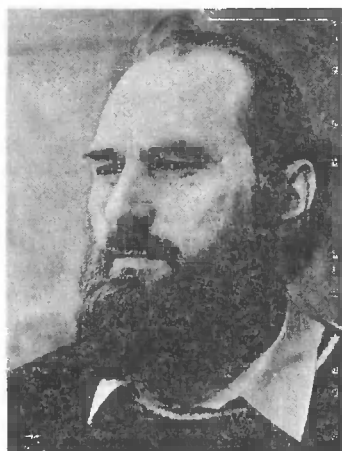
Сопrotивляемость озону, как выяснилось, прямо пропорциональна его содержанию в атмосфере, которое зависит, в свою очередь, от приходящей к поверхности земли солнечной радиации. Например, в Лаллингтоне между апрелем и сентябрем время солнечного освещения составляет в среднем 8,35 ч/сут; по измерениям в 1990 г. количество озона здесь на протяжении 452 ч составляло более 60 частей на 1 млрд. За тот же период в Страт-Вайче было в среднем лишь 4,13 солнечных часа, а концентрации озона превышали 60 частей на 1 млрд. на протяжении не более 54 ч; здесь уровень содержания озона ни разу не превысил 80 частей на 1 млрд., тогда как в Лаллингтоне это наблюдалось на протяжении 126 ч.

Из 28 изученных популяций подорожника шесть не реагировали на воздействие озона. Отсюда ботаники делают вывод, что в настоящее время в ряде пунктов идет процесс активного приспособления подорожника к локально повышающемуся уровню содержания озона в приземном слое воздуха.

New Scientist. 1993. V. 136. N 1852/1853. P. 15 (Великобритания).

Дегазация Земли и разрушение озонового слоя

В. Л. Сывороткин



Владимир Леонидович Сывороткин, научный сотрудник кафедры петрологии геологического факультета Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова. Занимается изучением геологического строения и вулканизма Курило-Камчатской островодужной системы. За последнее время в сферу научных интересов вошли экологические аспекты процесса дегазации Земли.

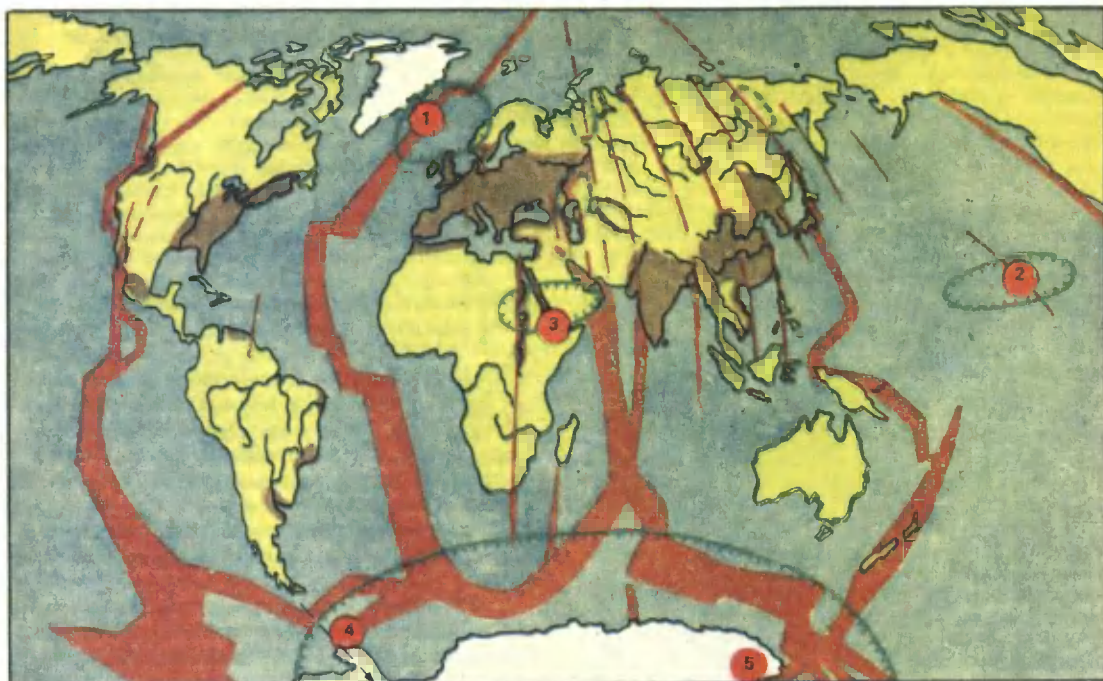
ПРОБЛЕМУ разрушения озонового слоя Земли пытаются решить как многочисленные научные коллективы, так и отдельные исследователи, работающие в самых разных областях науки. Почти все эти исследования базируются на общепринятом представлении о разрушении озона хлорсодержащими техногенными газами — фреонами, которые в значительных количествах выпускаются промышленностью и используются как хладагенты и аэрозольные пропелленты.

Убежденность большинства специалистов в разрушающем влиянии этих веществ на стратосферный озон привела к принятию ряда международных соглашений и правительственных решений об ограничении, а затем и полном прекращении их производства и потребления. В ближайшие годы только на разработку заменителей фреонов западные страны намерены израсходовать 4,5 млрд. долл. Правительства ФРГ и США уже приняли решение о прекращении производства фреонов к 1995 г. Аналогичные задачи по переоснащению фреоновых производств и замене технологий стоят перед Россией, как перед страной, подписавшей все международные протоколы и соглашения о сокращении и прекращении выпуска озоноразрушающих веществ.

Но не слишком ли поспешно международное сообщество выделяет огромные средства «на борьбу» с фреонами? Ведь фреоновая модель разрушения озонового слоя несет в себе немало противоречий, как скрытых, так и явных.

ТЕХНОГЕННО-ФРЕОНОВАЯ КОНЦЕПЦИЯ: «ЗА» И «ПРОТИВ»

Господствующая ныне концепция основана на высокой эффективности хлорного цикла разложения озона и большой длительности жизни фреоновых молекул в тропосфере. Согласно этой концепции вся масса произведенных фреонов (фтортрихлорметана и дифтордихлорметана) в конце



Мировая система рифтов. Основные столбы океанских рифтов максимально сближаются вблизи Антарктиды и сливаются здесь в единый циркумantarктический рифт. Поскольку рифты — это главные каналы дегазации Земли и к тому же южные сегменты рифтов особенно активны, Антарктида оказалась областью наибольшей дегазации. Именно поэтому она поддерживается интенсивной «продувке» восстановленными озоноразрушающими газами, приведшей к образованию пресловутой озоновой дыры. Хорошо видно, что все зафиксированные устойчивые снижения концентрации стратосферного озона четко коррелируют с наиболее активными участками рифтовых систем и горячими точками, в которых интенсивный современный вулканизм сопровождается поступлением водорода и метана [цифрами обозначены центры вулканической активности: 1 — Исландский, 2 — Гавайский, 3 — Афарский, 4 — Южно-Шетландский, 5 — Эребус-Бэрд]. Стрелкой показан примерный маршрут самолета с приборами, с помощью которых была установлена корреляция между концентрацией стратосферного озона и окисью хлора.



концов должна попасть в стратосферу, где при фотолизе из фторхлорметанов выделяется хлор, вступающий затем в реакцию с озоном.

Эта столь логичная и убедительная, на первый взгляд, концепция не способна, однако, объяснить многие факты и данные, связанные с рассматриваемой проблемой. Например, с позиций техногенно-фреоновой концепции необъяснима удаленность наиболее устойчивых минимумов стратосферного озона от промышленных центров. Минимальные концентрации зафиксированы над Антарктидой, тогда как более 90 % населения Земли сосредоточено в Северном полушарии.

Схема распределения давления и ветра над поверхностью земного шара показывает, что между средними широтами Северного полушария, где сосредоточены основные источники техногенных фреонов, и высокими широтами Южного, где максимально проявляется феномен озоновой дыры, существуют две глобальные высокобарические области. Они-то и препятствуют эффективному обмену воздушными массами между этими областями планеты на уровне тропосферы. Стратосферные же течения, имеющие широтную направленность, тоже не способствуют переборке фреонов. Тем более, что фреоны, поднявшиеся в стратосферу в Северном полушарии, должны там же израсходовать содержащийся в них хлор.



Схема циркуляции атмосферы, представленная в вертикальном разрезе от полярных областей до экватора [по А. Х. Перри и Дж. М. Уорнеру, 1979]. Характер тропосферных течений не способствует активному обмену воздушными массами между средними широтами и экваториальной областью, где наиболее вероятны «прорывы» приземного воздуха в стратосферу.

Да и сам подъем фреонов (наиболее легкий из которых в четыре раза тяжелее воздуха) от земной поверхности до стратосферы, судя по схеме общей атмосферной циркуляции, также представляет определенную проблему. Дело в том, что прорывы тропосферного воздуха в стратосферу наиболее вероятны в экваториальных районах, удаленных от основных источников техногенных фреонов.

Эти соображения можно подтвердить хотя бы тем, что пока ядерные испытания проводились только в Северном полушарии, в атмосфере Южного их продуктов почти не отмечалось. И если основные объемы техногенного газа — ацетилена — выбрасываются в атмосферу в Северном полушарии, то здесь он и содержится в больших количествах, чем в атмосфере Южного полушария. Удивительно, но с фреонами ситуация обратная: над Антарктидой и восточной частью Тихого океана зафиксированы концентрации фреонов куда более высокие, чем над промышленно развитыми странами Западной Европы.

Перечисленных противоречий, пожалуй, достаточно, чтобы усомниться в непогрешимости техногенно-фреоновой концепции разрушения озонового слоя. Впрочем, стоит добавить еще одно соображение, которое касается предсказательной силы модели, составляющей ядро данной

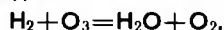
концепции. Модель, опирающаяся на точные количественные данные по выпуску техногенных фреонов, должна по сути своей предсказывать изменение концентрации стратосферного озона во времени. Однако реальные наблюдения резко расходятся с модельными расчетами, что не раз отмечалось ведущими специалистами Центральной аэрологической обсерватории.

НОВЫЙ ВЗГЛЯД НА ПРОБЛЕМУ

Суть авторской модели состоит в разрушении озонового слоя за счет дегазации Земли¹. Данная гипотеза основывается на возможности взаимодействия эндогенных флюидов — водорода, метана и азота — со стратосферным озоном.

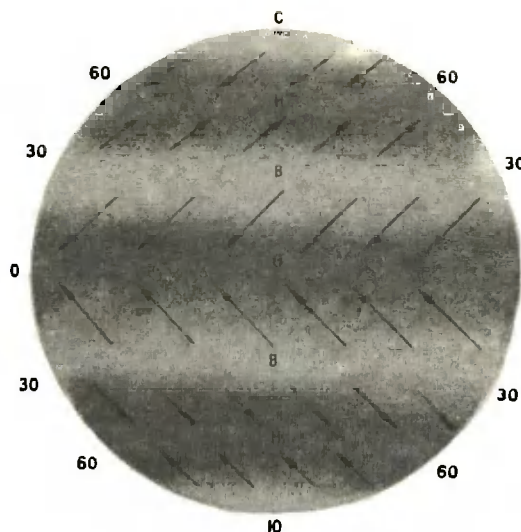
Азотный и водородный циклы разложения озона весьма эффективны и к тому же хорошо изучены. Так, влияние техногенных окислов азота исследовалось американцами в связи с программой создания сверхзвуковых пассажирских самолетов. В результате выяснилось, что влияние инжектируемых сверхзвуковым транспортом окислов азота на стратосферный озон несущественно. Природные потоки азота и их влияние на озоновый слой, насколько нам известно, серьезно не изучались.

Водородный цикл разложения озона, суммарная реакция которого может быть записана в виде:



как природное явление также серьезно не рассматривался. Мотивом послужило «отсут-

¹ Сивороткин В. Л., Садовский Н. А. // Докл. АН СССР. 1992. Т. 323. № 4. С. 731—733.



Распределение давления (В — области высокого давления, Н — области низкого давления) и господствующие направления ветра над поверхностью земного шара (по А. Х. Перри и Дж. М. Уоркору, 1979). Судя по этой схеме, антарктическая область, в которой максимально проявился феномен озонной дыры, отделена от средних широт Северного полушария, где сконцентрированы основные выбросы техногенных фреонов, двумя глобальными высокобарическими зонами, «запрещающими» активный воздушный обмен между этими участками планеты.

ствие» серьезных источников природного водорода.

Однако подобная мотивировка, на наш взгляд, ошибочна, поскольку именно водород является главным газом Земли, определяющим основные планетарные процессы. Значительные его запасы находятся в жидком ядре планеты. Флюидные потоки, идущие из ядра, существенным образом влияют на геохимические процессы в ее внешних оболочках, в частности в стратосфере.

Главными каналами дегазации Земли служат гигантские по своим масштабам трещины литосферы — рифтовые системы. Именно через рифты основная масса эндогенных газов попадает в гидросферу и атмосферу. Именно над рифтовыми зонами максимально проявляется эффект взаимодействия эндогенных и атмосферных газов. Поэтому, прежде чем переходить к самой проблеме разрушения озонового слоя, остановимся на строении мировой рифтовой системы.

Наш интерес к ней вызван еще и тем, что тектонический анализ может послужить основой территориального прогноза «ультрафиолетовой опасности». В первую очередь это относится к территории России.

ОБЩЕПЛАНЕТАРНАЯ СИСТЕМА РИФТОВ

Важным вкладом в развитие представлений о тектоническом строении планеты, стало выделение Западно-Тихоокеанского рифтового пояса. Основываясь на данных сейсмографии, Е. Е. Милановский и А. М. Никишин обнаружили, что от циркумантиарктической области аномально разогретой мантии отходят четыре «языка»². Три из них расположены под известными океаническими рифтовыми поясами, а четвертый проходит вдоль западной окраины Тихого океана.

Эти исследования убедительно показали, что здесь существует система рифтовых структур, почти полностью совпадающих с окраинными морями, и что ее можно проследить от Новой Зеландии до Камчатки. Таким образом, было завершено построение общепланетарной системы рифтовых поясов, примечательной особенностью которой является расположение ее частей примерно через 90° на поверхности земного шара.

Характерно, что Западно-Тихоокеанский рифтовый пояс, прослеженный Милановским и Никишиным до Охотского моря, продолжается в глубь Азиатского материка в виде системы субмеридиональных глубинных разломов. Они проходят вдоль восточного берега о. Сахалин, через устье р. Охоты, по долине р. Индигирки до ее устья, где разломы переходят в рифтовую структуру хребта Ломоносова. Индигиро-Охотская структура отличается повышенной сейсмичностью и проявлениями современной вулканической деятельности, что позволяет включить ее в состав мировой рифтовой системы.

В Южном полушарии в 90° к западу от Западно-Тихоокеанского рифтового пояса находится Индо-Аравийская рифтовая структура. В Северном полушарии на том же расстоянии к западу от него расположены меридиональные складчатые системы Урала с северным продолжением в структурах о. Новая Земля, которые причленяются к циркумантиарктическому рифтовому поясу. Примерно в 90° к западу от Урала расположен и Срединно-Атлантический хребет.

Южное продолжение Уральской системы можно найти в меридионально вытянутой впадине Каспийского моря (включая Прикаспийскую синеклизу). Структуры эти смещены относительно уральских к западу по трансформному разлому, который маркируется в настоящее время субширотным

² Милановский Е. Е., Никишин А. М. // Бюлл. МОИП, отд. геол. 1983. Т. 63. № 4. С. 3—15.

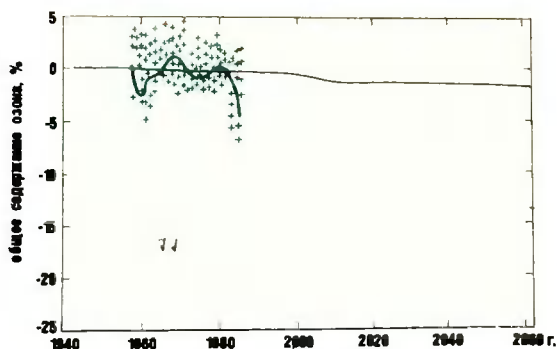
участком долины р. Урал. Еще дальше на юг Урало-Каспийский палеорифт продолжается в структурах Индо-Аравийского рифта, отделяясь от него складчатыми зонами Эльбруса и Загроса.

Примечательно, что южная часть Каспия имеет океаническое строение земной коры — факт, подтверждающий рифтовую природу этого бассейна. Ту же природу имеет, вероятно, и Печорская синеклиза, которая, как и Прикаспийская, находится в зонах трансформных смещений Уральского рифта. (Меридиональное продолжение уральских структур, пересечение ими альпийского пояса и слияние с оманскими структурами было отмечено еще в 1970 г. космонавтами А. Г. Николаевым и В. И. Севастьяновым при визуальных наблюдениях с борта корабля «Союз-9».)

Основу мировой рифтовой системы — ее каркас — составляют четыре меридиональных ствола: Срединно-Атлантический, Индо-Уральский, Западно-Тихоокеанский и Восточно-Тихоокеанский. Между ними расположены столь же протяженные, почти от полюса до полюса, разломные структуры меридионального простирания, имеющие рифтовую природу. Такова, например, структура Западно-Индийского хребта, которая находит продолжение в системе долин азиатских крупных рек: Инда, Сырдарьи, Ишима, Иртыша и Оби. Восточно-Индийский хребет прослеживается через долину Ганга, систему высокогорных озер и впадин в пределах Тибета и Тянь-Шаня и продолжается долиной Енисея. Похоже, это не просто геоморфологические совпадения.

В фундаменте Западно-Сибирской плиты также прослеживаются меридиональные системы крупных разломов, грабенов и рифтов. Хорошо известна и меридиональная система Великих Африканских разломов, которая продолжается рифтами и грабенами Европы, а в южном направлении переходит в структуры подводного Мозамбикского хребта.

В эту же планетарную систему меридиональных разломов рифтовой природы входят окраинно-океанические разломы в западной части Тихого океана. Они как бы отсекают впадины окраинных морей от Азиатского материка. На это указывает, в частности, меридиональное простирание береговых линий всех окраинных морей Азии: от Берингова на востоке до Аравийского на западе. Одинаковая протяженность этих морей по широте определяет шаг планетарной разломной сети, равный приблизительно 10° (т. е. между основными стволами мировой рифтовой системы можно обнару-



Глобальное понижение общего содержания озона в земной стратосфере по данным наблюдений мировой сети станций (красные крестики) и теоретическим оценкам (сплошная линия). Из этой схемы можно сделать вывод, что тектогенно-фреоновая модель не способна прогнозировать процессы разрушения озонового слоя во времени, хотя, исходя из основных ее постулатов, она обязана «уметь» это делать.

жить как минимум восемь структур меньшего ранга).

Объединение в единую планетарную систему и современных меридиональных рифтов, и древних складчатых зон того же простирания предполагает, что все они имеют единую природу, но находятся на разных стадиях развития. Близкие идеи были высказаны ранее Л. П. Зоненшайном. Примечательно также, что рифтогенез в этих зонах развивается циклически: комплекс тектоно-магматических явлений, связанных с этим процессом, возобновляется на одном и том же месте неоднократно, по крайней мере в течение фанерозоя. Таким образом, можно говорить о существовании планетарной системы рифтов-меридианов на протяжении сотен миллионов лет.

ХАРАКТЕР ГАЗОВОГО ДЫХАНИЯ ЗЕМЛИ

В последнее время появилось немало работ, в которых обосновывается связь скоплений углеводородов с глубинными рифтовыми структурами. Рассмотренная выше концепция мировой рифтовой системы согласуется с этими взглядами. Сопряженность рифтовых структур и крупнейших нефтегазоносных поясов видна на примере Индо-Уральского пояса. Практически сплошная полоса нефтегазоносных бассейнов сопровождает этот рифт от шельфовых зон арктических морей до недавно открытых месторождений Сейшельских о-вов. Нами в этот нефтяной пояс включаются также место-



Карта окрестностей вулкана Эребус в Антарктиде (по Г. Тазиеву, 1987). Полярные исследовательские станции Мак-Мердо и Скотта, где проводятся наблюдения за изменением химического состава атмосферы Антарктиды, расположены недалеко от одного из самых активных вулканов планеты — Эребуса, а также в зоне действия группы других активных вулканов. Однако, при интерпретации химических процессов в стратосфере над Антарктидой эти факты не учитываются.

рождения Прикаспия, Дагестана, Баку, северо-запада Казахстана и Ближнего Востока.

Примечательно, что несколько крупнейших нефтегазоносных провинций — Нижнеиндская, Бенгальская, Сычуаньская — находятся в той же геотектонической позиции (они расположены в местах пересечения рифтов меридионального простираения с субширотными складчатыми структурами Альпийско-Гималайского пояса). Любопытно, что Нижнеиндская провинция находится на одном меридиане с Западно-Сибирской.

Несомненная связь рифтовых структур с выходом углеводородов указывает на характер газового дыхания Земли и на значительную роль глубинных флюидов в самом рифтогенезе, во всяком случае в его магматических проявлениях. При этом интенсивность потока флюидов определяется глубинными процессами, идущими, возможно, на уровне внешнего ядра. Степень же раскрытия рифта, которая может быть обусловлена набором самых разных факторов, и в первую очередь реологическими свойствами данного участка литосферы, прямо сказывается на флюидном давлении, определяя тем самым интенсивность и характер магматических процессов.

В целостном виде мировая рифтовая

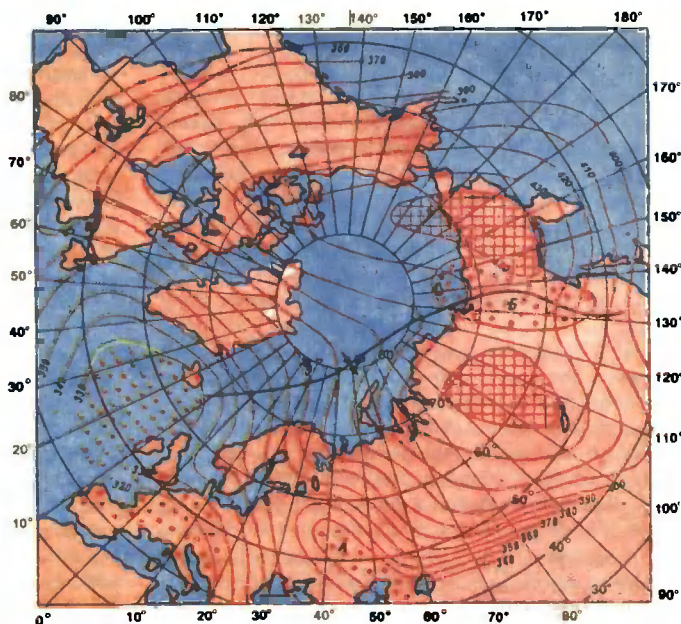
система включает три широтных пояса (приэкваториальный и два приполярных), четыре основных меридиональных пояса и более тридцати подобных структур меньшего порядка.

В районе Антарктиды, где основные стволы мировой рифтовой системы максимально сближены и сливаются своими южными, наиболее активными, сегментами в единый циркумантарктический рифт, их газовые потоки суммируются. Именно поэтому стратосфера над Антарктидой подвержена максимальной в земных условиях «продувке» восстановленными газами.

Эндегенная активность Антарктиды проявляется в современном вулканизме: действующие вулканы расположены как в пределах материка, так и на вулканических островах возле его побережья. Обнаружены здесь и признаки подледной вулканической деятельности (вулканы Берлин и Хэптон). Чрезвычайной активностью отличается базальтовый щитовой вулкан Эребус. В его кальдере расположен самый крупный в мире гейзер Маунт-Бэрд, а в кратере — лавовое озеро.

К действующим вулканам, по мнению известного французского вулканолога Г. Тазиева, относятся и расположенные в одной группе с Эребусом горы Террор, Терра-

Распределение областей с разным содержанием озона в атмосфере Северного полушария при западной форме циркуляции воздушных масс в холодный период (по Г. У. Каримовой и К. И. Чуканину, 1983). Даже при краткосрочных (10—14 дней) наблюдениях за состоянием озонового слоя выявляется четкая корреляция между снижением концентрации стратосферного озона и активной дегазацией недр: территории, охваченные этими процессами, обычно совпадают (А — Урало-Каспийская область, Б — Индигирская область).



Нова и Бэрд. В этой связи интересно извержение, которое произошло 8 сентября 1908 г. на перевале, разделяющем горы Эребус и Бэрд. Наблюдатель — Дж. Мюррей — описал его так: «Колоссальная струя пара ударила оттуда на высоту, по меньшей мере дважды превосходившую высоту Эребуса. Несмотря на сильную пургу, дующую в это время, напор струи был столь могуч, что она держалась совершенно вертикальной»³. «Странно, — пишет после этих слов Мюррея Тазиев, — что никто не вспомнил об этих наблюдениях и ничтоже сумняшеся зачислил Бэрд в разряд потухших вулканов»⁴. Странно, добавим мы, что никто не вспомнил об этих наблюдениях, в то время как крупнейшая в Антарктиде исследовательская станция Мак-Мердо, где проводится большой объем исследований антарктической стратосферы, расположена у подножья активного вулкана планеты. И не просто странно, а непостижимо, почему изменения химического состава стратосферы над этим районом нужно связывать с производством фреонов в Северном полушарии, напрочь игнорируя вышеприведенные наблюдения.

Поскольку основная площадь Антарктиды перекрыта мощным ледовым панцирем и мало исследована, здесь можно ожидать последней разгрузки эндогенных флюи-

дов без видимых проявлений вулканических процессов на поверхности. Важно отметить, что зоны активного вулканизма Антарктиды являются продолжением основных стволов мировой рифтовой системы, — это подтверждается характером вулканических продуктов. Так, вулканы Эребуса близки по составу к эффузивным породам африканских вулканов, расположенных в пределах Восточно-Африканского рифта.

В зимнее время в атмосфере Антарктиды господствует устойчивый циклонический вихрь. Обмен с воздушными массами средних широт прерывается. Все это приводит к повышенным концентрациям вулканических газов в стратосфере и разрушению озонового слоя. Поскольку озонразрушающие реакции в основном фотохимические, пик процесса приходится на весенние месяцы, когда усиливается солнечная радиация. Продолжаются эти реакции вплоть до разрушения циркулянтантарктического вихря, снижающего концентрацию эндогенных газов в стратосфере Антарктиды за счет перемешивания воздушных масс.

Реальность взаимодействия в стратосфере Антарктиды восстановленных вулканических флюидов и озона подтверждается обнаружением под озоновыми дырами специфических облаков, состоящих из кристалликов льда с замороженными каплями азотных соединений. Похоже, что эти облака — продукт водородного и азотного циклов разрушения озона.

³ Цит. по: Тазиев Г. На вулканах Суфриер, Эребус, Этна. М., 1987. С. 55.

⁴ Там же.

Обнаруженные в 1986 г. повышенные содержания окиси хлора в пределах антарктической озонной дыры, которые преподносятся сторонниками техногенной гипотезы, как ее триумф, гораздо легче объяснить вулканическим происхождением окиси хлора. Дело в том, что изменения в химическом составе стратосферы были зафиксированы после пролета исследовательского самолета (с борта которого проводились замеры) над группой действующих вулканов, расположенных на Южно-Шетландских о-вах.

Обработка данных мировой сети озонметрических станций за длительный период наблюдений выявила три центра снижения концентраций стратосферного озона в северном полушарии. В каждом из них концентрация озона понижается до 180—200 е. Д. Центры располагаются в октябре над Исландией, Гавайскими о-вами и Красным морем.

Нетрудно заметить, что все названные пункты максимально удалены от промышленных районов, но являются при этом наиболее активными участками рифтовых систем — центрами толентового вулканизма. Их отличает интенсивная современная вулканическая деятельность, которая сопровождается потоками восстановленных газов. Важная особенность этих центров — чрезвычайно высокие отношения концентраций изотопов гелия $^3\text{He}/^4\text{He}$ (10^{-5} по порядку величины по сравнению с 10^{-7} в районах, удаленных от рифтовой системы)⁵. Это указывает на глубинную природу газовых потоков.

В центрах Северного полушария, расположенных в умеренных и низких широтах, отсутствуют специфические условия антарктической атмосферы. Здесь резко возрастает мощность тропосферы, более интенсивны воздушные течения, усиливающие обмен воздушных масс, и поэтому реально возникает проблема транспорта газов — разрушителей озона на стратосферные высоты. В этой связи интересны два транспортных фактора. Первый — это легкость эндогенных газов: водород в 14, метан в 1,8 раза легче воздуха. Все фреоны, как уже отмечалось, тяжелее воздуха. Второй транспортный фактор — само вулканическое извержение, способное выбрасывать свои продукты, в том числе и газы, на многие километры ввысь.

Разрушение озонового слоя связано с рифтовым вулканизмом, т. е. приурочено к зонам раздвига. Здесь глубинные восстановленные газы могут достигать земной поверхности, не окисляясь. Островодужные (из-

вестково-щелочные) вулканы приурочены к геодинамическим зонам сжатия. Поскольку выход магмы на поверхность в этих зонах затруднен, образуется серия промежуточных очагов, в том числе и приповерхностных, в которых происходит окисление восстановленных флюидов до воды и углекислого газа. Такие окисленные флюиды заметного воздействия на стратосферный озон не оказывают.

Над островодужными вулканами не обнаружены озоновые минимумы, хотя именно к ним приурочены повышенные выбросы хлорных соединений, в том числе природных фреонов, суммарные потоки которых заведомо превышают потоки из техногенных источников. Попытки увязать разрушение озонового слоя с фреонами вулканического происхождения неоднократно предпринимались различными исследователями. Тщетность таких попыток связана, на наш взгляд, с неэффективностью хлорного цикла в стратосферных условиях. Во всяком случае, нередко публикации, в которых упоминаются находки фторхлоруглеродов (в том числе и фреонов F-11 и F-12) в вулканических эманациях. Это позволяет понять, почему концентрации данных газов над некоторыми безлюдными районами иногда превышают таковые над промышленно развитыми странами.

И в завершение этого раздела — несколько слов о работах отечественных исследователей Г. У. Каримовой и К. И. Чуканина⁶, изучавших распределение озона в нижней стратосфере при различных формах атмосферной циркуляции в Арктике (1983 г.).

Периоды их наблюдений довольно короткие (10—14 дней), что определяется естественной длительностью циклонических процессов. Анализ серии карт концентраций озона, приведенных в этой работе, показал, что даже при такой длительности наблюдений проявляется четкая корреляция между концентрацией стратосферного озона и тектоническими элементами.

Примечательно, что в пределах России наиболее устойчивы две области пониженных концентраций озона — это Урало-Каспийская и Индигирская. Иными словами, в картах распределения озона подтвердилась закономерность включения названных тектонических структур в единую мировую рифтовую систему. Кроме того, замкнутые Урало-Каспийская и Индигирская рифтовые системы продолжают оставаться зонами интенсив-

⁵ Мамырин Б. А., Толстихин И. Н. Солнечный гелий в недрах Земли. // Природа. 1980. № 1. С. 2—13.

⁶ Каримова Г. У., Чуканин К. И. Распределение озона при различных формах атмосферной циркуляции в Арктике. В сб.: Атмосферный озон. М., 1983. С. 103—121.

ной дегазации, способными заметным образом влиять на концентрацию стратосферного озона, хотя, конечно, не столь эффективно, как в центрах толстового вулканизма.

В целом же в распределении концентраций стратосферного озона, как на фотопластинке, проявляется строение мировой рифтовой системы, указывая на наиболее активные участки дегазации. Этот любопытный факт может быть положен в основу геоэкологического районирования планеты.

РАЗРУШЕНИЕ ОЗОнового СЛОЯ — МОЩНЫЙ ПРИРОДНЫЙ ПРОЦЕСС

Образование современных озонных дыр за счет водородной «продувки» стратосферы может быть достаточно простым алгоритмом катастрофических эпох, проявляющихся в кратковременном (1—5 млн. лет) оживлении планетарной рифтовой системы. Каждые 30—35 млн. лет наступают эпохи рифтогенеза, которые воспринимаются планетой как глобальные катастрофы. Рифтогенез сопровождается мощными, огромными по площади базальтовыми излияниями, изменением уровня Мирового океана, гибелью одних организмов и зарождением новых видов.

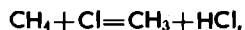
Синхронность перечисленных глобальных событий наиболее естественно, на наш взгляд, объясняется дегазацией Земли.

Уничтожение озонового экрана планеты неизбежно вызывает гибель некоторой части биоты, а мутагенное воздействие биологически активного ультрафиолета может способствовать зарождению новых видов организмов. Продувка восстановленными газами толщи вод и морей ведет к изменению их газового режима, что может оказаться губительным для морских организмов. Горизонты черных сланцев, обогащенные углеродом, халькофильными и сидерфильными элементами, в том числе иридием, являются маркерами таких бескислородных событий, т. е. эпох дегазации. (Естественно, что иридий в нашей концепции поступает из недр Земли, вероятнее всего в виде металлоорганических комплексов.)

Попробуем теперь подтвердить наши предположения о решающем воздействии на озоновый слой эндогенных газов, оценивая количественно их потоки. К сожалению, данные по наиболее интересующему нас газу — водороду, крайне скудны. Из бесед со специалистами сложилось впечатление, что скудность эта определяется по крайней мере двумя причинами: отсутствием исследовательских задач «под водород» и сложностью методики.

Из общих соображений, казалось бы, можно компенсировать отсутствие данных по водороду довольно многочисленными замерами потоков его космического близнеца — гелия. Однако тут же встает проблема корреляции содержания двух этих газов в конкретных потоках, поскольку гелий инертен, а большая часть водорода связана в химических соединениях с иными диффузионными свойствами.

Обратимся, в рамках поставленной задачи, к оценке потоков метана. Метан (CH_4) при фотоллизе в стратосфере выделяет водород, который, реагируя с озоном, разрушает озоновый слой, т. е. действует в совокупности с потоками эндогенного водорода. Другое важное свойство метана, на которое стоит обратить особое внимание, — его противодействие реакции озона с хлором. В присутствии метана этот цикл прерывается по схеме:



что на наш взгляд, играет определяющую роль в реакциях между малыми компонентами стратосферы.

Общее содержание метана в атмосфере Земли около $5 \cdot 10^{12}$ кг. Пребывание молекулы метана в атмосфере составляет от одного года до пяти лет. Следовательно его ежегодное поступление в атмосферу должно оцениваться величиной от $1 \cdot 10^{12}$ до $5 \cdot 10^{12}$ кг. Как считает Г. И. Войтов⁷, изотопный состав углерода атмосферного метана близок к изотопному составу углерода метана, поступающего из зоны катагенеза ($\sigma^{13}\text{C} = 39,1 \pm 0,1 \text{‰}$ и $41-43 \text{‰}$ соответственно), в то время как для биогенного метана соответствующее значение составляет $66-100 \text{‰}$. Из сопоставления вышеприведенных цифр следует вывод об эндогенной природе основной части атмосферного метана. Оценка его общего содержания в земной коре ($6 \cdot 10^{16}$ кг) делает такой вывод правомерным.

В составе глубинных газов содержание метана колеблется от 0,1 до 98 % (по объему) максимум приходится на грязевые вулканы Альпийской складчатой области. Максимальная газонасыщенность пластовых вод достигает $8 \text{ м}^3/\text{м}$ в Индоло-Кубанском прогибе. Извержение Толбачика вынесло в атмосферу $5 \cdot 10^8$ кг эндогенного метана.

В составе глубинных газов его содержание редко снижается более чем вдвое. В срединно-океанических хребтах интервал колебаний составляет 20—75 % (по объему)

⁷ Войтов Г. И. // Ж. Всесоюз. хим. общества им. Д. И. Менделеева. 1986. Т. 31. № 5. С. 533—539.

при среднем содержании 45 %. В этих же структурах отмечаются максимальные концентрации водорода: от 5 до 25 % при средней величине 10 %.

На Земле имеются очень мощные источники биогенного метана. По данным Эхалта, ежегодно выделяется следующее количество метана ($\text{н} \cdot 10^9 \text{ кг}$): 280 рисовыми полями; 130—260 болотами и топиями; 1,25—25 пресноводными озерами; 10,4 полями и лесами; 1,3—13 тундрами; 5—20,7 морями и океанами; 110—220 животными (в основном домашними). Следовательно суммарный поток биогенного метана ежегодно может составлять от $529 \cdot 10^9$ до $825 \cdot 10^9 \text{ кг}$. Сюда следует добавить метан из термитников ($150 \cdot 10^9 \text{ кг/год}$) и выделяющийся при лесных пожарах ($25—110 \cdot 10^9 \text{ кг/год}$). (На долю техногенных выбросов приходится $97 \cdot 10^9 \text{ кг/год}$).

Таким образом, ежегодный поток биогенного метана составляет от $554 \cdot 10^9$ до $1225 \cdot 10^9 \text{ кг}$. И это еще не самые высокие оценки потоков биогенного метана, известные в литературе. Тем не менее, очевидно противоречие с данными по изотопному составу углерода в атмосферном метане, указывающими на эндогенную природу его основной массы.

Обращают на себя внимание и низкие ($2 \cdot 10^{11} \text{ кг/год}$) оценки потока эндогенного метана, что в 2—5 раз ниже биогенного. Чтобы приемлемым образом согласовать все эти данные, следует, вероятно, ориентироваться на нижнюю границу биогенного потока, т. е. $5 \cdot 10^{11} \text{ кг/год}$, а оценку потока эндогенного метана следует признать резко заниженной.

Нам представляется, что вывод о заниженных значениях потоков эндогенного метана должен быть распространен на все эндогенные газы и прежде всего на водород, поэтому выяснение истинных потоков этих газов представляется нам важнейшей задачей, стоящей перед исследователями. Можно предположить, что места наиболее интенсивной эндогенной дегазации локализованы и, возможно, скрыты в глубинах Мирового океана, а сами процессы дегазации неравномерны, (т. е. импульсивны), и, вероятно, связаны с сейсмическими и вулканическими процессами. Местоположение аномально высоких концентраций метана в тропосфере подтверждает вышесказанное (Карибское море, Центральная Атлантика).

Важно отметить, что метан фактически не имеет стока в тропосфере и все его количество попадает в стратосферу, где становится участником интересующих нас реакций. Поскольку в господствующих ныне

представлениях хлорному циклу отводится ведущая роль в разрушении стратосферного озона, попытаемся оценить справедливость этих опасений.

Один из наиболее мощных природных поставщиков хлора в атмосферу — хлористый метил (CH_3Cl). Основное его количество образуется в океане, причем глобальный вклад приходится на восточную часть Тихого океана. Другой существенный источник хлористого метила — лесные пожары, дающие $2,7 \cdot 10^8—6 \cdot 10^8 \text{ кг/год}$. Суммарный же поток оценивается в $5,6 \times 10^9 \text{ кг/год}$. Считается, что сток происходит в тропосфере за счет реакции с $\text{OH}^\cdot$ и составляет $5,2 \cdot 10^9 \text{ кг/год}$. Таким образом, некоторое количество хлористого метила (до $4 \cdot 10^8 \text{ кг/год}$) может попадать в стратосферу и участвовать в фотохимических реакциях.

Вулканические извержения ежегодно могут давать $4 \cdot 10^8—11 \cdot 10^8 \text{ кг}$ хлороводородной (HCl) и $6 \cdot 10^7—6 \cdot 10^9 \text{ кг}$ фтористоводородной (HF) кислот. Большая часть этих кислот «стекает» в тропосфере, но что-то, вероятно, доходит до стратосферы. По самым приблизительным оценкам, природные источники поставляют в стратосферу до $2 \cdot 10^9 \text{ кг}$ хлорсодержащих веществ.

Общее количество фреонов F-11 и F-12, произведенное с начала 30-х до середины 70-х годов, составило $3,4 \cdot 10^9$ и $5 \cdot 10^9 \text{ кг}$, а годовой поток этих веществ в 1978 г. — $4 \cdot 10^8$ и $4,5 \cdot 10^8 \text{ кг}$, соответственно. Это, вероятно, максимальный показатель, составляющий 10 % от количества, произведенного за все предшествующие годы. С 1979 г. производство этих фреонов стало снижаться.

По последним оценкам западных специалистов, природные источники ежегодно поставляют в атмосферу от $5 \cdot 10^{11}$ до $15 \times 10^{11} \text{ кг}$ хлора, большая часть которого «стекает» в тропосфере. Порядок цифр убедительно говорит о масштабах естественного круговорота веществ. Во всяком случае, можно смело констатировать, что пока природные источники хлора превышают антропогенные и связывать разрушение озонового слоя с производством фреонов по меньшей мере преждевременно. Более того, фтортрихлорметан и дифторхлорметан образуются не только техногенным путем, но и при вулканических процессах, и оценить удельный вес каждого из этих источников в глобальном бюджете фреонов затруднительно. Любопытно также, что фреоны F-11 и F-12 были обнаружены в кернах антарктического льда, возраст которого исключает их антропогенную природу.

Против фреоновой концепции работают и данные Пака с соавторами, которые обнаружили прирост концентрации фтортрихлорметана с 1970 по 1975 годы, составляющий ежегодно 13,2 % в Северном полушарии и 14,6 % — в Южном. Поскольку население сосредоточено в северном полушарии, эти цифры говорят не в пользу техногенной природы фреонов. Необъяснимы с позиции техногенезиса и более высокие фоновые концентрации фреонов над Восточной частью Тихого океана и Антарктидой по сравнению с их фоновыми концентрациями над Западной Европой.

Но наиболее существен, на наш взгляд, тот факт, что фреоны любого генезиса вряд ли определяют глобальный баланс хлора в атмосфере, в том числе и в стратосфере. Как уже отмечалось, потоки других хлорсодержащих газов превосходят их, по крайней мере, на порядок. Впрочем, и эти потоки хлора в стратосферу на несколько порядков меньше, чем потоки метана. Поэтому глав-

ный вывод, вытекающий из сопоставления данных по потокам рассмотренных нами газов, состоит в том, что стратосфера «продувается» метаном, и что в таких условиях хлорный цикл разложения озона не может быть эффективным как геохимический процесс.

Итак, баланс озона в стратосфере определяется метаном и водородом. Как распределены роли между этими газами, еще предстоит выяснить. Возможно, метан в большей степени ответствен за фоновый поток, а водородные струи, приуроченные к горячим точкам, определяют локальные понижения концентрации озона — озонные дыры.

Остается добавить, что разрушение озонового слоя — это мощный природный процесс, закономерный итог дегазации планеты. И разработка программ борьбы с этим явлением, как нам представляется, обречена на провал.

РЕКЛАМА, ОБЪЯВЛЕНИЯ



World Trade Center -
Novosibirsk

СИБИРСКАЯ ЯРМАРКА

ПРИГЛАШАЕМ
НА ВЫСТАВКИ-ЯРМАРКИ

19-22 октября

Новосибирск

СибГород-93 - коммунальное хозяйство

ЛАБАЗ СИБИРИ-93 - складское хозяйство, тары и упаковки

“ВИРА-МАЙНА”-93 - подъемные механизмы, транспортеры,

разгрузочная техника

СибОазис-93 - садово-парковое хозяйство

ГидроСиб-93 - водоснабжение, водоочистные сооружения,

ирригационные и мелиоративные системы

ОТХОДЫ И СЫРЬЕ-93 - сырье, технологии и оборудование для

переработки отходов

ЭкоСиб-93 - экологические технологии

РЕСТАВРАТОРЫ СИБИРИ-93 - реставрация памятников
архитектуры и искусства

Справки по тел. (круглосуточно): (3832) 23-78-54,

23-94-69; факс 23-63-35; телетайп 209116 Лабаз,

4738 Лабаз; телекс 133166 SFA SU, 614627 SFA SU;

Sprint Network: cussr, asovmall, ocustomers,

unsiberian fair. СИБИРСКАЯ ЯРМАРКА.



Озеро Балхаш: вчера, сегодня, завтра

С. И. Шапоренко



Сергей Иванович Шапоренко, кандидат географических наук, старший научный сотрудник лаборатории береговых систем Института географии РАН. Специалист в области ландшафтной гидрологии, и в частности гидрохимии внутренних морей.

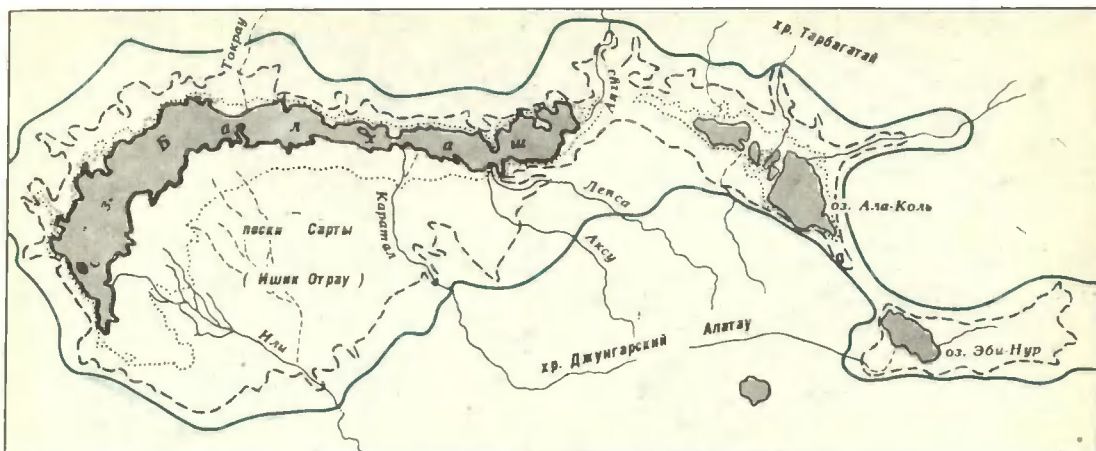
ЗА ПОСЛЕДНИЕ годы в массовой и научной печати появилось немало публикаций об Аральском экологическом кризисе. Значительно меньше известно о ситуации на другом крупном озере азиатской территории бывшего СССР — Балхаше — и примыкающих к нему районах.

Балхаш — одно из крупнейших бессточных озер мира. Его чаша вмещает около 100 км^3 слабоминерализованных вод, а площадь водного зеркала составляет 16—20 тыс. км^2 . Вода в озеро поступает с территории площадью 413 тыс. км^2 , водосборный бассейн протягивается с запада на восток более чем на 900 км, а с севера на юг — на 700 км. Разнообразны его ландшафты — от высокогорных тундр на высотах, превышающих 3 тыс. м, до пустынь, окружающих побережье озера.

Примерно 14—15 км^3 воды в год озеро получает с южной и восточной горных частей водосборного бассейна, где формируется сток впадающих в него рек: Или, дающей 77—80 % общего притока пресной воды, Каратала, Аксу, Лепсы и Аягуза. Из-за удлинённой формы озерной котловины, разделённой крупным п-овом Сарыисек в средней части, Балхаш естественным образом подразделяется на мелководную, опреснённую западную и более глубокую осолонённую восточную части. Соединяются они через узкий и мелкий пролив Узунарал.

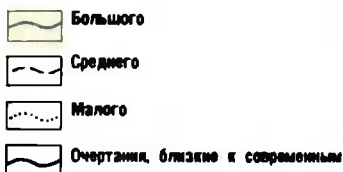
Балхаш расположен на дне северной части обширной внутриконтинентальной впадины, занимающей территорию южного Казахстана. Она сформировалась в так называемый альпийский период, когда в плиоценовое или даже четвертичное время во впадину стали поступать воды р. Или. Большинство исследователей и считает этот период временем образования крупного пра-Балхашского водоема.

На протяжении всего существования Балхаша уровень озера после относительной стабилизации опускался, о чем свидетельствуют остатки древних озерных террас, найденных на склонах Прибалхашской котло-



Контуры оз. Балхаш на разных стадиях его существования. Индикатором самой древней береговой линии озера (250—200 тыс. лет назад) служат осадки хорошо сохранившейся в долине р. Курайлы (правый приток Аугуза) террасы на абсолютной высоте 460—470 м. Возможно, в это время Большой пра-Балхаш имел сток в Аральское море. Более молодая береговая линия сформировалась в эпоху Чинжилинского оледенения (80—70 тыс. лет назад). Площадь озера составляла около 102 тыс. км². Эту стадию существования озера называют эпохой Среднего пра-Балхаша. Еще ближе к современному очертанию озера стадия Малого пра-Балхаша (10—8 тыс. лет назад), которая прослеживается по террасам и береговым валам, возвышающимся на 3—12 м над нынешним уровнем озера. Площадь водного зеркала Малого пра-Балхаша составляла 40—42 тыс. км² (по данным К. В. Курдюмова).

Контуры озера на стадиях пра - Балхаша:



вины и Джунгарских ворот. Причиной изменения уровня и размеров озера, по мнению большинства исследователей, была смена периодов различной увлажненности в ледниковые и межледниковые эпохи.

Первый исторический документ, в котором имеются сведения о Балхаше — это, вероятнее всего, «Чертежная книга Сибири», составленная Семеном Ремезовым в 1701 г. В его атласе озеро имеет старое местное название — море Тенгиз. Из озера вытекают реки Амударья и Сырдарья (Сырт). В 1711 г. Балхашскую котловину посетили китайские миссионеры. На карте Китая, изданной в 1718 г., котловина включена в эту страну.

В Европе первое представление о Балхаше, видимо, получили по карте Джунгарии, включавшей Прибалхашье. Ее составил шведский штик-юнкер И. Ренат во время пребывания в 1716—1733 гг. в плену у калмыков (так в те времена называли многочисленные племена, населявшие Джунгарию).

Районы, окружающие Балхашскую котловину, в XVIII в. часто посещали и русские, искавшие золото. В XIX в. интерес к озеру со стороны России возрос. Топографические съемки озера, проведенные в 1838 г. Федоровым, а в 1852 г. Нифантьевым, впервые позволили очертить контуры озера и «привязать» уровень воды в нем к абсолютным отметкам. Последующие многочисленные экспедиции изучали гидрологию озера, климатические и геологические условия Балхаша и прилегающих к нему пространств, флору и фауну. Были получены данные об изменчивости уровня озера.

Расположенное среди обширных пустынь и полупустынь озеро оставалось малодоступным до 30-х годов нашего века, когда сюда подвели железную дорогу. Главным занятием коренного населения региона было кочевое скотоводство. Летние пастбища находились в горах, окружающих Балхашскую котловину. На зимовку многие скотоводы откочевывали к берегам Балхаша, стараясь расположиться среди зарослей тростника, широко распространенного по его южному побережью. Еще 25—20 лет назад камыш занимал здесь большие площади.

Лишь в низовьях рек Или, Каратал и Лепсы (до ее обмеления) проживали немногочисленные племена казахов, которые вели оседлый образ жизни и занимались поливным земледелием. Киргизы-камауцы, кочевавшие по нижней Или, сочетали скотоводство с хлебопашеством.



Побережье оз. Балхаш.

Фото Е. И. Голубевой



Горный ландшафт водосборного бассейна озера.

Фото А. Н. Бобровица

Со второй половины прошлого века в Прибалхашье начали переселяться выходцы из центральной России. Там, где хватало воды на орошение, земледелие становилось основным их занятием. К началу нашего столетия площадь орошаемых земель достигла здесь 400 тыс. десятин, и дальнейшее его расширение стало сдерживаться истощением водных ресурсов рек — восточных притоков оз. Балхаш. Водность рек уменьшалась и из-за вырубki лесов в верховьях.

В XX в. площадь орошаемых земель в Прибалхашье существенно сокращалась во время войн и коллективизации. К началу 1990-х годов орошаемый клин возрос до 0,6 млн. га в основном за счет освоения земель бассейна Или. Но если площадь орошаемых земель с начала века возросла здесь всего лишь в 1,3—1,4 раза, то удельное водопотребление, превысившее 12 тыс. м³ на орошаемый гектар, — в два раза. Таким образом, экстенсивное хозяйствование в Прибалхашье существенно не отличалось от хозяйствования в Приаралье. Поэтому с годами земледельцам требовалось все больше воды, к тому же росла потребность в энергии. В 1970 г. началось заполнение построенного в среднем течении Или Капчагайского водохранилища. Потери воды стали еще более значительными: она испарялась не толь-

ко с орошаемых массивов, с поверхности водохранилища и зоны подтопления, но также фильтровалась в борта оросительных каналов и насыщала грунты чаши водоема. К этому добавлялся увеличивающийся забор вод промышленными предприятиями и городскими коммунальными хозяйствами.

Дефицит водных ресурсов еще более усилился с 1974 г., когда фаза повышенной водности внутривекового климатического цикла в Прибалхашье сменилась фазой относительной засушливости. Антропогенный и климатический факторы стали воздействовать на водные ресурсы одновременно. В результате уровень озера начал быстро падать, а его площадь и объем — сокращаться. Определенный режим попусков воды в водохранилище привел к сезонному перераспределению стока Или, сократив его в летнее половодье и увеличив в зимнюю межень. Кроме этого, почти исчезли весенние паводки, имевшие важнейшее значение в обводнении дельты р. Или.

Сокращение притока привело к росту минерализации озерных вод, средняя величина которой в 1970—1984 гг. повысилась в западной части с 1,2 до 1,8 г/л, а в восточной — с 3,3 до 4,3 г/л. Изменился также их состав: уменьшилось относительное содержание гидрокарбонатов, увеличилась концентрация хлоридов, сульфатов, ионов натрия. Стало трудно снабжать водой население г. Балхаша и его промышленные предприятия. Нарушился гидробиологический режим озера, что привело к сокращению кормовой базы рыб. Экологические проблемы Прибалхашья, наметившиеся еще в начале века, обострились. К ним прибавились новые, касающиеся и самого озера. Из них, самая острая, пожалуй, связана с обсыханием дельты р. Или.

Обширная дельта Или (ее площадь еще в 1931 г. превышала 8 тыс. км²) представляла собой густую сеть крупных и мелких протоков, разливов и озер, окруженных зарослями тростника. В многочисленных озерах дельты нерестились многие полупроходные виды рыб Балхаша. Здесь обитало более 200 видов птиц, добывалось около 1 млн. штук шкурок ондатры. Ландшафты суши обладали различными гидроморфными чертами, обусловленными периодическим затоплением и залеганием близкими к поверхности земли грунтовыми водами. Урожайность сенокосных угодий, занятых пырейно-тростниковыми и тростниковыми сообществами, достигала 35—45 ц/га.

В 1970-е годы обводнение дельты значительно уменьшилось, почвы стали обсыхать, засоляться и опустыниваться. К 1990 г.

высохло около 40 % озерных систем дельты, на 65—70 % сократились площади заливаемых лугов. Тростниковые сообщества сменились в основном солевыносливыми многолетними кустарниками. В видовом составе растительности появились сорные и ядовитые растения. Прежняя растительность сохранилась лишь в виде фрагментов. Урожайность сенокосных угодий снизилась до 7 ц/га и менее, появилась проблема обеспечения кормами крупного рогатого скота. Она усугубляется неумеренным сенокосением, бессистемным выпасом скота, пожарами. Обсыхание дельты сказалось на сокращении запасов промысловых видов рыб в Балхаше, привело к прекращению промысла ондатры. Повсеместно ухудшалась среда обитания диких животных.

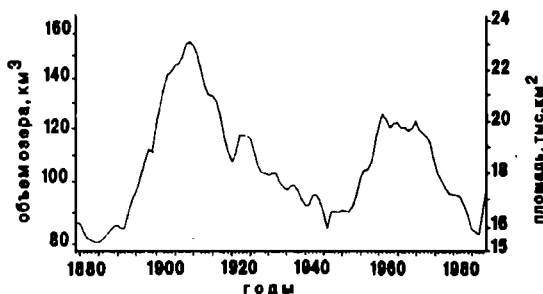
Решить многочисленные экологические проблемы, связанные с обсыханием дельты р. Или, можно только на основе усовершенствования всего хозяйственного комплекса, связанного с водопотреблением (ирригации и энергетики в первую очередь), проведения гидромелиоративных работ, открытия новых и расширения нескольких небольших существующих здесь заповедников.

Подобные проблемы возникли и у обсыхающих побережий оз. Балхаш. Полоса осушенной земли на южных пологих берегах достигает ширины 7—8 м, она в различной степени засолена и, как правило, заселяется растительными сообществами пустынного типа. Площади мелководий Балхаша, богатых жизнью, сократились. На песчаных участках вновь возникших мелководий формировались биоценозы, непригодные для гнездования водоплавающей птицы, обитания ондатры и нереста рыбы.

Загрязнение речных и озерных вод в Балхашском регионе, связанное в основном с поступлением сточных вод с сельскохозяйственных полей и промышленных предприятий, а также судоходством, стало сопоставимым с тем, что наблюдается в Приаралье.

Загрязняющие вещества поступают в Или в основном с коллекторно-дренажными водами рисосеющих совхозов Акдалинского и Тасмурунского массивов. В нижнем течении реки среднегодовое содержание ДДТ и его метаболитов, гексахлорана и линдана достигает 20—30 нг/л. В р. Каратал со стоками Текелійского свинцово-цинкового комбината и г. Талды-Кургана поступает медь и цинк в количествах, превышающих ПДК в 3 и 1,4 раза соответственно, а содержание нитритного азота в водах реки достигает местами 41 ПДК при среднегодовых концентрациях в 8 ПДК.

Сильнее всего в оз. Балхаш загрязне-



Колебания среднегодовых значений площади водного зеркала и объема воды оз. Балхаш в соответствии с изменением его уровня.

на Бертысская бухта, куда сбрасываются стоки завода обработки цветных металлов. Среднегодовая концентрация меди на расстоянии 1—3 км от заводских сбросов составляет 43—45 ПДК, а временами достигает 63—72 ПДК. Содержание молибдена может повышаться до 19 ПДК, а цинка — до 6,5—6 ПДК. Бухта постоянно загрязнена нефтепродуктами и фенолами, концентрации которых составляют 3—4 и 2,5—3 ПДК соответственно. По данным Гидрометслужбы за 1989 г., чуть меньше, чем Бертысская бухта, загрязнены заливы Таранганлык и Малый Сары-Шаган.

Еще «чище» открытая часть озера. Концентрация меди, как правило, не превышает 8—10 ПДК, цинка — 1—3 ПДК, нефтепродуктов — 3—4 ПДК, фенолов — 2 ПДК.

К сожалению, мы не располагаем данными о содержании загрязняющих веществ в озере за последние три года (эта информация ныне слишком дорога). Однако пуск в 1989 г. оборотной системы водоснабжения на обогатительной фабрике, строительство станции для перехвата стоков, сбрасываемых в Бертысскую бухту, сооружение стеклянного трубопровода для кислых стоков с завода обработки цветных металлов должны существенно сократить поступление загрязняющих веществ в озеро. Позволит сократить стоки и строительство третьей очереди городского коллектора, а также реконструкция системы для удаления золы на Балхашской ТЭЦ. Таким образом, в ближайшем будущем можно ждать улучшения качества воды в озере.

Антропогенные нарушения природной среды Балхашского бассейна в итоге сказались и на биоценозе озера: упала его рыбопродуктивность, ухудшился породный состав ихтиофауны. Современная промысловая по-

пуляция озера по существу была полностью сформирована человеком в недавнем прошлом: в озеро вселили новые для него виды. Человек же ее и «загубил». Сказалось не только загрязнение, но и просчеты рыбохозяйственной науки.

В настоящее время в водах Балхаша водится 21 вид рыб, относящихся к семи семействам, и только пять видов из них — давние жители озера. Проникнув в верхнетретичное время из бассейна Иртыша, раньше других видов в Балхаше появился окунь, заселивший также и притоки озера, по которым он поднимается до высоты примерно 600 м. В облике балхашского окуня, по сравнению с обыкновенным, прослеживается больше древних черт, характерных для предков этого вида. У него хорошо развиты сенсорные каналы, свойственные в основном рыбам крупных соленых водоемов. Численность этого вида в прошлом была высока. Зимой при помощи самодельных железных крючков один рыбак за день вытаскивал из-под льда по 50—60 кг окуней. В настоящее время в Балхаше окунь уже не встречается. Вблизи него окунь сохранился лишь на Алакольских озерах, где его безжалостно вылавливают, несмотря на занесение в «Красную книгу Международного союза охраны природы».

В межледниковые периоды из бассейна Иссык-Куля в Прибалхашье проникло два вида маринки. Балхашская маринка образовала озерную, озерно-речную и речную формы, которые со временем все интенсивнее отлавливались. Это, вероятнее всего, роковым образом сказалось на судьбе маринки. Она была первым видом, исчезнувшим из фауны Прибалхашья.

По численности в озере чаще всего над другими аборигенными видами преобладал пятнистый губач. Этот вид в Балхаше отличался высокой плодовитостью, что позволяло ему образовывать многочисленные популяции как в самом озере, так и в его притоках. В настоящее время и он практически исчез.

В 1905 г. у мельника Богданова паводком прорвало плотину пруда, в котором он выращивал сазанов. Эта рыба попала в р. Или, прижилась и стала размножаться. Ареал ее расширился, и в 1910 г. сазан проник в Балхаш. В 1915—1917 гг. его запасы в озере достигли промысловых размеров, а впоследствии он стал основным промысловым объектом.

Первая треть XX в. в целом характеризуется быстрым ростом добычи рыбы из озера, в это же время были сделаны первые оценки его рыбных запасов. После проклад-



Берега р. Или.

работанных в Государственном гидрологическом институте (Россия) и Казахском институте водного хозяйства, водопотребление может возрасти до $6,5\text{--}7 \text{ км}^3/\text{год}$. Водозабор из притоков и непосредственно из озера на промышленные и коммунальные нужды к тому времени превысит $1 \text{ км}^3/\text{год}$.

Если временное (на период пониженной водности) прекращение наполнения Капчагайского водохранилища сохранится, на испарение с водного зеркала и подтопленной зоны водохранилища будет расходоваться около 2 км^3 воды в год. Когда водохранилище будет заполнено полностью (до проектной отметки), в 2000 г. потери воды на испарение возрастут до $3,4 \text{ км}^3/\text{год}$. Кроме этого, еще $0,44 \text{ км}^3$ воды в год проникнут в ложе и борта чаши водохранилища. В этом случае изменения в структуре водно-солевого баланса озера по сравнению с естественными условиями будут максимальными.

По принятым еще в 1979 г. правилам эксплуатации Капчагайского водохранилища в годы с пониженной и средней водностью

уровень Балхаша должен находиться вблизи отметки 341 м. Но при меньшем притоке в озеро вод Или в 2005 г. он может достичь отметки 340,7 м, а минерализация воды в озере в среднем повысится еще на $0,6\text{--}0,7 \text{ г/л}$.

Чтобы предотвратить осолонение западной части озера, характеризующейся наибольшей биологической продуктивностью и являющейся источником питьевого и хозяйственного водоснабжения, уже давно предлагались проекты расчленения Балхаша дамбами на отдельные плесы. Возведение плотины через пролив Узунарал предлагал еще в 1931 г. М. П. Русаков, а позднее — почти все исследователи, занимавшиеся проблемой сохранения Балхаша в связи с развитием орошаемого земледелия. Строительство дамбы с регулируемыми пусками воды позволило бы, по их мнению, сократить поступление более соленых вод из восточной части в западную при уменьшении стока р. Или. Слабая проточность западной части при этом сохранится, она останется опресненной, восточная же уменьшится и осолонится. А. В. Шнитников предлагал еще и перебросить часть стока р. Каратал в западную часть озера. При этом контрастность минерализации вод



Заросли облепихи в пойме Или.

Фото А. Н. Бобровица

западной и восточной частей озера увеличится. Ее величину, а также уровень воды в Западном Балхаше можно будет регулировать, изменяя объем перетока воды через пролив.

П. Ф. Домрачев предлагал с помощью рукаву Уртабаканас распреснить озерные участки, примыкающие к Бертысской бухте и району г. Балхаша, и таким образом обеспечить водой промышленность и населенные пункты на северном берегу озера. Эта проблема могла бы быть решена, по мнению С. Т. Дусейнова, и переброской части иртышских вод из р. Сарысу в р. Моинты. Дополнительный запас пресной воды мог бы создаваться за счет аккумуляции паводковых вод

в построенном в низовьях реки водохранилище.

Перечисленные проекты, скорее всего, так и останутся проектами из-за сложившейся экономической и политической ситуации. Да и их обоснованность, как показали недавние исследования специалистов из Института водных проблем РАН, весьма сомнительна. Разумнее и дешевле было бы рационально вести хозяйствование и прежде всего сократить как минимум вдвое нормы полива орошаемых земель и модернизировать оросительные системы.

На фоне развернувшегося на территории бывшего СССР «экологического беспредела» уместно вспомнить, как еще в 1983 г. приостановили заполнение Капчагайского водохранилища, построенного в среднем течении р. Или, впадающей в Балхаш. Его можно считать «ростком» нового экологического мышления, которое, будем надеяться, в дальнейшем станет преобладающим.

Археология

Водопровод, сработанный в библейские времена

Более столетия назад археологи впервые обнаружили под жилыми кварталами Старого Иерусалима остатки сложной системы водоснабжения, вернее даже двух, подводивших воду в различные районы этого вечного города три с лишним тысячи лет назад.

С самого момента открытия не прекращались споры: чем объясняются избранные древними строителями весьма странные, а порой и просто опасные пути для водотока, их меняющаяся глубина залегания, неожиданные подъемы, спуски, повороты? Одни исследователи (их большинство) считали это продуктом ошибок «инженеров» и землекопов того времени, не умевших проследить, что происходит глубоко под земной поверхностью; другие упорно пытались найти в этом некий скрытый смысл.

Недавно подробную схему иерусалимского водопровода составил геолог Д. Гилл, к тому же опытный археолог и историк. Он обратил внимание на упоминающееся в Ветхом Завете событие: царь Давид, чтобы захватить Иерусалим внезапной атакой, воспользовался тем, что под его оборонительными стенами существуют естественные ходы, по которым можно незаметно провести воинов. Через столетие разросшемуся городу понадобилась питьевая вода, и строители использовали хорошо им известную природную сеть трещин и разломов, пронизывающих эту местность. Так, упоминающийся в древнееврейских документах источник Гихон был соединен с ближайшим естественным разломом, ведущим к Иерусалиму. Для этого потребовалось пробить горизонтальный туннель от источника к верти-

кальной шахте, служившей как бы колодезем, из которого воду перекачивали в верхний водоток, подававший ее к самому центру города. Кроме того, по другому каналу вода поднималась в наземный бассейн, из которого ее могли черпать жители окрестных кварталов.

Собраны геологические свидетельства того, что вся эта система водоснабжения родилась путем тщательного приспосабливания естественных водотоков, сформировавшихся в здешних известняковых почвах за миллионы лет. Вертикальная шахта, например, имеет неправильную форму и покрыта коркой, которые типичны для карстовой воронки. Древние израильтяне проследили трещину в известняковой породе и превратили ее в более или менее ровный канал, ведущий к карстовой воронке — колодезю; в подземный водоток они сумели превратить и обнаруженное ими ответвление этой трещины. Между прочим, название источника «Гихон» переводится приблизительно как «фонтан». В карстовых условиях нередко возникают такие подземные пустоты, которые действуют подобно сифону, выталкивающему воду мощными пульсирующими толчками; это же могло способствовать и образованию довольно крупных проходов в легком разламываемом известняке.

Необычно большой диаметр отдельных участков водопровода, внезапные повороты — все это результат следования карстовым формам рельефа. Отходящие от «магистрального канала» шахты и воронки, достигающие дневной поверхности, строители могли использовать в ходе работ для вентиляции.

Источники влаги лежали за пределами городской стены, и воины Давида, зная подземную «географию» и «гидрологию», действительно могли воспользоваться этими естественными ходами.

Археология

Найдены стены Трои

Международная группа археологов во главе с М. Корфманом (М. Korfmann; Тюбингенский университет, Германия) ведет исследования в районе полулегендарной Трои (Илиона), осада которой послужила сюжетной канвой для «Илиады» Гомера.

Собранные (в том числе с применением магнитометрического метода) и обработанные на ЭВМ данные позволили установить, что в 340 м к югу от цитадели древнего города, расположенной на холме у прол. Дарданеллы, под землей скрыт некий объект шириной 3—4 м и протяженностью не менее 120 м. Наиболее правдоподобно объяснение, что обнаружено круговое оборонительное сооружение, прикрывавшее не столько саму цитадель, сколько разбросанные вокруг нее мелкие поселения, выросшие возле Трои за время ее существования.

Все раскопки, проведенные за последнее столетие в Илионе, концентрировались, как правило, в самой цитадели, а окрестные «выселки» ученые игнорировали. Между тем работы на аналогичных поселениях бронзового века в центральных областях Турции дали очень богатые материалы для изучения этого отдаленного времени.

Участник работ в Трое видный английский археолог Д. Истон (D. Easton) считает, что дальнейшие раскопки в местах, на которые указывают магнитометрические данные, позволят точнее судить как о подлинных обстоятельствах войны, эпически воспетой Гомером, так и о времени, когда она происходила. До сих пор различные авторитеты относили Троянскую войну к разным эпохам — от 700 до 1700 г. до н. э. Гомер же творил, по видимому, четыремя веками позже описанных им событий.

New Scientist. 1993. V. 137. N 1857. P. 10 (Великобритания).

Великолепные лошади блестящих скал Алтая

В. И. Молодин, Д. В. Черемисин



Вячеслав Иванович Молодин, член-корреспондент РАН, заместитель директора Института археологии и этнографии СО РАН. Специалист в области археологии Сибири, занимается проблемами первобытного искусства. В «Природе» опубликовал статью (совместно с Е. П. Маточкиным) «Вторая Турочакская писаница Горного Алтая» (1992, № 8).



Дмитрий Владимирович Черемисин, младший научный сотрудник того же института. Специализируется в области древнего и традиционного искусства.

НА САМОМ юго-западе Горного Алтая, там, где берут начало реки Бухтарма и Ак-Алаха, на стыке границ Монголии, Китая, Казахстана и России, находится плоскогорье Укок, хорошо известное своим суровым климатом и труднодоступное. Это плато, расположенное на высоте около 2500 м над ур. м., отличается своеобразной растительностью и богатейшим животным миром. Нас же, археологов, привлекают на Укок великолепные памятники, оставленные носителями культур различных эпох.

Уже первые раскопки, проведенные здесь в 1990 г. Н. В. Полосмак (Институт археологии и этнографии СО РАН), дали блестящие результаты. Она обнаружила и раскопала уникальный курган эпохи раннего железа (V—III вв. до н. э.), в котором сохранилась промерзшая могила, благодаря чему до нас дошли замечательные изделия из тканей, дерева, кожи, войлока, металла.

Зачаровывающие горные ландшафты открываются перед глазами, когда подлетаешь к Укоку на вертолете: островерхние горы с заснеженными вершинами, мощные ледники, быстрые и прозрачные реки, высокогорная тундра с редко встречающимися карликовыми березками и блюдцами многочисленных озер и, наконец, величественный Таван-Богдо-Ула — второй по высоте пик Алтая, сияющий вечными снегами в лучах заходящего солнца.

Среди многочисленных археологических объектов плоскогорья Укок достойное место занимают разновременные памятники, оставленные древним населением, кочевавшим по долине р. Калгуты. Это петроглифы, курганы, ритуальные оградки и циклопические каменные выкладки, остатки каменных строений и этнографические кладбища. Концентрация памятников археологии в речных долинах — закономерное явление для таких горных стран, как Алтай.

Калгуты — «нестандартная» река, свое-



Ландшафт, открывающийся с вертолета при подлете к плоскогорью Укок.

Фото В. И. Молодина

Множество озер с чистой водой на высоте 2 тыс. м над ур. м. — остатки деятельности позднелепесточного ледника.

Фото Д. В. Черемисина



Экспедиционный лагерь археологов на плоскогорье Укок.

Фото В. И. Молодина

Петроглифы на Укоке встречаются не только на скалах, но и на моренных грядах.

Фото В. И. Молодина







Рабочий момент экспедиции. Наиболее древние рисунки выбиты на горизонтальных участках скалы; разглядеть их можно лишь лежа и при определенном боковом освещении солнцем.

Здесь и далее фото В. П. Мыльникова

образная и по-своему замечательная: в отличие от других горных речек Сайлюгемского хребта, чья судьба — упасть с гор на север, чтобы влиться в другую, более сильную реку, Чую или Катунь, — Калгуты течет на юг. Повернув затем на запад, она быстрым ручейком бежит по ровной межгорной котловине, открывая самый южный путь с Алтая в степи Казахстана. Горные хребты отделяют от Монголии и Китая этот естественный путь древнего и современного населения, но в горах существуют проходы как на юг, в Северный Китай и оазисы Восточного Туркестана, так и на север Алтая, из высокогорных степей в лесные долины. На протяжении десятков километров Калгуты — это неширокий ручей, который легко перейти вброд, а кое-где даже перепрыгнуть, но это только на ровном участке. Ледник оставил здесь, на высоте более 2 тыс. м над ур. м., множество озерков с чистой прозрачной водой — нам пришлось немало попотеть, пересекая этот участок во время пешеходного разведывательного маршрута вдоль Калгуты. А река между тем, обогнув горы

и едва устремившись к северу, впадает в Ак-Алаху ниже урочища Бертек, знаменитого своими курганными полями.

Археологические памятники Бертека — от эпохи бронзы до этнографической современности — исследовал в 1991—1992 гг. наш Западно-Сибирский отряд Северо-Азиатской комплексной экспедиции Института археологии и этнографии СО РАН (начальник экспедиции А. П. Деревянко, начальник отряда В. И. Молодин). За два полевых сезона удалось сделать немало: раскопаны десятки разновременных объектов — курганов, культовых комплексов, поминальных оград; разработана периодизация археологических памятников данного региона от эпохи раннего металла до средневековья. Нередко памятники, которые принадлежат одной и той же археологической культуре, разделены ныне границами современных государств, находясь на территории Китая, России, Казахстана, Монголии.

Следы миграций и культурных связей населения разных историко-культурных регионов — Северной, Центральной и Средней Азии, на стыке которых расположено плато Укок, можно найти в различных археологических источниках, в том числе и таких, как наскальные изображения. Своеобразие петроглифов состоит в том, что, не переме-

щаяся в пространстве, они напрямую отражают этнокультурные контакты их создателей.

К сегодняшнему дню на Укоке открыты петроглифы как на скалах, где они обычно приурочены к древним святилищам, так и на моренных грядках, протянувшихся по обоим берегам р. Ак-Алаха, где рисунки на камнях концентрируются в местах древних и современных стоянок кочевников.

О широких культурных контактах создателей наскальных рисунков можно судить по их сюжетам. Изображения двугорбых верблюдов — бактрианов — на которых восседают всадники или которых ведет на поводу человек, говорят о миграционных движениях на Алтай в раннескифское время (VII—V вв. до н. э.) с юга и запада, через казахские степи, из районов Средней Азии, где эти сюжеты известны с начала II тысячелетия до н. э. Изображения оленей-маралов связывают культуры древнего населения Монголии и Алтая; к специфически центральноазиатским, имеющим истоки в Монголии, относится образ оленя в стиле «оленных камней» — монументальных каменных изваяний, оставленных в степях Евразии в период перехода от эпохи бронзы к раннему железному веку. В первые полевые сезоны на Укоке были исследованы блестящие памятники пазырыкской (VII—III вв. до н. э.) и древнетюркской (VI—VIII вв. н. э.) культур, материалы которых хорошо известны по работам в других районах Горного Алтая. Раскопки на Укоке значительно расширили и географию распространения афанасьевской культуры (конец IV — начало III тысячелетия до н. э.).

Находки нашей экспедицией новых материалов, не известных на других территориях (что всегда особенно волнует археологов), относятся к полевому сезону 1992 г. Ярким в этом отношении пунктом оказалась безымянная гора, расположенная на правом берегу р. Калгуты напротив перевала Улан-Даба, который служит здесь границей с Монголией. Возможно, этой горе суждено стать знаменитой благодаря выбитым на ней наскальным изображениям.

Выбор древними художниками именно этой горы, на южных пологих склонах которой мы и обнаружили удивительные петроглифы, был сделан, очевидно, не случайно. Ледник, оставивший на скале многочисленные шрамы, и ежегодные сходы льда и снега сгладили за тысячелетия и до блеска отполировали каменные плиты, сложенные породами сланца. На юго-восточной оконечности горы плиты полого спускаются к реке длинными языками, а на южной — круто

падают, обрываясь отвесными скалами и образуя живописные навесы.

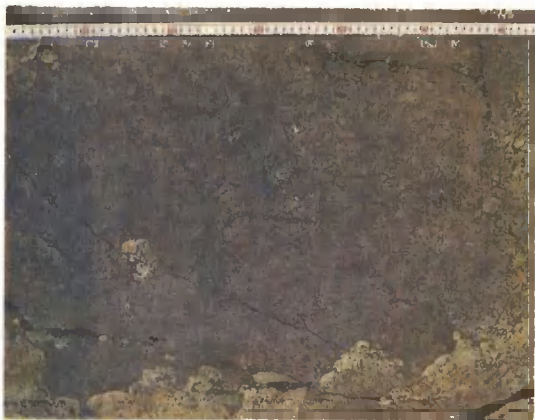
Скальные поверхности имеют различный цвет и степень отполированности, поэтому в разное время суток, в зависимости от угла падения солнечных лучей, эти «панно» загораются каждое по-своему; особенно ярко «горит» красноватая плоскость скалы на рассвете и ранним вечером. Именно в такое время при боковом солнечном освещении и были обнаружены интереснейшие петроглифы, причем на тех участках, где днем мы не смогли заметить ничего.

Степень сохранности выбитых здесь рисунков невелика: нанесенные на гладкую поверхность скалы техникой углубленного контррельефа, эти изображения настолько сильно стерты временем и стихиями, что зачастую от них остались лишь следы выбивки или совсем неглубокие контуры со сглаженными краями. Внутри контуров, отличающихся от заполированной поверхности скалы шероховатостью, сохранились более углубленные точки — следы самых крепких ударов древнего художника. Окончательно определить границы ряда фигур мы смогли лишь по этой шероховатости и едва уловимой затемненности контура, благодаря чему они и выделяются на блестящей гладкой скальной корке.

Некоторые фигуры были обнаружены практически на ощупь, разглядеть их удавалось только лежа на скале, сбоку, а для копирования приходилось выжидать наилучшего освещения солнцем. Особенность калгутинского местонахождения петроглифов состоит в том, что наиболее древние рисунки размещены не на отвесных, а на горизонтальных и наклоненных под острым углом участках скалы, в основном в ее средней части и на вершине. Интересно, что на нескольких небольших участках изображения были нанесены в самые разные эпохи, а в то же время другие прекрасные плоскости были оставлены без внимания. Такое избирательное отношение творцов наскальных рисунков к выбору для них места характерно и для других пунктов на Укоке.

Обнаруженные фигуры животных — лошадей, быков, оленей — мы копировали на тончайший прозрачный полиэтилен: закрепив его на участке скалы с петроглифами, обводили контур тонким фломастером. Все калгутинские изображения животных объединяет характер выбивки, размеры, природный контекст (соотношение с плоскостью), а главное — стиль, манера передачи образа.

Среди рисунков доминируют лоша-



Самое крупное из калгутинских изображение лошади, частично скрытое лишайником.



Самая миниатюрная (30 см в длину) лошадка, первой обнаруженная среди калгутинских петроглифов благодаря наилучшей сохранности контура.

ди — поистине великолепные. Самую крупную из фигур частично скрывал лишайник, а наиболее миниатюрная лошадка, кстати, обнаруженная первой, сохранилась лучше других изображений и была более заметна.

Пропорции фигур лошадей, незамкнутость контуров конечностей, а иногда их недоведенность, как бы нарочитая «незавершенность» изображений, а также слегка отвислый живот — вот те признаки, которые вызывают ассоциации с манерой передачи образа лошади в эпоху верхнего палеолита. Вероятно, на калгутинских скалах запечатлен облик дикой лошади Центральной Азии. Сходные признаки в иконографии лошадей,

представленных в крашенных рисунках Шишкинских скал на Лене, позволили А. П. Окладникову отнести последние к эпохе палеолита¹.

Кроме изображений на Шишкинских писаницах, немногочисленные аналогии воспроизведения образа лошади в подобной манере известны в Монголии (петроглифы Аршан-Хада и Чандмань Хар-узуур, крашенные рисунки пещеры Хойт-Цэнкер-агуй), в Хакасии (святилище «Белая лошадь»), в Гобустане (юго-восточные отроги Кавказских гор)²; возможно также сходство с наскальными изображениями Елангаша в Горном Алтае и Зевакино в пограничном с Алтаем районе Восточного Казахстана³.

Найденные нами изображения быков или бизонов (?) отличает такая деталь, как характерный разрыв контура и та же преднамеренная «незавершенность». Две фигуры этой группы животных воспроизведены без головы. И несмотря на это, создан очень экспрессивный образ, правда, более подходящий, как нам кажется, полумраку пещерного комплекса, а не открытому наскальному святилищу.

Итак, присущая изображениям животных разорванность абриса, нарочитая «незавершенность», но при этом сохраняющаяся целостность образа — без сомнения, своеобразный художественный прием, а не следствие разрушения скальной поверхности вышкой.

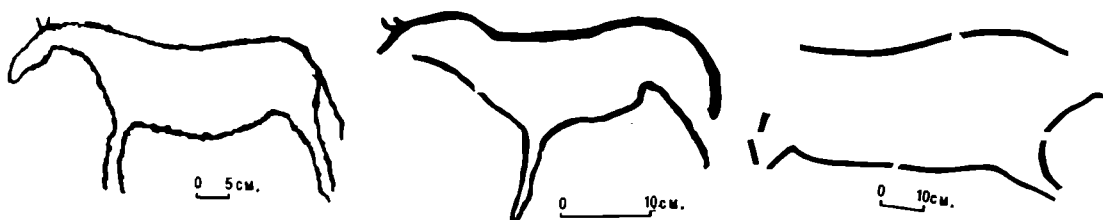
Датируя рисунки быков и лошадей на скалах Гобустана началом или серединой мезолита по материалам культурного слоя, перекрывавшего петроглифы, А. А. Формозов замечает, что особенностью трактовки отдельных углубленных силуэтов можно отыскать параллели в палеолитическом искусстве Европы⁴. Обнаруженные в Гобустане

¹ Окладников А. П. Шишкинские писаницы. Иркутск, 1959. С. 22—41.

² Окладников А. П. Древнейшие петроглифы Аршан-Хада (Монголия, Хинтай) // Пластика и рисунки древних культур. Новосибирск, 1983. С. 27—33; Он же. Центрально-Азиатский очаг первобытного искусства. Новосибирск, 1972. С. 65, табл. 10; Новгородова Э. А. Древняя Монголия. М., 1992. С. 71—74; Ларичев В. Е. «Белая лошадь» — святилище древнекаменного века Хакасии. Препринт. Новосибирск, 1992; Джафар-заде И. М. Гобустан. Наскальные изображения. Баку, 1973. С. 162—164.

³ Окладников А. П. и др. Петроглифы долины реки Елангаш. Новосибирск, 1979. С. 54, табл. 13, 1, 2, 6; табл. 28, 4; Самашев З. С. Наскальные изображения верхнего Прииртышья. Алма-Ата, 1992. С. 153, рис. 168, 21.

⁴ Формозов А. А. Очерки по первобытному искусству. М., 1969. С. 42—47; Он же. Памятники первобытного искусства на территории СССР. М., 1980. С. 51.



Прорисовки изображений двух лошадей и быка (бизона).

фигуры быков и лошадей с отвислым животом, характерным разрывом контура и незавершенностью изображений, выбитые на камнях и нижних участках скал, а затем перекрытые культурным слоем, были датированы по результатам раскопок эпохой раннего мезолита⁵.

Присущая архаичным крупным рисункам быков на скалах Аршан-Хада «своеобразная трактовка фигуры животного, когда, явно, — по мнению А. П. Окладникова, — не изображалась голова», находит аналогии в калгутинских петроглифах и одновременно — в росписях пещеры Хойт-Цэнкер-агуй, датированных Окладниковым эпохой верхнего палеолита. Такую точку зрения разделяет ныне и Э. А. Новгородова. Еще больше сближают образы Аршан-Хада с калгутинскими «дугообразные фрагменты» (очевидно, передающие контуры спины животных), обнаруженные в обоих этих местонахождениях.

Определенное сходство можно усмотреть и с группой петроглифов на горе Чандмань Хур-узуур в Монголии, которые Новгородова относит к эпохе неолита⁶: те же пропорции лошадей, «незавершенность» фигуры быка, у которого недоведен абрис низа живота, и, в определенной мере, принцип размещения рисунков на плоскости.

Среди наиболее древних петроглифов Енисея (рисунки «минусинской традиции»), для которой Я. А. Шер не исключает их верхнепалеолитического возраста, известны изображения лошади со слегка отвислым животом, диких (?) быков, маралов⁷.

В горах Монгольского Алтая на территории Синьцзяна (Китай) известны полихромные рисунки (нанесенные белой, красной и черной красками), возможность отнесения которых к эпохе верхнего палеолита, по мнению китайских археологов, не исключена⁸. В одной из пещер этого же района, пограничного с Укоком, встречены, по-видимому, разновременные изображения, выполненные красной краской⁹.

Таким образом, все известные нам аналогии калгутинским петроглифам уводят в эпоху, определенно предшествующую энеолиту; во всяком случае, отличия от более поздних окуневского, каракольского и сейминско-турбинского стилей очевидны. Все это позволяет отнести петроглифы Калгутинского местонахождения к эпохе мезолита — неолита, не исключая возможности и верхнепалеолитического их возраста, хотя авторы прекрасно понимают, что обосновать последнюю гипотезу непросто.

Самым веским аргументом в пользу этой датировки для нас является близость данной группы петроглифов наиболее архаичным (выбитым и крашеным) рисункам Северной Азии, а также степень сохранности калгутинских петроглифов (многие фигуры практически утратили рельефность, сохранив лишь едва различимые следы выбивки).

Наскальные изображения Южного Алтая, в сущности говоря, еще предстоит настоящему открыть. Археологи знают, что ничто так не стимулирует развитие нашей науки, как постоянный поиск новых памятников. Наиболее перспективным в плане отыскания новых наскальных рисунков представляются скалы по берегам рек, долины которых служили проходами с Алтая на юг, в пределы Китая и Монголии.

Исследования на Укоке авторы намереваются продолжить.

⁵ Рустамов Д. Н. Наскальные изображения Гобустана // Проблемы изучения наскальных изображений в СССР. М., 1980. С. 102. Рис. 2.

⁶ Новгородова Э. А. Древняя Монголия. М., 1992. С. 71—74.

⁷ Шер Я. А. Петроглифы Средней и Центральной Азии. М., 1980. С. 161, рис. 88, 89; с. 190, рис. 104; с. 185—194.

⁸ Cytin Zhao-fu. Decouverte le l'art prehistorique en Chine. Milan, 1988. P. 86—87, f. 97.

⁹ Zhao Yang Feng. Aertai Mountain Rock Paintings of China. Xi'an, 1987. P. 63—71.

Переработка твердых бытовых отходов

Э. Б. Крезьман



Эрнест Борисович Крезьман, главный специалист Государственного проектного института коммунального строительства. Научные интересы связаны с проблемами утилизации бытовых отходов. Лауреат премии Совета Министров СССР 1987 г. (премия была присуждена за участие в создании первого отечественного завода по переработке твердых бытовых отходов в Ленинграде).

ЕЖЕГОДНО в России накапливается свыше 130 млн. т твердых бытовых отходов, т. е. на каждого жителя приходится примерно 1 м³, или 200—250 кг в год. Удаление и обезвреживание таких отходов — важнейший фактор санитарного благополучия любого города, улучшения условий жизни людей и общественной гигиены. Этот вопрос составной частью входит в глобальную проблему охраны окружающей среды.

Не менее важна экономия природного сырья и материалов за счет повторного использования отходов. Теоретически около 90 % отходов можно вовлечь во вторичный хозяйственный оборот.

В твердых бытовых отходах много органики (свыше 50 %), в том числе пищевых отходов, которые легко разлагаются, образуя столь необходимые растениям гумусовые соединения. В бытовом мусоре есть и азот, и фосфор, и калий — неразумно терять все это, тем более что плодородной почвы и так постоянно уменьшается.

К сожалению, в огромном большинстве населенных пунктов проблема бытовых отходов решается по старинке: их просто свозят на свалки. При этом каждая свалка съедает от 6 до 50 га земельных угодий. С ростом населения и соответствующим ростом отходов свалки отодвигаются от городов все дальше и дальше — нередко мусор приходится возить за 50, а то и 100 км, что при очень высоких ценах на горючее и запчасти связано с большими затратами.

Кроме того, свалка, хотя ее и стали именовать полигоном, все равно остается антисанитарным объектом, рассадником всяческих инфекций. Несмотря на меры предосторожности, свалки часто горят, и в результате загрязняются не только подземные воды, но и атмосфера.

К настоящему времени в мире определились два основных пути борьбы с нарастающей массой твердых бытовых отходов: сжигание и переработка.

СЖИГАНИЕ ОТХОДОВ

Данный метод широко распространен в самых разных странах, и это понятно: при сжигании резко сокращается объем отходов, происходит их обеззараживание, удается получить дополнительное тепло. Вместе с тем практика показала и серьезные отрицательные стороны сжигания отходов. Прежде всего это вредные выбросы в атмосферу.

При сжигании полимерных материалов и пластмасс выделяются токсичные вещества, в том числе тяжелые металлы и диоксин — соединение столь ядовитое, что его ПДК для взрослого человека не должно превышать $1 \cdot 10^{-9}$ мг на килограмм веса (это примерно вес бактерии).

В состав дымовых газов входят также хлористый и фтористый водород и тяжелые металлы. Кроме того, в золе и шлаках, образующихся при сжигании твердых бытовых отходов, обнаружены высокие концентрации токсичных металлов и даже радиоактивных элементов. Источники этих загрязнений — батарейки, аккумуляторы, люминесцентные лампы и краски, часто попадающие в мусоре.

Содержащиеся в дымовых газах свинец, цинк, кадмий, ртуть находятся в водорастворимой форме. Они представляют экологическую опасность, так как, смываясь дождем, попадают в грунтовые воды, с которыми поступают затем в горизонты с питьевой водой.

Дымовые газы, образующиеся при сжигании твердых бытовых отходов, можно, конечно, попытаться очистить. Однако все способы очистки отходящих газов дороги, технологически сложны, требуют применения антикоррозионных материалов. Впрочем, и эти системы не гарантируют полной очистки отходящих газов: они не улавливают диоксин и ртуть.

Наряду с большим количеством вредных выбросов в атмосферу мусоросжигательные заводы имеют и другие недостатки. Во-первых, в построенных в России и других странах СНГ заводах на импортном оборудовании всего одна ступень очистки, хотя их требуется как минимум две. Во-вторых, при сжигании отходов остается шлак — примерно 30 % массы отходов. Проблема его использования в промышленном масштабе не решена (задача осложняется еще и тем, что в составе шлака много солей тяжелых металлов). В-третьих, из-за неоднородности мусора получаемое при его сжигании тепло не имеет стабильных параметров, и в результате возникают трудности с его реализацией.

Таблица 1

Соотношение концентраций металлов в твердых бытовых отходах и дымовых газах, образующихся при сжигании

Металлы	Содержание в ТБО, г/т	Содержание в дымовых газах (% от содержания в ТБО)
Ртуть	2—4	95
Кадмий	1—10	75—90
Мышьяк	0,2—4	75
Цинк	1000—2000	27—40
Свинец	400—1200	30—35
Никель	15—85	10
Медь	400—600	10
Хром	50—250	10

Остается добавить, что оборудование для сжигания твердых бытовых отходов отличается довольно высокой сложностью и дорогостоящей. Заводы с импортным оборудованием, закупленные Москвой и другими городами СНГ, всегда были на большой дотации. В первые же годы их эксплуатации возникла проблема запчастей, некоторые заводы остановились.

В 60-е годы для Москвы был приобретен во Франции завод по комплексной переработке и сжиганию твердых бытовых отходов. В связи с не очень удачной технологией компост на нем получился плохого качества, тепло оказалось нестабильным. В 1975 г. был закуплен второй, чисто сжигательный завод производства ФРГ и Франции. Дотация на его эксплуатацию составляла в то время 1 млн. руб. в год. Тепло шло в воздух. И наконец, в 1983 г. Москва закупила (у Дании) третий завод по сжиганию твердых бытовых отходов стоимостью 22,5 млн. руб. (Все это, естественно, оплачивалось в валюте).

В настоящее время первый завод закрыт, второй — на реконструкции, третий — влачит жалкое существование. Москомприрода не раз выступала за закрытие этих мусоросжигательных монстров, а Госкомприрода рекомендовала вообще не покупать больше такие заводы за рубежом, что, правда, не изменило политику московских властей.

Плохо работают также мусоросжигательные заводы во Владимире (кстати, это единственный завод на отечественном оборудовании), Владивостоке, Пятигорске. Лучше обстоят дела в Мурманске, что определяется более высоким уровнем технической культуры здешних эксплуатационников.



В корпусе биотермического компостирования Санкт-Петербургского завода по переработке твердых бытовых отходов. Этот завод функционирует с 1971 г.

В Ростове-на-Дону по требованию общестественности демонтируется мусоросжигательный завод, строительство которого почти завершено. Нашему институту заказан проект завода по переработке мусора для этого города.

Советник президента России по экологии А. В. Яблоков считает, что от заводов по сжиганию мусора больше вреда, чем пользы. Это его мнение прозвучало по телевидению в связи с открытием выставки «Экология-93».

В завершение этого раздела следует отметить, что существуют и другие методы термической переработки твердых бытовых отходов, такие, например, как сжигание в печах со шлаковым расплавом (1500°C) или в печах с плазмотронами (4000°C). Работы в этом направлении ведутся уже давно, близится испытание опытных установок. Правда, есть опасение, что новые методы окажутся непомерно дорогими.

ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ

Вторым важнейшим направлением в утилизации твердых бытовых отходов, получившим распространение во всем мире,

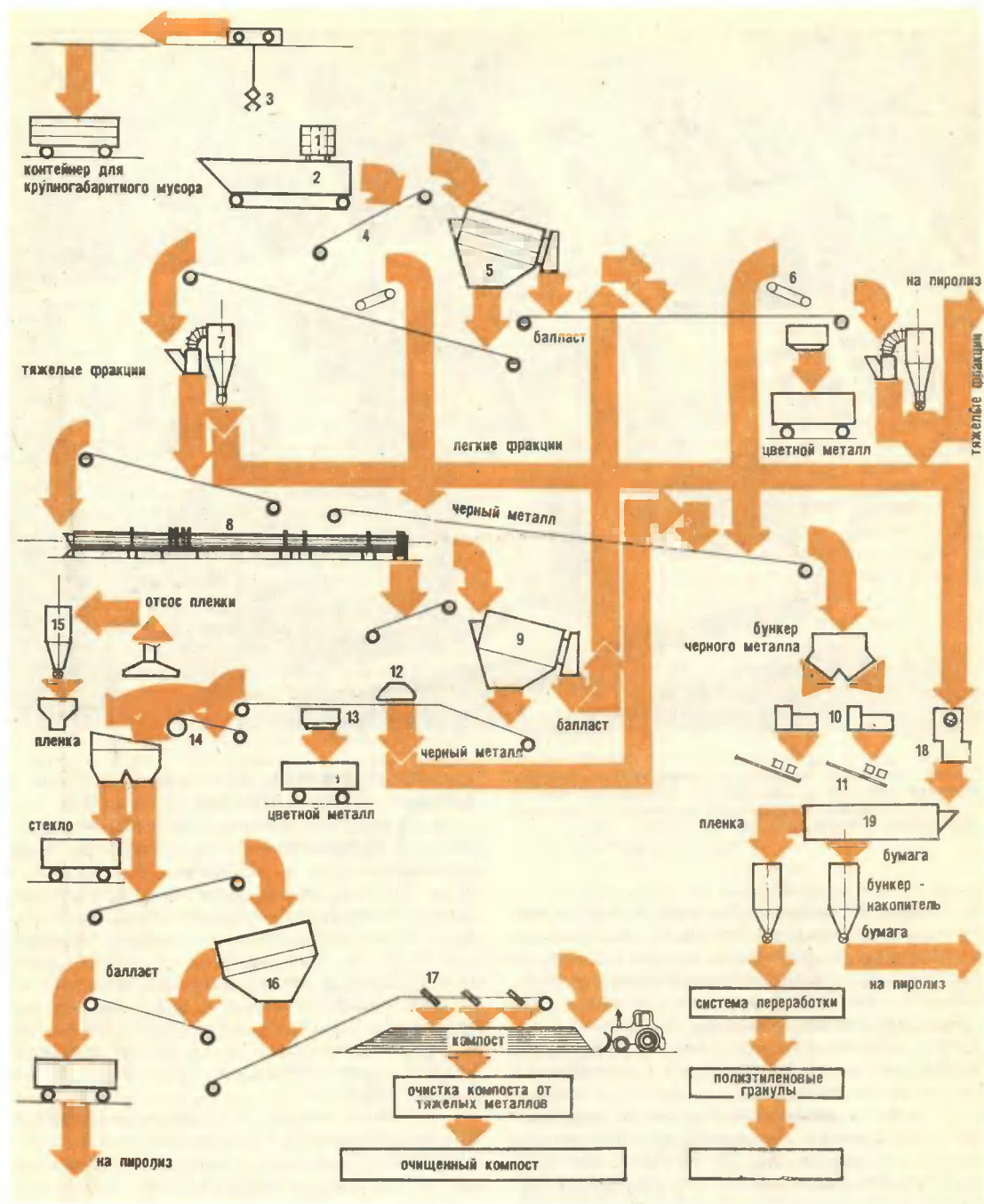
является их переработка в полезные продукты с извлечением годного к использованию вторичного сырья. Это направление вот уже скоро 30 лет разрабатывается Государственным проектным институтом коммунального строительства (Гипрокоммунстрой).

Согласно основной концепции института, на заводы поступает бытовой мусор, а с завода вывозятся только полезные продукты (компост, пирокарбон) и вторичное сырье (пленка, бумага, черные и цветные металлы). Институт владеет практически безотходной технологией переработки такого рода отходов на базе отечественного оборудования.

По его проектам построены и эксплуатируются семь заводов: в Санкт-Петербурге, Минске, Алма-Ате, Ташкенте, Нижнем Новгороде, Тбилиси и Баку. Все их можно считать заводами первого поколения. Кроме того, в 1993 г. будет пущен еще один завод в Санкт-Петербурге, строится завод в Тольятти.

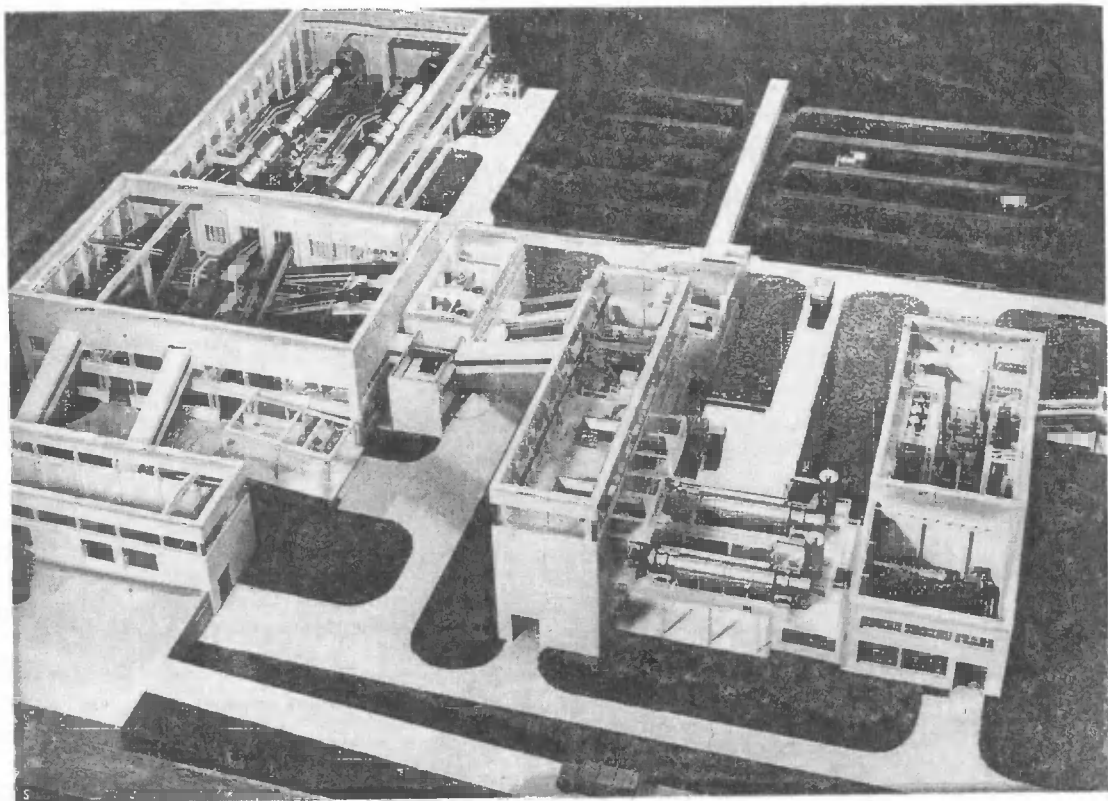
На имеющихся заводах далеко не все получилось сразу. Было немало переделок, менялись конструкции машин, однако совместно с эксплуатационниками удалось отработать стабильную технологию обезвреживания и компостирования отходов, выделения из отходов черного металлолома.

Более чем 20-летний опыт эксплуата



Технологическая схема переработки твердых бытовых отходов. 1 — мусоровоз, 2 — приемный бункер, 3 — автоматический захват, 4 — ленточный конвейер, 5 — грохот для первичной сортировки, 6 — конвейерный отделитель железа, 7 — аэросепаратор, 8 — биоабрабан, 9 — грохот вторичной сортировки, 10 — пресс для пакетирования, 11 — роульганг, 12 — сепаратор

черного металла, 13 — сепаратор цветных металлов, 14 — сепаратор для отделения стекла и других твердых фракций, 15 — циклон, 16 — грохот инерционный, 17 — сбрасыватель плужковый, 18 — дробилка, 19 — сито второе.



Макет завода по безотходной переработке твердых бытовых отходов с пиролизной установкой. Строительство подобных предприятий намечено в ряде городов России в ближайшие годы.

ции заводов доказал полезность использования получаемого компоста в качестве биотоплива в теплицах и органического удобрения. Компост повышает урожайность овощей, позволяет сократить сроки их созревания. На лучших заводах, где удается получать чистый компост, без примесей тяжелых металлов, осложнений с его сбытом по существу не бывает.

Изучив зарубежный опыт и опираясь на исследования Академии коммунального хозяйства им. К. Д. Памфилова, институт выбрал как основной метод компостирования в биотермических барабанах. Этот способ получения компоста из твердых бытовых отходов полностью оправдал себя на практике.

В ходе отработки технологии перед нами возникла еще одна проблема. Поначалу было непонятно, что делать с кожей, резиной, деревом, а также с пластмассой

и неорганическими фракциями, которых в твердых бытовых отходах около 30 %.

С участием санкт-петербургских институтов ВНИИнефтехим и Ленгипрохим была спроектирована и построена на первом в этом городе заводе установка по пиролизу (термическому разложению без доступа воздуха) некомпостируемых отходов. Продукт пиролиза — пирокарбон — может быть использован в металлургии взамен графита или при производстве асфальта как наполнитель битумных материалов. Выделяющийся при пиролизе газ, в состав которого входят углеводороды, используется тут же в виде топлива.

Сейчас институт проектирует заводы второго поколения с более совершенной технологией. На них при помощи специальных сепараторов из отходов выделяется все, что может найти сбыт как вторичное сырье: пленка, бумага, черные и цветные металлы. Выход компоста в этом случае снижается, но качество его становится намного выше, поскольку удается решить главную задачу — уменьшить содержание тяжелых металлов, которых из-за низкой культуры сбора отходов в мусоре немало.

Таблица 2

Результаты очистки компоста от тяжелых металлов

Металл	ПДК, мг/кг	Содержание (мг/кг) металла в компосте	
		до очистки	после очистки
Цинк	23	1400	17,5
Свинец	32	350	25
Медь	3	700	19
Никель	4	250	5,5
Кадмий	5	4	0,5
Хром	6	10	1,5
Ртуть	2,1	0,5	0,01

В этих работах Гипрокоммунстрой участвуют химики фирмы «Экотех», создавшие установку по очистке компоста от примесей тяжелых металлов. Первые опыты дали очень хорошие результаты: содержание цинка уменьшилось в 80 раз, свинца — в 14, кадмия — в 8, меди — в 35 и т. д. Начиная с 1992 г. эта установка закладывается в проекты всех новых заводов. Сейчас готовятся рабочие чертежи промышленной установки.

Спроектирована также пиролизная установка второго поколения. Она проще, совершеннее первой. Отходящие газы проходят котел-утилизатор с дальнейшей передачей пара в турбогенератор. В результате получается электроэнергия, которая, как и тепло, идет на собственные нужды завода.

Технология института запатентована. Ею заинтересовались такие страны как Канада, Индия, Испания, Аргентина. Вообще, из-за резкого роста экологических требований в последнее время в мире наметился крен в сторону переработки твердых бытовых отходов с предварительной их сортировкой. Строительство сжигательных заводов при этом сокращается.

Гипрокоммунстрой сотрудничает с итальянской фирмой TPL, с которой ведет совместное проектирование завода в Красноярске, а также с германской фирмой «Хёльтер» (завод в Уфе). У этих фирм заимствуются технологические агрегаты, не выпускаемые в СНГ.

Технологическая схема по переработке твердых бытовых отходов обогащается и отечественными разработками. Так, по одной из новых технологий (фирма «Лион») из уловленной пленки с добавками древесных отходов будут изготавливать плитки типа ДСП. Разработана также технология получения топливных гранул из легких горючих фракций твердых бытовых отходов (совместно с Академией коммунального хозяйства).

Минимальная производительность завода по переработке отходов, рассчитанного на 100 тыс. жителей — 15—20 тыс. т/год, максимальная — не ограничена. Для завода средней производительности (на 300—500 тыс. жителей) необходим участок площадью 8—10 га. Согласно строительным нормам и правилам, перерабатывающий завод может находиться совсем недалеко от жилья, всего в 500 м.

Лучшие заводы, например завод № 1 в Санкт-Петербурге, перерабатывающий 1 млн. м³ бытовых отходов ежегодно, дает прибыль. Хотя нам представляется, что такого рода предприятия могли бы быть и на дотации: ведь их основное назначение — санитарная очистка города, а не получение какой-либо продукции.

КАК РАБОТАЕТ ЗАВОД ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ОТХОДОВ

Мусоровозы разгружаются в бункера приемного корпуса с широкими пластинчатыми питателями. Здесь крупногабаритные предметы извлекаются специальным автоматическим захватом, подвешенным к кранбалке.

Далее мусор поступает в сортировочный корпус, где установлены цилиндрические грохоты с ситами: крупным — для первичной сортировки отходов и мелким — для контрольного просева компоста. Выделенный на грохотах балласт уходит на пиролиз. При этом из всех потоков электромагнитные сепараторы «выбирают» черные и цветные металлы. На крутонаклонном конвейере компост дополнительно освобождается от мелких батареек. Аэросепараторами выделяются легкие фракции — пленка, бумага. Затем компост проходит баллистические сепараторы, где отделяются стекло, камни, кости. На следующем этапе из компоста отсасываются остатки пленки и происходит

Таблица 3

Состав выбросов в атмосферу завода по переработке твердых бытовых отходов с пиролизной установкой

Компоненты	ПДК, мг/м ³	Максимальная концентрация, мг/м ³	C _{макс} /ПДК, %
СО	5	0,59	11,8
Твердые частицы	0,3	0,013	4,3
SO ₂	0,5	0,019	3,8
Оксиды азота (в пересчете на NO ₂)	0,085	0,019	22,3

окончательный его просев на грохоте с очень тонким ситом.

После этого компост попадает в **главный корпус**, где в огромных (диаметр 4 м, длина 36 или 60 м) вращающихся барабанах осуществляется собственно компостирование. Сквозь слой отходов, находящихся в барабане, круглосуточно продувается воздух, и в этих условиях активизируется жизнедеятельность аэробных микроорганизмов, которые разлагают органику. Масса отходов разогревается до температуры 60 °С, что способствует гибели патогенных бактерий. За двое суток отходы полностью обезвреживаются. Такие биобарабаны безупречны в санитарном отношении, так как рабочий не имеет непосредственных контактов с мусором.

Далее компост складывается и с площадок хранения направляется в **корпус очистки от тяжелых металлов**. Здесь материал последовательно проходит колонны сорбции, десорбции и отмывки. За сутки компостная смесь шесть раз перекачивается из одного агрегата в другой. Очищенный компост сушится, гранулируется, сыпается в мешки. Параллельно с этим концентрат тяжелых металлов также обезвреживается, гранулируется и расфасовывается.

Некомпостируемые фракции проходят

через дробилку и попадают в бункер-накопитель **пиролизной установки**. Сюда же могут доставляться близкие по составу промышленные отходы разных предприятий (резино-технические и др.). Из бункера материал подается во вращающуюся печь пиролиза, имеющую рубашку внешнего подогрева и топку. Без доступа воздуха здесь происходит термическое разложение при температуре 550 °С. Материал находится в печи три часа, и за это время образуются два продукта: углеродистый твердый остаток — пирокарбон — и пиролизный газ, используемый в качестве топлива.

Производительность пиролизной линии с одной печью — 10 тыс. т/год, выход пирокарбона — 2,5 тыс. т/год. По выбросам в атмосферу установка никоим образом не превышает ПДК: содержание оксида углерода в отходящих газах пиролиза составляет 0,59 мг/м³ (ПДК — 5), диоксида серы — 0,019 (ПДК — 0,5), а диоксида азота — 0,019 (ПДК — 0,085).

Если компост используется как биотопливо, нет нужды складывать его в штабеля для дозревания. В этом случае, а также при использовании компоста в зеленом строительстве города он может не проходить через линию очистки от тяжелых металлов.

Завод высокомеханизирован и автоматизирован, все процессы контролируются собственной химической лабораторией. Имеется система промышленного телевидения, центральный пункт управления. Разработана также схема совместного компостирования твердых бытовых отходов и осадка из сточных вод.

В заключение можно добавить, что портфель заказов у института не скудеет. Только за последнее время спроектированы заводы сразу для нескольких городов (Набережные Челны, Барнаул, Кемерово, Ростов-на-Дону, Сергиев Посад и др.). Нередки случаи, когда город, имея один завод, заказывает проект следующего... И только московские власти по-прежнему упорствуют, продолжая тратить валюту на приобретение мусоросжигательных заводов за рубежом.

Япония открывает двери иностранным исследователям*

ДЕСЯТЬ лет назад иностранные ученые в японских лабораториях были большой редкостью. Теперь во многих из них специалистов-неяпонцев даже несколько. Однако информация о вакансиях для иностранцев в государственных и частных научно-исследовательских учреждениях Японии до сих пор почти недоступна.

Большинство японцев не знакомы с рекламными предложениями международных научных журналов, а многие не решаются пользоваться такой информацией. Японцы полагают, что иностранные ученые узнают о возможностях работы в научных учреждениях этой страны либо от посольских чиновников в Токио, либо в иностранных организациях за пределами Японии, либо посредством личных контактов с японскими учеными (впрочем, и они обычно плохо информированы).

Появилось несколько публикаций на английском языке с описанием исследовательских лабораторий Японии. Например, в 1990 г. Корпорация исследований и развития Японии (Research Development Corporation Japan — JRDC) выпустила справочник «Национальные лаборатории и государственные исследовательские корпорации», а Агентство промышленных наук и технологии (Agency of Industrial Science and Technology — AIST) — книгу «Современная научная жизнь в Японии». Но, к сожалению, ничего не было сделано для рекламы этих изданий.

В 1990 г. Группа содействия науке и технологии (Science and Technology Action Group — STAG) при Британской торговой палате в Японии (British Chamber of Commerce in Japan — BCCJ) издала своеобразный путеводитель для иностранных ученых (Gaijin Scientist), в котором боль-

шая группа британских специалистов обсуждает условия работы в Японии. Но книга до сих пор практически недоступна.

В 1988 г. Японское агентство по науке и технологии (Japan's Science and Technology Agency — STA) начало предлагать так называемые постдокторские стипендии иностранцам с ученой степенью с целью привлечь их в национальные лаборатории (за исключением университетских), государственные корпорации и малоодоходные исследовательские организации. Японское общество содействия науке (Japan Society for Promotion in Science — JSPS) при Министерстве образования, науки и культуры (Ministry of Education, Science and Culture — MESCS) также увеличила количество стипендий для исследователей из других стран; ранее они предназначались только для ученых из Великобритании, Франции и Германии.

После надлежащей рекламы постдокторских стипендий, предоставляемых иностранным специалистам в Японии STA и JSPS, число претендентов на них в два-три раза превысило количество вакансий.

STA теперь получает заявления от претендентов на стипендии из более чем 40 стран, включая государства Восточной Европы, СНГ, Африки и Индию. JSPS также увеличило число стран, специалисты из которых могут получить такую стипендию, но пока в него не входят азиатские и африканские государства. Впрочем, ученые из этих стран могут воспользоваться другими программами обмена специалистами JSPS (в 1991 г. общество пригласило более 1600 иностранцев именно по таким проектам).

STA и JSPS предоставляют сейчас около 400 годовых постдокторских стипендий (ежемесячная безналоговая зарплата 270 тыс. иен. или 2450 долл. США, оплата квартиры, бесплатные уроки японского языка, исследовательские фонды).

Специалисты из развитых стран Запада сегодня могут получить стипендию, обратившись в организации, подобные Национальному научному фонду США или Британское королевское общество, либо заполнив анкету, предлагаемую приглашающим японским ученым или институтом. В целом Япония сегодня имеет более 500 таких стипендий, в это число входит несколько вакансий, предоставляемых фармакологической или другими фирмами и организациями (табл. 1).

Самое большое число постдокторских стипендиатов-иностранцев в Институте Физических и химических исследований (Institute of Physical and Chemical Research — RIKEN), в котором занимаются также проблемами биологии.

Около 50 национальных исследовательских лабораторий в научном городке Цукуба (Tsukuba) на северо-востоке Токио также привлекают иностранных стипендиатов. Государственная лаборатория физики высоких энергий (National Laboratory of High Energy Physics) (при MESCS и поэтому открытая для соискателей JSPS) проводит исследования мирового уровня на своем электронно-позитронном коллайдере TRISTAN, а Синхротрон-фотонная лаборатория высоких энергий привлекает физиков, специалистов по электронике, биологов.

Электротехническая лаборатория (Electrotechnical Laboratory — ETL) при Министерстве международной торговли и промышленности (Ministry of International Trade and Industry) также привлекает стипендиатов. Министерство торговли недавно реорганизовало еще четыре своих института, близкие по проблематике ETL. Значительный интерес для иностранных исследователей представляет новый Национальный институт междисциплинарных исследований (National Institute for Advanced Interdisciplinary Research), который

* Сокращенный перевод статьи: Swinbanks D. Japan opens up to foreign researchers // Nature. 1993. V. 362. P. 867—870.

Таблица 1

Постдокторские стипендии, предоставляемые научными организациями Японии

Организация	Место работы	Продолжительность контракта (годы)	Количество мест	Звание, возраст	Адрес
Agency of Industrial Science and Technology (AIST) Ministry of International Trade and Industry	AIST Институты	0.5–1	20	Кандидат наук, до 35 лет, имеющий постоянную работу в своей стране	International R&D Cooperation Division, AIST 1–3–1 Kasumigaseki Chioda-ku, Tokyo
Science and Technology Agency (STA)	Все государственные институты и исследовательские организации (кроме университетов и их исследовательских институтов)	1–2	210	Кандидат наук, желательно до 35 лет	Research Development Corporation of Japan, 2–5–2 Nagato-cho, Chiyoda-ku, Tokyo
Japan Society for Promotion of Science	Университеты и их исследовательские институты	1–2	205	Кандидат наук, от 25 до 38 лет	Exchange of Persons Division JSPS, Yamato Bldg, 5–3–1 Kojimachi, Chiyoda-ku, Tokyo
Foundation for Promotion of Cancer Research	Институты или госпитали Министерства здоровья и благосостояния	1–2	30–40	Исследователь в области онкологии	Foundation for Promotion of Cancer Research, 5–1–1 Tsukiji, Chuo-ku, Tokyo
Human Science (HFSP)	Исследовательские институты	1–5	150*	Специалист в области мозга и биологических функций	International HFSP Organization Tour Europe, 20 Place des Halles, 67080 Strasbourg Cedex, France
Matsumae International Foundation	Университеты, институты и частные компании	0.5	20	Кандидат наук, желательно до 40 лет, без опыта работы в Японии	Matsumae International Foundation, Shinjuku Tokai Bldg, Shinjuku-ku, Tokyo 160

* Не все 150 стипендий предполагают работу в Японии.

намеревается пригласить и иностранцев. Институт станет центром координации нескольких национальных проектов по микротехнологии.

В университетских центрах (national institutes for joint university use), основанных в 70-х годах при MESF, сосредоточены лучшие исследовательские силы Японии. Среди них выделяется Институт космоса и астрономии (Institute of Space and Astronautical Sciences) в Сагамихаре (Sagamihara), около Токио, всемирно известный исследованиями в области рентгеновской астрономии, и Государственная астрономическая обсерватория Нобейма (Nobeyama Observatory), располагающая одним из наиболее мощных радиотелескопов в мире.

Работают иностранные

специалисты еще в трех институтах (биологии, молекулярной биологии и физиологии) в Окаэки (Okazaki), около Нагоя, также обладающих солидной репутацией в мире.

Институт исследований океана при Токийском университете (Ocean Research Institute of Tokyo University) и Японский центр морских исследований и технологий (Japan Marine Science and Technology Center) обладают первоклассными исследовательскими судами и подводными аппаратами для морских исследований. Имеется несколько прекрасных оснащенных центров, в которых занимаются проблемами вулканологии и сейсмологии.

В последние годы было открыто несколько полустационарных институтов, широко рекламирующих свои возможности. Это

Институт генной инженерии в Осаке (Protein Engineering Research Institute), соседствующий с Осацким институтом биологической науки (Osaka Bioscience Institute), Международный институт телекоммуникаций (Advanced Telecommunications Research Institute International), расположенный также около Осаки, и Международный центр сверхпроводимости (International Superconductivity Center) в Токио. Этим летом открывается Институт инновационной технологии для исследования Земли (Research Institute of Innovative Technology for the Earth) в живописных окрестностях научного городка Кансай (Kansai), между Осакой, Нарой и Киото. Здесь уже начался набор иностранных ученых.

Что касается японских го-

Таблица 2

Программа привлечения иностранных ученых крупными компаниями

Компания	Название программы	Статус соискателя	Адрес
"Hitachi"	HIVIPS Visiting Researcher Program	1-й уровень — профессор, 2-й уровень — кандидат наук	R&D Administration Office, Hitachi Central Research Laboratory, PO Box 2 Kokubunji, Tokyo
NEC	Visiting Researcher	Кандидат наук	Human Resources Development Division, International Personnel Relations, NEC Corp., 5-7-1, Shiba, Minato-ku, Tokyo
"Sony"	Global Researcher and Engineer Program	Аспирант	General Manager Human Resources, Sony Europa GmbH, Hugo-Eckener-Strasse 20, D - 5000 Cologne, Germany

сударственных университетов, то их финансовое положение не позволяет им приглашать иностранцев. К тому же царящие здесь традиции обычно угнетающе действуют на молодых иностранных ученых. Но и в рамках университетов учреждаются международные гранты — 12 крупных премий в июле представит MESSE.

Возможности получения постоянной работы в японских университетах и государственных лабораториях до сих пор ограничены. В 98 национальных университетах, научных и инженерных организациях работают примерно 200 иностранцев, 85 % которых имеют временные должности сроком на один — пять лет. Недавно японские и иностранные ученые департамента физики Токийского университета, проанализировав ситуацию, рекомендовали властям предоставить рекламу всех факультетов на международный рынок труда без требования знания японского языка для претендентов.

Проще получить долгосрочную работу без знания японского в государственных институтах. Правда, претенденты на постдокторские стипендии, желающие перейти на постоянную работу, должны заранее уведомить тех, кто их приглашает, перед приездом в Японию.

Значительно легче получить долгосрочную должность в японских частных компаниях. В 1988—1991 гг. число иностранных исследователей в них более чем утроилось, достигнув 750. В некоторых крупных кор-

порациях сегодня работают более 100 иностранцев. В настоящее время в условиях экономического спада наметилась тенденция к сокращению таких рабочих мест. Но к концу века из-за уменьшения количества студентов в стране, отказа от научной карьеры число иностранных исследователей в японских компаниях, по их собственным расчетам, вновь возрастет.

В 1991 г. STA провело исследование, которое показало, что 50 % компаний собираются увеличить число рабочих мест для иностранцев более чем на 1 %, а 6 % компаний — до 10 %. Такие крупнейшие производители электроники, как «Sony», NEC, «Toshiba», «Hitachi», имеют солидные программы привлечения иностранных ученых («Toshiba» только для британцев) (табл. 2). «Sony» ведет наиболее прогрессивную политику в отношении набора иностранцев и даже пригласила британских специалистов помочь отобрать лучших ученых — только четверо из 200 претендентов получили места. Эта компания намеревается увеличить число иностранцев до 10 %.

В конце 80-х годов множество японских компаний щедро потратились на фундаментальные исследования во вновь созданных лабораториях. Так, в лаборатории фундаментальных исследований компании NEC в научном городке Цукуба работают 12 иностранцев (штат — 300 чел.). Здесь занимаются проблемами S_{60} , фуллеренов и трубчатых структур атомного масштаба.

Иностранные постдоктор-

ские стипендиаты получают в компаниях 4—9 млн. иен (36—91 тыс. долл. США) в год. Большинство компаний оплачивает квартирные расходы иностранцев. Контракт обычно заключается на год, некоторые компании принимают на постоянную работу, например, из 107 иностранных исследователей и инженеров компании NEC восемь имеют долгосрочный контракт. «Sony» «поощряет» иностранцев постоянной работой после трех годовых контрактов.

Японские компании приглашают исследователей из разных государств. Около половины иностранцев в компании NEC — из западных стран, а в компании «Toshiba» работают в основном «выходцы» из стран Азии. Японские компании широко не рекламируют имеющиеся возможности, полагаясь больше на личные контакты. Но многие иностранные исследователи получили работу письменно обратившись непосредственно в компании.

Некоторые компании имеют хорошо разработанную систему приема иностранцев. Так, компания «Sony» заранее предлагает уроки японского, литературу и видеоматериалы на английском языке, помогающие устроиться новичкам.

Именно такие компании с большим числом иностранцев в штате и следует выбирать для работы тем, кто намеревается поехать в Японию.

Материал подготовила
М. Ю. Зубрева

Новый подход к экологической эмбриологии

Н. Д. Озернюк,

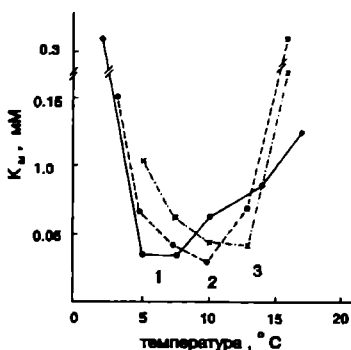
доктор биологических наук

Институт биологии развития им. Н. К. Кольцова РАН Москва

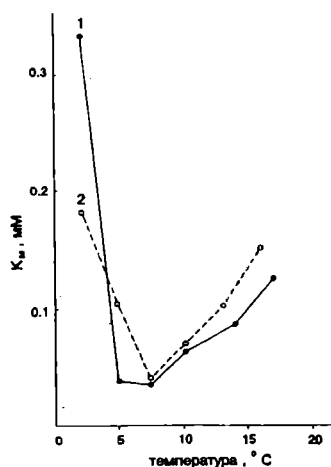
ТЕМПЫ индивидуального развития организма — онтогенеза, а часто и его характер зависят от множества экологических факторов: температуры, содержания кислорода, освещенности, солености воды, влажности, радиационного фона, химического состава среды, в которой протекает развитие, и др. Изучением влияния этих факторов занимается экологическая эмбриология — сравнительно молодое направление в биологии.

В настоящее время большое внимание уделяется анализу молекулярных механизмов, обеспечивающих действие экологических факторов на процессы эмбриогенеза. Наибольшее число исследований посвящено воздействию температуры на зародышевое развитие. Температура среды сказывается на скорости процессов развития, влияет на экспрессию генов (например, вызывает синтез белков теплового шока или появление новых изоферментов), на функциональные и структурные свойства белков, соотношение скоростей синтеза и деградации белков в клетке, агрегатное состояние липидного бислоя мембран и др.

В лаборатории биофизики нашего института исследуется температурное воздействие на функциональные и структурные особенности ферментов во время раннего онтогенеза. В качестве модели мы выбрали фермент углеводного обмена — лактатдегидрогеназу, работающую в зависимости от условий в двух противоположных направлениях: в реакциях гликолиза она катализирует превращение



Температурная зависимость сродства (K_m) пирувата к лактатдегидрогеназе радужной форели на разных стадиях ее развития: ранней гастролы (1), перед вылуплением личинок (2) и после их перехода на внешнее питание (3).



Температурная зависимость сродства (K_m) пирувата к лактатдегидрогеназе зародышей радужной форели, которые развивались при постоянной температуре (5°C). 1 — начало гастролляции, 2 — стадия перед вылуплением личинок.

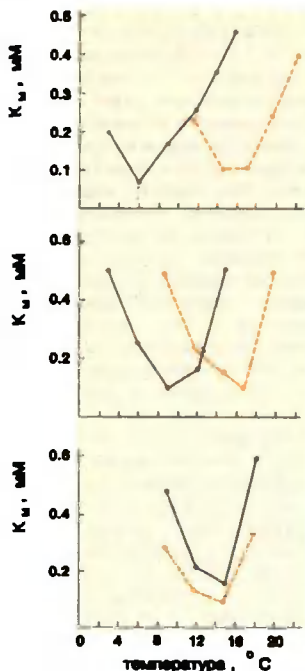
пирувата в лактат, а при глюконеогенезе — обратную реакцию — лактата в пируват.

Универсальной функциональной характеристикой ферментов служит константа Михаэлиса (K_m), отражающая степень сродства фермента к субстрату. При максимальном сродстве K_m минимальна; это означает, что пространственная структура активного центра фермента в наибольшей степени «подогнана» к структуре субстрата. Величина K_m зависит от ряда условий, в том числе и от температуры среды. При оптимальной температуре фермент-субстратное сродство максимально, т. е. ферментативный катализ наиболее эффективен.

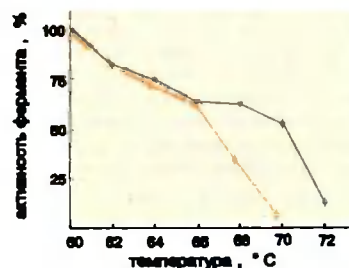
Измеряя величину K_m для пирувата у лактатдегидрогеназы радужной форели, мы обнаружили, что оптимальная температура, соответствующая максимальному сродству фермента к субстрату, на разных этапах развития меняется¹: на стадии ранней гастроллы она минимальна при 5—7°C, в конце эмбриогенеза — при 10°C, а на более поздних этапах онтогенеза — при 12—13°C.

Радужная форель, как и большинство других лососевых рыб, развивается в природе при меняющихся температурах среды: начало эмбриогенеза протекает при низких температурах воды, а более поздние стадии — при повышенных. Следовательно, в ходе развития зародыша лактатдегидрогеназа адаптируется к изменению температуры среды — фермент «чувствует» температуру воды, в которой находится зародыш, и в соответ-

¹ Клячко О. С., Озернюк Н. Д. // Докл. РАН. 1991. Т. 319. № 5. С. 1252—1255.



Температурная зависимость сродства пирувата к лактатдегидрогеназе из мышечных экстрактов «холодных» и «теплых» (цвет) выюнов (вверху); и «холодному» и «теплому» очищенному ферменту, выделенному из скелетных мышц этой же рыбы (в середине), и реактивированному ферменту (внизу).



Инактивация «холодной» и «теплой» (цвет) лактатдегидрогеназы при нагревании.

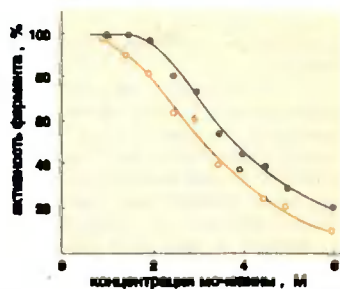
ствии с этим меняет свои функциональные свойства.

Чем обусловлены эти изменения — внутренними регуляторными механизмами (генетическими и физиологическими) или же температурными условиями, в которых рыбы

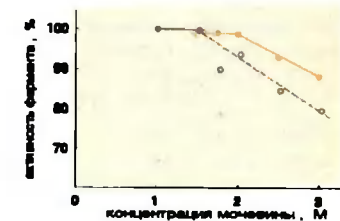
развиваются? Ответ на этот вопрос был получен в эксперименте, в котором зародыши радужной форели развивались при постоянной температуре. В этом случае температурный оптимум для лактатдегидрогеназы (K_m) не менялся. Значит, дрейф температур, соответствующих максимальному фермент-субстратному средству, в процессе развития определяется температурой среды.

Каков же молекулярный механизм обнаруженного явления? И какие механизмы ответственны за фермент-субстратное средство? При синтезе новых изоформ фермента, каждая из которых имеет свои функциональные и структурные особенности, суммарная величина K_m меняется. Кроме того, изменение фермент-субстратного средства может быть связано с присоединением к молекуле фермента какого-либо низкомолекулярного вещества (лиганда), меняющего и структуру активного центра фермента. Еще одна причина изменения K_m , специфичная для лактатдегидрогеназы, связана с наличием в ее активном центре аминокислоты гистидина-195. В зависимости от того, в каком состоянии находится эта аминокислота (протонированном или депротонированном), к активному центру фермента присоединяется или пируват, или лактат, т. е. ферментативная реакция будет протекать или в прямом (гликолитическом) направлении или в обратном (глюконеогенетическом)². Переход гистидина-195 в активном центре из протонированного состояния в депротонированное определяется кислотностью клеточной среды, в свою очередь зависящей от температуры. Наконец, ранее мы предположили, что изменение фермент-субстратного средства у лактатдегидрогеназы в процессе онтогенеза может быть связано с небольшими конформационными изменениями этого белка. Какой из этих механизмов функционирует при изменении температуры среды в процессе развития?

И опять в поисках ответа



Влияние мочевины на активность «холодной» и «теплой» (цвет) лактатдегидрогеназы.



Восстановление активности «холодной» и «теплой» (цвет) лактатдегидрогеназы при снижении концентрации мочевины.

мы обратились к эксперименту.³ На сей раз опытным объектом были выюны, разделенные на две группы и содержащиеся в течение 20 суток при разных температурах: одна — при 5°C, а другая — при 18°C. При определении температурной зависимости K_m лактатдегидрогеназы мы обнаружили, что у «холодных» рыб температурный оптимум фермента — при 0°C, а у «теплых» рыб — при 17°C. Это означает, что за 20 суток функциональные свойства фермента «приспособились» к новым температурам. Данная ситуация похожа на картину изменения температурного минимума K_m в ходе раннего онтогенеза радужной форели, с той разницей, что в последнем случае речь идет о естественном изменении температуры в природных условиях, а в первом — об адаптации к экспериментальным со-

² Хочачка П., Сомеро Дж. Стратегия биохимической адаптации. М. 1977.; Оли ж. Биохимическая адаптация. М., 1988.

³ Клячко О. С., Полосухина Е. С., Озерной Н. Д. // Докл. РАН. 1992. Т. 325. № 6. С. 1246—1251.

здаваемым температурным условиям.

Поскольку эксперименты проводились на мышечных экстрактах, то важно было выяснить, сохранится ли такая зависимость для чистого фермента, выделенного из скелетных мышц выюнов, адаптированных к низкой и высокой температуре. Ведь обнаруженные в экстрактах изменения функциональных особенностей фермента под влиянием температуры могли быть вызваны присоединением к молекулам лактатдегидрогеназы какого-либо лиганда, содержащегося в цитозоле. Оказалось, что чистая лактатдегидрогеназа также адаптировалась за 20 суток к новым температурам среды. Следовательно, функциональные изменения фермента, вызванные температурой, связаны с изменением самого белка.

Детально изучив структурные и функциональные особенности чистого «холодного» и «теплого» ферментов, мы обнаружили, что характер их термoinактивации существенно отличается. Вначале при нагревании «холодный» и «теплый» ферменты ведут себя одинаково, но начиная с 68 °С характер их активности меняется: «теплый» фермент при дальнейшем повышении температуры стремительно теряет активность и при 70 °С почти не работает, а «холодный» фермент более устойчив.

Более высокая устойчивость «холодного» фермента проявлялась и после обработки мочевиной, вызывающей денатурацию белков. Мочевина в концентрации 1,5 М частично инактивировала «теплый» фермент, но не влияла на активность «холодного», который сохранял повышенную устойчивость и при ее более высоких

концентрациях. При относительно низких концентрациях (1—3 М) мочевина действует на лактатдегидрогеназу обратимо: ее влияние можно снять, удалив мочевины из среды. Оказалось, что реактивация «холодного» и «теплого» ферментов после обработки мочевиной отличается: после действия 2 М и 3 М мочевины их активность полностью восстанавливалась, а после действия 3,5 М и 4 М активность «теплого» фермента, в отличие от «холодного», восстанавливалась не полностью. Различия в сторону большей устойчивости «холодного» фермента в опытах по реактивации сохранялись и при использовании более высоких концентраций мочевины. Эту способность мочевины мы использовали для анализа механизма действия низких и высоких температур среды на лактатдегидрогеназу. В наших экспериментах «холодный» и «теплый» ферменты обрабатывали 3 М мочевиной, а затем проводили реактивацию, после которой разница в положении температурного минимума K_m между «холодным» и «теплым» ферментами исчезала. Обе формы лактатдегидрогеназы приобретали новый, один и тот же температурный минимум — примерно 15 °С.

Таким образом, мочевина «разрушала» вызванные температурой изменения в «холодном» и «теплом» ферментах. Поскольку мочевина воздействует на водородные связи, гидрофобные взаимодействия и гидратную оболочку молекул белка, можно предполагать, что вызванные температурой отличия между «холодным» и «теплым» ферментами обусловлены этими связями и взаимодействиями в молекулах лактатдегидрогеназы.

Можно ли определить характер и место изменений в белке, вызванных температурой? Прежде всего речь должна идти об изменениях в активном центре лактатдегидрогеназы или в соседних с ним участках молекулы. Но какого характера эти изменения, говорить пока рано. Ответить на этот вопрос могут помочь методы анализа структуры белков, в том числе изучение спектров кругового дихроизма. Этот метод позволяет определить, в частности, такую важнейшую характеристику вторичной структуры белка, как содержание α -спиральных участков в молекуле. Вместе с коллегами из Института молекулярной биологии РАН мы установили, что температурная зависимость спектров кругового дихроизма чистого «холодного» и «теплого» ферментов отличается. Определив характер этих различий, мы сможем, по-видимому, ответить на вопрос о том, какие изменения вызывает температура в молекуле фермента. Этот ответ будет иметь прямое отношение к нашему пониманию молекулярных механизмов воздействия температуры на ферменты в развитии организмов.

Таким образом, сегодня классические проблемы экологической эмбриологии можно изучать в рамках молекулярной биологии. Это, возможно, наиболее интересный этап в развитии экологической эмбриологии, поскольку он позволяет получить точную информацию о молекулярных механизмах явлений, давно известных и описанных на уровне целого организма.

Каких друзей мы себе выбираем?

(Социобиология дружбы)

Ю. М. Плюсини,
кандидат биологических наук

Институт философии и права
Сибирского отделения РАН
Новосибирск

«...Даже не знаю, как один человек
становится другом другому.»

Платон. «ЛИСИД»

КАК почти всегда бывает с явлениями очевидными и близкими, природа дружбы темна. Каждый из нас может насчитать сотню-другую приятелей и знакомых. Не менее десятка людей составляют круг близких родственников. Городской житель активного возраста ежедневно вступает в контакты с 30—40 самыми разными людьми, а за свою жизнь он знакомится с одной-двумя тысячами человек¹. Но друзей-то у каждого из нас — раз-два и обчелся. Многие лишены даже этого, всю свою жизнь мечтая о верном друге и не находя его. Всякий же, кто имеет друга, дорожит им и боится его потерять.

Отчего же так мало у нас друзей? Ведь по аналогии с иными вещами все должно быть наоборот: имея столько приятелей и так стремясь обрести среди них друга, всякий должен был бы накапливать друзей как самую большую драгоценность (не имей сто рублей...). Но я не знаю человека, который отважился бы признаться, что у него сотня верных друзей. Это, кажется, вовсе невозможно.

Дружбе посвящены романы и оды, описанием ее украшены древние хроники и саги, жития и биографии. И теперь мы видим, может быть и слишком редко, завидную дружбу между людьми, между человеком и животным, даже между животными. Какие-то тайные признаки заставляют нас удивляться без сомнений такую связь между двумя душами, что мы называем ее истинной дружбой, невидя ни на какие различия между друзьями.

Эта-то независимость дружбы от значимых характеристик (социальный класс и возраст, пол и раса, иногда даже видовая принадлежность) свидетельствует, что дружба — не просто психологический или социокультурный феномен, но нечто более древнее, чем человек и его история.

Я предлагаю читателю анализ дружбы, в котором сопоставлено, казалось бы, несопоставимое. Он, конечно, не даст ответа на вопрос, почему каждому из нас необходим друг, но позволит понять, каких друзей мы себе выбираем (большего и нельзя ждать от предлагаемого подхода). Тогда мы приблизимся, может быть, и к пониманию дружбы, той истинной дружбы, которая прочнее вещей и регалий, семей и государств, подчас ценнее самой даже жизни.

НАЗВАННЫЙ БРАТ

Вспомним об архаическом социальном институте, существующем кое-где еще и в наши дни. Это мужской союз, «мужской дом», объединяющий мужчин близкого возраста в селении, в племени. Мужские союзы генетически связаны с обрядом посвящения — инициацией — всеобщим для человечества историко-культурным феноменом. Анализ природы мужского союза может многое прояснить в проблеме дружбы².

В процессе инициации юноши, а позднее и молодые мужчины должны были какое-то время, нередко в течение нескольких лет, жить отдельно от сородичей в укромных местах, обычно в лесу, в специально сооруженных «больших домах». Посвященные члены союза были связаны

© Плюсини Ю. М. Каких друзей мы себе выбираем? (Социобиология дружбы).

Роджерс Дж., Агарвала-Роджерс Р. Коммуникации в организациях. М., 1981. С. 113. Правда, оказывается, что в этом горожанин несколько не отличается от «первобытных» аборигенов Австралии (см., например: Берндт Р. М., Берндт К. А. Мир первых австралийцев. М., 1981).

² Обобщенные данные об обряде инициации и мужских союзах (больших домах) приведены в классическом исследовании В. Я. Проппа «Исторические корни волшебной сказки». Л., 1986.

между собой системой эзотерических обрядов и табу, а также обязанностью взаимной выручки. Все они называли себя братьями, но наиболее тесные связи устанавливались, естественно, между одновременно иницированными; их группы внутри союза состояли из небольшого числа юношей и мужчин. Более того, обычно каждый член союза имел напарника из числа тех, с которыми он подростком проходил инициацию одновременно. Их обязанностью было защищать друг друга в бою. Во всех остальных предприятях они также были неразлучны. Эта связь поддерживалась в течение всей жизни.

Важно, во-первых, что члены пар не были кровными родственниками. Во-вторых, посвящение проводили обычно мужчины, принадлежащие роду матери посвящаемого, т. е. чужие для него, но непосредственные наставники в будущем. И эта неродственность наиболее тесных отношений между мужчинами сообщества, очевидно, как-то фиксировалась, закреплялась социальной практикой и приобретала характер законов столь прочных, что они дожили до наших дней. Чужой, состоящий в особых отношениях с другим чужим, был ему названным братом, гостеприимцем, кумом.

Названные братья (в сказках братья-разбойники из большого дома в лесу все дни проводят в совместных странствиях и военных предприятях) обладали одной важнейшей для нашего исследования особенностью. Они вместе прошли обряд посвящения — побывали в царстве мертвых и вернулись оттуда. Получили из рук старших, ответственных отныне за них, эзотерические сведения, космогонические знания и мифы о сотворении человека и племени. Говоря нашим прозаическим языком, они приняли и усвоили общую систему ценностей. Их длительная совместная жизнь, начавшаяся еще в подростковом возрасте, способствовала тому, что их система обыденных ценностей одна и та же.

Это один из первых главнейших моментов, который нужно отметить при анализе дружбы. Чужаки по крови, ставшие друзьями (гостеприимцами, кумами), должны иметь общие нравственные и мировоззренческие принципы. Тем самым, может быть, уже в глубокой древности формируются зародыши, из которых впоследствии вырастает представление об общечеловеческих ценностях.

Действительно, уже в историческое время, в героическую эпоху, друзьями становились не только члены разных фратрий и фил одного племени, одного сообщества, но и иноплеменники, представители разных

народов, иногда враждебных друг другу. Античность дает этому множество ярких примеров.

ЛЮБОВЬ И ДРУЖБА

Приведенные выше соображения — не более, чем гипотеза. Мы хорошо знаем, сколь сильно меняется со временем представление о дружбе. Если в период ранней античности и варварства дружба ценилась превыше всего и была наивысшим выражением интимных отношений между людьми, воспринималась буквально данной богами, то по мере приближения к нашим дням она как будто мельчает. Кажется, падает ее значение в частной жизни человека; он вполне уже может обходиться формальными, несердечными отношениями не только с сослуживцами, но и с близкими. Отчего же создается такое ощущение?

Древний глубокий смысл свой (дружба — это единодушие, дружба — это любовь) дружба сохраняла до самого последнего времени даже в Европе. Еще в прошлом веке мы находим — и в художественной, и в мемуарной литературе — характеристики дружбы, эквивалентные определениям древних. Представления о дружбе и любви были нераздельны. И нам, привыкшим понимать под любовью отношения между полами или только секс, теперь зачастую непонятен истинный смысл выражений вроде «любовь и дружба — все едино...». Греки для дружбы и любви имели одно слово — *philia*, и это единство на протяжении столетий воспроизводилось даже в языках, в которых существовали два термина. Этот старинный смысл дружбы, дружбы как любви, сохраненный для нас дедами, мы почему-то теперь утратили. Между тем в любви мы по-прежнему отмечаем главным качеством, помимо влечения, еще и согласие, т. е. единодушие двух людей. Не перестали ли мы видеть в дружбе единодушие?

Единодушие — это, конечно же, общность системы ценностей, нравственное сходство. «Самая тесная дружба, как о том судят древние мудрецы, бывает у сходных меж собою людей»³. В дружбе единодушие столь же необходимо, как и в любви. Но зададим вопрос: одинаковы ли в разные исторические периоды условия для проявления единодушия? Неодинаковы. Оказывается, изменилась не сама дружба. И в древности она была редким явлением, так же как

³ Платон. Соч. М., 1990. Т. I. С. 555.

и теперь. Но теперь стали иными социокультурные и даже экономические условия, они и изменили обстоятельства выражения и существования, внешнего проявления дружбы.

Действительно, многие из нас теперь с раннего детства и до старости вынуждены большую часть времени пребывать в кругу сверстников и малознакомых людей, никак не связанных с нашей родственной группой внутренними интересами. И что самое важное — этот круг обычно лишь отчасти разделяет ценностные представления. В детском саду, школе и университете мы еще можем найти друга, с которым вместе обретаем нравственные представления. Но как мы можем это сделать на службе, где все — более или менее случайные наемные работники? Здесь слишком мала вероятность встретить единомышленников, которое переросло бы в дружбу. Так что цена, которую мы заплатили за свободу личности, полученную благодаря разрыву первичных для всякого человека партикулярных и родственных связей, включает в себя не только отчуждение, одиночество и чувство ничтожности и бессилия, но и утрату для большинства возможности найти друга.

Сам феномен дружбы, как явление психологическое и природное, отнюдь не меняется. Дружба какой была, такой и осталась; ведь она имеет отношение к душе человека, а не к социальным обстоятельствам его поведения. Следовательно, у каждого из нас лишь уменьшилась вероятность встретить в своем непосредственном профессиональном и бытовом окружении человека, который оказался бы единомышленником; обладал бы той же системой ценностей. Поэтому называя свои отношения с кем-то дружбой, мы в глубине души их таковыми не считаем. Оттого-то, видимо, и перестала быть дружба любовью.

Тот факт, что теперь мы живем в условиях, которые неблагоприятствуют возникновению и существованию дружбы (мы вынуждены работать не с теми, кто нам нравится, и часто жить вдали от друзей), как раз свидетельствует, сколь важен для нее фактор общих ценностей.

Однако общая система ценностей — необходимое, но не достаточное условие дружбы, иначе любая партия и секта, дворовая команда и офицерское собрание являлись бы собой сборище друзей уже потому только, что они единомышленники, придерживающиеся одной морали и общих ценностей. Но друга выбирают — одного из многих.

ВЫБОР И ПРЕДПОЧТЕНИЕ

Всякий выбор предполагает (как необходимое условие) предпочтение: чтобы выбрать одно, его необходимо прежде всего предпочесть многим подобным (если, конечно, выбор не случайный). Что же такое предпочтение и каковы его критерии?

В свое время В. А. Энгельгардт, обсуждая фундаментальные биологические понятия в качестве атрибутов жизни, прежде всего отнес сюда узнавание и сопутствующее ему предпочтение¹. Действительно, именно эти атрибуты определяют существо биологических взаимодействий как на молекулярном, так и на организменном и даже социальном уровне. Любые взаимодействия возможны только благодаря специфическому, в предельном случае — индивидуальному, распознаванию и предпочтению. Все процессы, протекающие в клетке, ткани или органе, начинаются с распознавания и предпочтения одних молекул другим, одних конформаций другим, даже очень похожим по структуре. (Недаром одна из фундаментальных моделей биохимии и физиологии — это модель «замка и ключа», и хорошо известно, к каким губительным последствиям для клетки и целого организма приводит обнаружение «отмычки» к этому замку, когда появляются ошибки распознавания и предпочтения.)

Предпочтение, таким образом, — фундаментальный биологический феномен (а возможно, и не только биологический).

Способность к предпочтению имеют молекулярные комплексы и клетки, ткани и биологические организмы. Просто для поддержания существования в любой форме необходимо предпочтение. И это касается не только пищи, но и продолжения рода, не только избегания опасности, которое лучше удается вдвоем, чем в одиночку, но и получения улады для души, достигаемой в совместной деятельности, игре, беседе, безделье и развлечении.

Ясно, что предпочтение имеет разные уровни. Предпочесть некую пищу или запах — не одно и то же, что другого человека, хотя внешне они могут проявляться у человека в сходных формах поведения. Но существует общий принцип всякого предпочтения: «*similis simili gaudet*» (подобный подобному радуется). И это несмотря на то, что прежде всего нам бро-

¹ Энгельгардт В. А. О некоторых атрибутах жизни: иерархия, интеграция, узнавание // Современное естествознание и материалистическая диалектика. М., 1977. С. 328—350.

сается в глаза как раз предпочтение противоположного («противоположности сходятся»). Просто мы часто забываем, что в действительности предпочитаемые противоположности дополнительные (как противоположность мужчины и женщины).

Раз предпочитается подобное, то и выбирается подобное. Поэтому друзьями становятся сходные меж собою люди не только по духу, но и по «телу». По каким критериям внешних, телесных признаков подобия осуществляется этот выбор?

Их немного: предпочтение представителя своего вида; сородича (члена родственной группы); индивида своего пола; сверстника; члена своей социальной группы. Рассмотрим эти виды предпочтения.

«МЫ С ТОБОЙ ОДНОЙ КРОВИ...»

Предпочтение представителей своего вида и своей родственной группы — наиболее заметное. И то и другое взаимосвязано. Предпочтение своего вида формируется у животного или человека в раннем возрасте, и образом является сородич (родители, сибсы — члены своего выводка). Обе эти формы настолько представлялись очевидными, что ученые не считали проблему достойной обсуждения. Поэтому в биологической литературе проблема предпочтения родичей начала широко обсуждаться только с начала 80-х годов. Тогда же появились первые экспериментальные работы (теперь их уже очень много), в которых доказывалась сама возможность предпочтения и узнавания родственников у самых разных, в том числе и весьма примитивных, животных и обсуждались биологические основания этого феномена⁵.

Распознавание и предпочтение близкого сородича биологически детерминировано, т. е. имеет генетические корни, либо импринтируется (запечатлевается) в раннем возрасте; скорее всего, действуют одновременно оба механизма⁶. У птиц распознавание и предпочтение осуществляется, видимо, в основном с помощью зрения, тогда как у млекопитающих — преимущественно благодаря обонянию и частично зрению. Чтобы распознать «своего», достаточно мельчайших внешних признаков, минимальных запаховых различий, оттенков поведения.

Например, крупные голарктические чайки, виды которых различаются только цветом и формой кольца вокруг глаза и мелкими деталями в оперении концев крыльев и хвоста, различают себя превосходно, а человек — лишь при ближайшем и тщательном осмотре. Так же точно и человек с одного взгляда различает представителей разных этнических групп, не говоря уже о расах. В распознавании и предпочтении люди, как и большинство млекопитающих, также пользуются обонянием, несмотря на его неразвитость. Те же, для кого обоняние — один из главных сенсоров, способен, подобно мышам, различать запаховые нюансы, которые кодируются отдельными аллелями одного гена.

Поскольку распознавание и предпочтение вида и сородича коренится очень глубоко, оно обычно человеком в повседневной жизни не осознается. Он отмечает факт предпочтения или избегания словами определениями типа «нравится — не нравится», не задумываясь, конечно, о критериях своего выбора. Здесь говорит о нем видовая и этническая принадлежность по крови. Поэтому такая форма предпочтения даже не требует обсуждения — она присутствует как основной компонент каждого акта взаимодействия и предпочтения.

КОРНИ «МУЖСКОЙ СОЛИДАРНОСТИ»

Не столь ярко и очевидно предпочтение представителя своего пола. У взрослых оно очень сильно затуманено как раз предпочтениями противоположных полов. В наши дни, когда множество профессий утратили исходно присущий им признак половой принадлежности и человек много времени проводит в разнополых коллективах, предпочтение представителя своего пола вообще не кажется очевидным. Между тем это так.

Хотя противоположный пол и притягателен для каждого из нас, при ближайшем рассмотрении обнаруживается, что предпочтение неизменно отдается своему полу. Особенно ярко оно проявляется у подростков и юношей: именно в этом возрасте происходит интенсивное половое созревание и развивается гиперсексуальность и влечение к противоположному полу.

Однако, когда мы не на свидании и не томимы первым или новым чувством к прекрасному или сильному полу, с кем мы предпочитаем проводить время? Конечно, за игрой, вином или беседой скорее с приятелем, если мы мужчины, и с приятельницей, если женщины.

⁵ Breed M. D., Bekoff M. // J. Theor. Biol. 1981. V. 88. N 3. P. 589—593; Holmes W. G., Sherman P. W. // Amer. Sci. 1983. V. 71. N 1. P. 46—55.
⁶ Blaustein A. R. // Amer. Natur. 1983. V. 121. N 5. P. 749—754; Плюсин Ю. М. // Зоол. журн. 1986. Т. 65. Вып. 9. С. 1379—1384.

Предпочтение своего пола имеет, видимо, столь же глубокие корни, что и предпочтение сородича. По крайней мере у человека оно проявляется уже в полтора года, причем только у мальчиков⁷. Эта особенность их поведения прослеживается и в четыре—семь лет, девочки же вплоть до школьного возраста не обнаруживают значимых предпочтений своего пола (или очень редко). Предпочтение у девочек не истинное, а кажущееся: в разнополых группах мальчики собираются в «стайки» и девочки поневоле образуют свое «общество». Реально предпочтение у девочек становится отчетливым только к старшему детскому и подростковому возрасту.

Очень сходна, если не аналогична, картина объединения молодых индивидов у животных. И то же, что у людей, общее правило: взаимное предпочтение особей мужского пола с самого раннего возраста.

Такие явные и постоянные различия в половых предпочтениях кажутся совершенно необъяснимыми. У меня, как и у других исследователей, нет гипотез на этот счет. Однако некоторые следствия из этого факта можно вывести (правда, при желании их можно считать результатом проявления не исследовательского духа, а мужского шовинизма). Допустимо, например, предположить, что природно обусловленное взаимное влечение индивидов мужского пола может служить сплоченности членов сообщества и тем самым обеспечивать социальное единство (другими словами, выступать в роли одного из важных факторов, на котором основывается социальная жизнь). В результате можно было бы утверждать, что дружба между мужчинами уходит корнями в природные глубины нашей социальной жизни.

Мы можем усомниться также в том, что дружба между женщинами и между мужчинами не отличается. Если привязанности между мужчинами носят скорее природный характер и проявляются чрезвычайно рано, то привязанность между женщинами можно отнести к культуре. И древние, и современные писатели отмечают, что мужчины в компаниях, предоставленные сами себе, очень скоро скатываются до уровня поведения подростков, испытывая от этого аттавистически глубокое чувство эмоционального удовлетворения. В женских компаниях мы ничего подобного не найдем. Дружба между женщинами скорее похожа на любовь и именно этим отличается от мужской дружбы.

Исторически эти различия зафиксированы в ритуалах. Хотя во многих чертах ритуальные формы установления дружбы и у мужчин и у женщин сходны, по некоторым важнейшим чертам они радикально отличны. Например, только для мужчин допускался обряд кровопускания и обмена кровью во время братания (соединение порезанных запястий, пальцев, обмазывание своей кровью лица и рук другого, вкушение крови «брата» и т. п.). Кроме того, женщинам, видимо, не позволялось в ритуале кумования обмениваться ценными и жизненно важными предметами, что, наоборот, было распространено у мужчин. Ритуал установления дружбы у женщин происходил с обменом символическими предметами — оберéгами, иконками, крестами, ветками, пищевыми предметами, имевшими сакральный характер (яйцами, пирогами и т. п.)⁸. Наконец, насколько можно судить по этнографическим данным, ритуал кумования осуществлялся женщинами одного селения, одного сообщества, тогда как братание у мужчин нередко включало членов разных племен и селений.

Все эти моменты, указывающие на различие не только природы, но и социальных канонov дружбы у мужчин и женщин, можно увязать в некоей примитивно-эволюционной гипотезе.

Внеплеменной характер института дружбы, выходящего за рамки одного сообщества, очевидно, важен и необходим был прежде всего для мужчин. Они обязаны защищать свое селение и племя, невзирая на степени родства его членов. Их первой задачей была стабильность существования общества, как за счет обеспечения ресурсами, так и поддержания мира с соседями. Это характерно и для всех древних архайческих обществ, и для современных. Тогда понятно, почему в круг ритуала дружбы включались иноплеменники и почему в таких ритуалах всегда придавалось большее значение символическому родству друзей, устанавливаемому обменом кровью и дорогими подарками — жизненно важными предметами либо сакральными.

Иное положение почти во всех обществах занимали женщины. Если они не оставались в своем селении, родовой группе, то уже в детстве выдавались в «жены» в другое селение, где и воспринимали нормы поведения и мировоззрение этого чужого им по крови общества. Женщина была не только хранительницей и носительницей знаний и

⁷ Слободская Е. Р., Плюснин Ю. М. // Вopr. психологии. 1987. № 3. С. 50—57.

⁸ Сказания русского народа, собранные И. П. Сахаровым. М., 1990.

обычаев селения, но благодаря различию географических и экологических условий, в которых существовали сообщества (что особенно характерно для тропических и субтропических районов), приобретала знания и навыки, отражающие жизнедеятельность именно в этих условиях. Поэтому уже молодые женщины, будучи основными сборщиками съедобных и лекарственных трав, имели очень мало шансов приспособиться к новым условиям жизни в другом обществе, в другом селении. Женщины активного возраста в архаических обществах, в отличие от мужчин, фактически уже никогда не переходили из группы в группу, из селения в селение⁹. Поэтому и ритуалы дружбы между женщинами могли быть только внутриобщинными. Итак, связи между женщинами ограничивались родственной группой, соседской общиной, селением, а между мужчинами касались всего общества.

Эта гипотеза на простейшем уровне объясняет только социокультурные отличия в дружбе у мужчин и женщин, оставляя без объяснения вопрос, почему связи и предпочтения между мужчинами возникают раньше и более прочны, чем у женщин. А так как аналогичная картина наблюдается у всех высших приматов и других млекопитающих, то можно лишь предположить, что здесь действуют этолого-генетические механизмы, сформировавшиеся в результате отбора.

СВОИ ИГРЫ У КАЖДОГО ВОЗРАСТА

Возраст весьма существен в общении взрослых, но для детей и подростков он несравнимо важнее: разница в полгода оказывается для детей уже препятствием в совместной игре и общении. Хотя старшие и притягательны и для детей, и подростков, и юношей, но в таком общении почти всегда исключается равенство отношений, совершенно необходимое в дружбе. Чем младше ребенок, тем уже возрастной интервал его друзей-сверстников.

Биологическая целесообразность предпочтения сверстника очевидна и отчетливо проявляется в поведении, репертуар которого у человека, как и других животных, сильно меняется с возрастом. Старшие по возрасту могут быть во взаимоотношениях с младшими лишь руководителями, наставниками, но очень редко — партнерами в игре или общении. Так как умения, на-

выки, способность понимать социальные символы, исполнять роли, участвовать в ритуалах и т. п. сильно зависят от возраста, возрастные предпочтения, в младенчестве и детстве отчетливо обусловленное биологически, в зрелые годы переходит преимущественно под социальный контроль. Но где-то в самых глубинах нашей души навсегда остается эта детская привязанность к сверстнику, и мы невольно для себя выбираем и предпочитаем погодка.

Возрастная дискриминация повсеместна в популяциях млекопитающих и птиц. В сообществах одновозрастных группы самцов и самок существуют как самостоятельные социальные единицы, занимая каждая свое место в его структуре. Это функциональное половозрастное подразделение сообщества имеет непосредственную адаптивную ценность (обеспечение эффективного использования ресурсов и поддержание стабильной социальной структуры) и перспективное значение (как этологический механизм поддержания репродуктивного потенциала популяции). В этом, социобиологическом, смысле мы, кажется, не отличаемся от других животных.

«СВОЙ» и «ЧУЖОЙ»

Все описанные виды предпочтений так или иначе определяются действием генетических механизмов. Предпочтение же члена своего сообщества, который далеко не всегда родственник или сверстник, должно основываться на социобиологических и социокультурных признаках узнавания. И такие признаки существуют издревле. Их две большие группы.

В относительно изолированных небольших по численности общинах с низким уровнем миграции (практически повсеместно и во всех культурах) антропологический облик большинства членов очень сходен («все на одно лицо») в силу чисто популяционно-генетических причин (дрейф генов и эффект основателя). Сходство довершают диалектные особенности говора, образующие неповторимость фонетических и фразеологических характеристик речи в каждом селении.

Внешнее антропологическое сходство в старинных селах, которое до сих пор бросается в глаза любому приезжему горожанину, дополняется различными видами меток (татуировка на теле, деформация отдельных его частей, каноны украшения головы и конечностей, одежда), указывающими на принадлежность человека к определенному сообществу. Большую часть чело-

⁹ Роуз Ф. Аборигены Австралии. Традиционное общество. М., 1989; Артемова О. Ю. Личность и социальные нормы в раннепервобытной общине. М., 1987.

веческой истории метки, как детерминаторы социальной принадлежности человека, играли главнейшую роль. Теперь, с развитием транспортных, информационных коммуникаций и миграцией, этот механизм почти потерял свое значение.

Колоссальное разнообразие социальных меток человека, обозначающих его половую, возрастную, репродуктивную, профессиональную, классовую, кастовую принадлежность, исторически служит для единственной цели: указать принадлежность данного субъекта конкретному сообществу. Когда не удается распознать «своего» по внешним биологическим признакам или по языку и манерам поведения, срабатывают только такие социальные метки.

Распознавание и предпочтение члена своего общества занимает уже, таким образом, промежуточное положение между чисто биологическим и психологическим, индивидуальным предпочтением субъекта, которого желаешь иметь своим приятелем или другом.

Приведенные формы предпочтений, на каком бы классификационном уровне они не выделяли объект предпочтения — на уровне вида, половозрастной или родственной и социальной группы, — имеют значение для индивидуального предпочтения, которое только и ведет окончательно к возникновению дружбы.

Дружба предполагает последовательное предпочтение из некоторой совокупности живых существ (вообще) таких, которые одного со мной вида¹⁰, затем — одного пола и возраста, одного сообщества (а позднее — одной социально-профессиональной и культурной группы). И здесь уместны слова Платона: «Коль скоро вы между собою друзья, вы по своей природе друг другу родственны»¹¹. Именно природное сходство, или родство, — одно из необходимых условий дружбы. Заметим, что предпочтение родственника, особенно близкого, выпадает из этого ряда по психологическим причинам: родственник по своему статусу крайне редко бывает другом, хотя несет многие его функции. Друг должен быть «своим», но не родичем («а он мне ни друг и ни родственник...»).

Итак, второе необходимое условие дружбы — это сходство друзей меж собой по

внешним признакам (биологическим и социокультурным). Конечно, каждый может привести примеры, сплошь и рядом опровергающие сказанное, но они относятся к тому роду исключений, которые только подтверждают правило. Это второе условие значительно сокращает круг лиц, среди которых может быть выбран друг. Но все равно этот круг достаточно обширен — 5—10 человек. Как же среди них отыскать настоящего друга?

ВСЕ ДЕЛО — В НЕСХОДСТВЕ ХАРАКТЕРОВ

Последнее, третье необходимое условие дружбы противоречит пифагорейскому тезису «у друзей — все общее», да и вообще всем известным античным и средневековым формулам дружбы.

Мы предпочитаем и выбираем уже из круга избранных, как биологические индивиды. И социокультурная среда вынужденно задает нам круг таких людей. При извне заданных нам условиях мы и осуществляем индивидуальное предпочтение, для которого необходима психологическая совместимость людей, взаимно выбирающих друг друга.

Какими же психологическими качествами должны обладать друзья? Ответу на этот вопрос я посвятил специальное исследование, объектами которого были взрослые мужчины, дошкольники, а также некоторые животные. Ясно, что в каждой конкретной ситуации значение имеют разные психологические качества, иногда очень тонкие нюансы играют решающую роль. Но для научного исследования наиболее важны черты характера, которые имеют значительную наследственную компоненту, участвуют в детерминации психологического типа и определяют стиль поведения индивида. Таких характерологических черт немного, но они фундаментальны, а главное, выделяются и у животных, следовательно, могут изучаться в сравнительно-психологическом ключе. Это тип темперамента, эмоциональный статус, ориентация на новизну (исследовательская активность), коммуникативность (общительность) и доминантность.

Примечательно, что ни по одному из показателей друзья или члены альянса (у животных) не были подобны друг другу. Наоборот, черты их характера либо частично не совпадали, либо были противоположными (особенно наследственно детерминированные, такие как эмоциональный статус и способность к доминированию).

Эмоциональность, обусловленная во

¹⁰ Дружба между представителями разных видов, рас является феноменом, имеющим не биологические, а социальные корни. См.: Плюснин Ю. М. Межвидовое общение как научная проблема // *Язык в океане языков*. Новосибирск, 1993.

¹¹ Платон. Соч. Т. 1. С. 339.

многим динамическими составляющими личности (темпераментом), имеет большое значение в определении типа поведения, т. е. в склонности к той или иной социальной стратегии, определенному стилю жизни и отношений. И члены дружеских пар среди мужчин и среди мальчиков, и члены альянсов у животных оказались почти во всех случаях противоположными по эмоциональному статусу: если один из членов пары эмоционально устойчив, то другой — неуравновешен.

Эмоциональность связана с общительностью индивида, и обе эти черты составляют основу направленности личности либо на мир внешних объектов, либо на собственный субъективный мир (экстраверсия-интроверсия). Поэтому, как правило, из друзей один бывает скорее экстравертом, другой — более интровертом (поскольку этот фактор представлен не одной, а несколькими отдельными характерологическими чертами, здесь нет такой яркой и однозначной психологической дополнительности, как в эмоциональном статусе). Аналогично этому малоcontactные индивиды оказываются ближе связанными с общительными, чем с подобными себе.

Не менее ярко выражено предпочтение своей противоположности (у грызунов, приматов, детей и взрослых мужчин) по такой черте, как способность к доминированию. Индивид, стремящийся навязывать свое поведение другим, т. е. тот, кто стремится и способен быть лидером, удивительно часто оказывается в паре с тем, кто предпочитает принимать чужие условия, склонен к подчинению. Именно такие альянсы кажутся наиболее прочными и долговременными. Иногда создается даже впечатление, что именно эта характерологическая черта, необходимая для определения места индивида в социальной иерархии (она, к тому же, прямо связана с эмоциональным статусом), может быть важнейшим психологическим критерием при выборе партнера по альянсу или друга. Однако неизвестно, так ли это в действительности.

Наличие четко выраженных различий по доминированию между членами пар требует какого-то обоснования, тем более что это затрагивает и другие черты характера. Можно предложить одну простую гипотезу.

У индивидов, склонных к доминированию — людей и животных, почти всегда несколько снижен уровень исследовательской активности. Их не столь сильно привлекает все новое, у них нет большой потребности в «острых ощущениях», как это свойственно их менее доминантным партне-

рам. Даже в детских группах такие мальчики редко обладают развитыми навыками и умениями, они предпочитают «командовать». Эта неумелость и отсутствие высокой исследовательской мотивации компенсируется ранним развитием «руководящих способностей». Доминант во всяком сообществе, группе ориентирован прежде на обеспечение социорегулятивных функций, т. е. ответствен в некотором смысле за поддержание социальной стабильности. Он по своей социальной природе должен быть консерватором и избегать всего нового — опасного для устойчивого существования сообщества.

Но новое неизбежно появляется, и оно привлекательно. Надо знать его и уметь находить средства взаимодействия с ним. А для этого есть другие индивиды, которым, как правило, свойственна и высокая исследовательская мотивация, и стремление к «поиску ощущений», иными словами, тяга ко всему новому. Но эти индивиды редко бывают доминантными. Зато часто — их друзьями.

Таким образом, альянс, в котором каждый из членов ориентирован противоположно: один — на регуляцию внутренних социальных функций, другой — на восприятие и освоение новых воздействий, поступающих извне — весьма экономично сконструированная и эффективная социальная структура, обеспечивающая наилучшее управление сообществом, группой. Близкие отношения членов такого альянса позволяют максимально быстро и без больших затрат, а главное, без неизбежных в других случаях потерь и искажений, обмениваться информацией о внутреннем состоянии сообщества и внешней среде. Чем короче и «неформальнее» канал коммуникации, тем надежнее и современнее принимаемые решения.

Мои собственные наблюдения показывают, что почти во всех сообществах или небольших группах взрослых, детей, животных такие альянсы образуются. Конечно, они далеко не всегда перерастают в дружбу, но, несомненно, являясь ее предпосылкой.

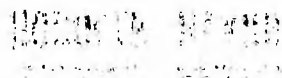
Итак, друг или самый близкий в группе индивидов по своему внутреннему характерологическому типу, по своей душе оказывается иным, нежели его напарник. В некотором смысле друг возмещает нам какие-то недостающие, но важные качества: любая черта характера, проявляясь в конкретном человеке односторонне, обретаёт, благодаря дружескому союзу, свою полноту и законченность.

Конечно, далеко не всякий читатель согласится с утверждением о психологическом

различии между друзьями. Но я еще раз хотел бы подчеркнуть, что психологическая инаковость друзей касается далеко не всех черт характера, прежде всего немногих основных, при этом генетически детерминированных. Нельзя ожидать, что если вы мечтатель, ваш друг обязательно должен оказаться прагматиком, а если он будет консерватором, то вы — радикалом. У друзей взаимно дополнительные именно те черты характера, которые менее всего подвержены воспитанию или социальной коррекции. Следовательно, даже и здесь, в области психологии, мы обнаруживаем социобиологические корни дружбы.

Естественно, что исследование такого необозримого феномена, как дружба, никогда не может быть полным. Но я все-таки тешу

себя надеждой, что хотя бы частично ответил на вопрос, каких друзей мы себе выбираем. Теперь ответ можно сформулировать достаточно кратко: чтобы выбрать себе друга, мы из своих выбираем немногих, подобных себе, из них — единомышленников, а среди этих последних — таких, кто по некоторым важным чертам характера и темпераменту не похож на тебя. И едва только все необходимые условия будут выполнены, тотчас обнаружится, сколь мал у каждого из нас шанс обрести верного друга.



Зоология

У начальства сердце бьется реже...

Это утверждение верно, по крайней мере, если речь идет о кроликах. Так считает биолог К. Эйзерман (K. Eisermann; Байрейтский университет, Бавария, Германия) после наблюдений, проведенных им в полевых условиях австралийской глубинки.

Ученый снабжал диких кроликов (*Oryctolagus cuniculus*) миниатюрными приборами, измеряющими пульс и телеметрически передающими результаты этих измерений компьютеру, установленному на полевом стане. Перед этим исследователи долго наблюдали за подопытными, чтобы установить, кто из них какое положение «в обществе» занимает. За доминантные особи принимались те, которым остальные всегда уступали дорогу, которые безнаказанно разгоняли других и гонялись за ними.

Выяснилось, что у «подчиненного» кролика сердце бьется чаще, чем у его «начальника».

Два раза ученый изымал из популяции доминантную особь, так что следующий за нею кролик занимал освободившееся место. И оба раза у «продвинувшегося» по службе зверька пульс постепенно снижался.

Сокращения сердечной мышцы зависят от воздействия на нее симпатической нервной системы и адреналиновых желез. Эйзерман установил, что при стычках между кроликами интенсивность пульса у обоих участников ссоры возрастает примерно в одной и той же степени. Значительная же разница в средней частоте сердечных сокращений говорит о том, что пребывание в «подчиненном» состоянии длительное время постепенно приводит к отрицательным физиологическим последствиям. По крайней мере, у кроликов...

New Scientist. 1992. V. 135. N 1840. P. 15 (Великобритания).

Зоология

Переливание крови орлану

Ветеринары Центра дикой природы (штат Вирджиния, США) провели необычную операцию по переливанию крови для спасения жизни шестимесячного белоголового орлана, который погибал от истощения. Во время этой операции ветеринары впервые ввели кровь непосредственно в костный мозг птицы. Эта методика, разработанная для недоношенных детей, чьи вены слишком тонки для обычного переливания крови, поддержала жизнь птицы, пока для нее готовилось дополнительное питание. После выздоровления орлана научили есть естественную для него пищу, чтобы он не погиб от голода после того, как его выпустят на волю. А методику с успехом стали применять и на других птицах, в том числе на ястребах и совах.

International Wildlife. 1992. March-April. P. 32 (США).

Пестицидная буря над Узбекистаном

А. Р. Рахматуллаев



Арзимурад Рахматуллаевич Рахматуллаев, кандидат географических наук, заведующий кафедрой общей физической географии географического факультета Самаркандского университета им. А. Навои. Занимается изучением динамики ландшафтов, вопросами рационального использования природных ресурсов и их охраны, а также оптимизацией природной среды. Автор монографии: Ландшафты хребта Алатау, их рациональное хозяйственное использование и охрана (Ташкент, 1991).

МИР не знал синтетических органических пестицидов до 1939 г., когда швейцарский химик П. Мюллер впервые открыл инсектицидные свойства 4,4'-дихлордифенилтрихлорметилметана (ДДТ). В 1942 г. препарат поступил в продажу и начал свое шествие по планете. Он оказался идеальным средством для борьбы с переносчиками малярии и сыпного тифа — болезнями, бывшими во время второй мировой войны самыми крупными медицинскими проблемами. Токсичность ДДТ для человека казалась настолько низкой, что его предполагалось распылять на тело для профилактики сыпного тифа. Относительно низкая цена ДДТ позволяла использовать его для распыления на целые острова Тихого океана перед высадкой вооруженных сил США, чтобы уничтожить там комаров и обезопасить армию от малярии. Высокая устойчивость препарата даже при однократном распылении обеспечивала его эффективное действие в течение нескольких месяцев.

В 1948 г. Мюллеру была присуждена Нобелевская премия по физиологии и медицине «за открытие высокой эффективности ДДТ как контактного яда».

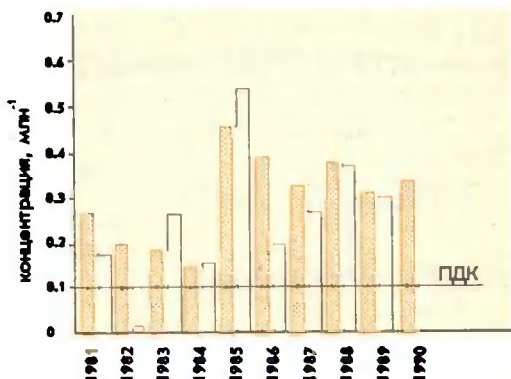
ДДТ завоевал весь мир, так как, уничтожая вредителей сельскохозяйственных растений, способствовал повышению урожая. Но его устойчивость (насторожившая еще самого Мюллера) и широкий спектр насекомых, на которых он оказывал губительное действие, таили в себе опасность: препарат не разлагался на безвредные компоненты, а накапливался в почве, воде и живых организмах, губил не только вредных, но и полезных насекомых, вызывал отравление и гибель других животных, которым передавался по пищевым цепям. Из-за пагубных последствий применения ДДТ и нанесенного им вреда окружающей среде повсеместное использование этого мощного инсектицида в США было запрещено в

1972 г. К концу 70-х годов большинство развитых стран ограничило или полностью запретило применение ДДТ на своей территории. В СССР его использование официально запрещено тоже в 70-х годах.

В Узбекистане же запрет вступил в действие только в 1983 г., и тоже — официально, т. е. далеко не на деле. Неудивительно, что этот инсектицид и его метаболиты и по сей день обнаруживаются в почвах и водных источниках. До 1984 г. среднее количество ДДТ в почвах превышало предельно допустимые концентрации — ПДК (0,1 мг/кг) — в 1,5—2 раза, а в 1990 г. — через семь лет после запрета — в 3—3,5 раза. Таков «фон» загрязнения, но в некоторых местах содержание ДДТ доходит до сотен и даже тысяч ПДК. Так, в 1988 г. в Баликчинском районе Андижанской обл. ДДТ в почвах было в 2579,2 раза больше ПДК. Правда, в следующем году количество этого первого хлорорганического инсектицида снизилось... до 34 ПДК(1). Этот пример к несчастью, не единственный: несмотря на запрет применения ДДТ, его и сейчас тайком используют многие хозяйства.

Чтобы выяснить, как распределяются ДДТ и гексахлорциклогексан (ГХЦГ) — другой стойкий хлорорганический инсектицид — в почвах разных районов Узбекистана, мы подсчитали их среднее содержание за 10 лет (1980—1990 гг.) и максимальные концентрации за отдельные годы по всем административным областям, а также в Каракалпакии¹. Выяснилось, что содержание ДДТ везде выше ПДК, а ГХЦГ не переходит допустимый уровень. Но только — в среднем, максимальное же количество часто оказывается в 2,5—3 раза больше ПДК.

Этими же ядохимикатами загрязнены крупные водохранилища Узбекистана² (табл. 1). Напомню, что предельно допустимая концентрация ДДТ, установленная для источников водоснабжения, составляет 0,1 мг/л, ГХЦГ — 0,02. В водоемах же, где разводится рыба, присутствие этих токсичных соединений не допускается ни в какой концентрации: водные организмы, в том



Среднее содержание ДДТ и его метаболитов в почвах Узбекистана в разные годы весной (цвет) и осенью.

числе и рыбы, очень чувствительны к пестицидам в воде, ведь она для них — то же, что для млекопитающих — воздух.

Госкомгидромет СССР в последние годы существования Союза предложил новые критерии для оценки содержания ДДТ и ГХЦГ в воде: 0,01 мкг/л — предельно допустимая концентрация, 0,1 мкг/л — уровень высокого загрязнения, 1 мкг/л — экстремально высокого.

Если исходить из последних критериев, то среднее содержание ДДТ во всех водохранилищах ниже ПДК, за исключением Туюбугузского (1,2 ПДК). Однако максимальная концентрация этого ядохимиката в отдельные годы превышает предельно допустимую в 2—116 раз.

В отличие от ДДТ, даже среднее содержание ГХЦГ во всех водохранилищах превышает ПДК в 2—13 раз, т. е. приближается к уровню высокого загрязнения, а в двух из них «подскакивает» еще выше (Туюбугузское и Куюмазарское). Максимальная же концентрация везде превосходит уровень высокого загрязнения, а в четырех водохранилищах — даже экстремально высокого.

Исходя из того, что во всех речных бассейнах наиболее загрязнены ГХЦГ и ДДТ водохранилища, расположенные в нижнем течении рек, и что высокие концентрации этих стойких хлорорганических пестицидов фиксируются вплоть до 1989 г., следует простой, но трагический вывод: несмотря на запрет, их продолжают применять в сельском хозяйстве Узбекистана.

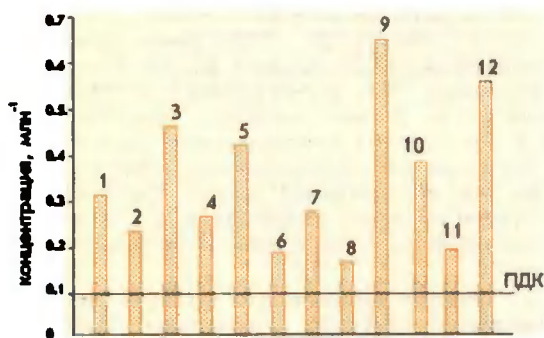
Даже в очень малых концентрациях ДДТ, ГХЦГ и другие содержащие хлор пестициды токсичны для водных животных. Накапливаясь в их теле, яды по пищевой цепи переходят от одного биологического

¹ В подсчетах использованы данные: Обзор состояний загрязнения почв Узбекской, Таджикской, Туркменской ССР хлорорганическими ядохимикатами и токсичными металлами за 1980 г. Ташкент, 1981. С. 139; Обзор состояния почв Узбекской УГКС за 1981 г.; 1982 г.; 1983 г.; 1984 г.; 1985 г. Ташкент; Ежегодник загрязнения почв Узбекской УГКС за 1986 г.; 1987 г.; 1988 г.; 1989 г.; 1990 г. Ташкент.

² Используются данные по загрязнению поверхностных вод: Государственный водный кадастр. Гидрохимический бюллетень с 1980 по 1983 г.; с 1984 по 1990 г.

Таблица 1
Содержание ДДТ и ГХЦГ в водохранилищах Узбекистана

Водохранилище	Содержание пестицидов, мкг/л			
	ДДТ	ГХЦГ		
	среднее за 10 лет	максимальное	среднее за 10 лет	максимальное
Южно-Сурханское (низовья Сурхандарьи)	0,002	0,07 (1984)	0,073	0,244 (1981)
Чимкурганское (низовья Кашкадарьи)	0,001	0,018 (1984)	0,088	1,301 (1980)
Каттакурганское (среднее течение Зеравшана)	0,002	0,038 (1987)	0,098	1,045 (1989)
Куюмазарское (низовья Зеравшана)	0,002	0,04 (1988)	0,135	4,784 (1980)
Тюямунское (низовья Амударьи)	0,007	0,1 (1985)	0,044	0,764 (1987)
Кайраккумское (среднее течение Сырдарьи)	0,004	1,161 (1980)	0,081	1,748 (1981)
Андижанское (верховья Сырдарьи)	0,005	0,022 (1987)	0,032	0,232 (1986)
Тюябугузское (низовья Ахангарана)	0,012	0,082 (1980)	0,133	0,484 (1984)
Чарвакское (р. Чирчик)	0,002	0,129 (1985)	0,019	0,379 (1981)

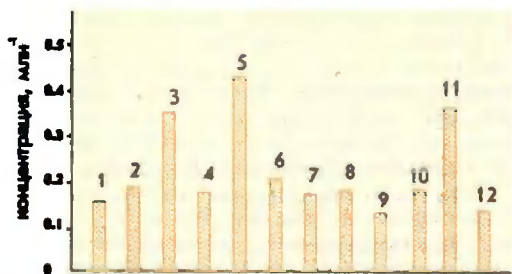


Загрязненность почв административных областей Узбекистана и Каракалпакии (обозначены цифрами) в 1980—1990 гг. (приведены результаты весенних измерений). 1 — Андижанская, 2 — Наманганская, 3 — Ферганская, 4 — Ташкентская, 5 — Сырдарьинская, 6 — Джизакская, 7 — Самаркандская, 8 — Бухарская, 9 — Хорезмская, 10 — Каракалпакия, 11 — Кашкардарьинская, 12 — Сурхандарьинская.

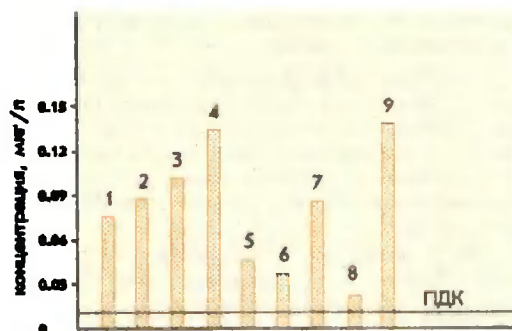
вида к другому, и концентрация их с каждым шагом увеличивается. Наблюдениями установлено, что в последних звеньях пищевой цепи содержание пестицидов увеличивается в десятки, сотни, а то и тысячи раз. В результате применения этих ядохимикатов в водоемах Узбекистана ежегодно случается массовая гибель рыбы.

Ясно, что с сельскохозяйственных угодий пестициды попадают в подземные и наземные воды. Чтобы понять, как далеко могут вообще распространяться пестициды, мы проанализировали данные по содержанию ДДТ, ГХЦГ и дефолианта бутифоса (S, S, S-трибутилтриниофосфат) на эталонных территориях³. Ими были: Чаткальский биосферный заповедник, расположенный в западных отрогах Чаткальского хребта на высотах 1200—1300 м над ур. м.; Сары-Челекский (горный) заповедник, который находится в северо-восточной части Чаткальского хребта на абсолютных высотах 1200—

³ См. ежегодники «Обзор загрязнения почв Узбекской УГКС» с 1982 по 1986 г.



Загрязненность почвы Узбекистана гексахлорциклогексаном в 1980—1990 гг. Обозначения те же, что на предыдущем рисунке.



Содержание гексахлорциклогексана в водохранилищах Узбекистана в 1980—1990 гг. Слева направо: Южно-Сурхатское водохранилище, Чимкентское, Каттанургское, Куюмазарское, Тюямутоуское, Андижанское, Кайранкумское, Червакское, Тюябугузское.

4247 м; Зеравшанский (тугайный) заповедник, расположенный в среднем течении Зеравшана на абсолютных высотах 620—900 м и окруженный пашнями; Репетекский биосферный (пустынный) заповедник в юго-восточной части пустыни Каракум; окрестности ледника Абрамова, расположенного на южном склоне Алайского хребта на абсолютных высотах 3366—4960 м.

И без анализа данных можно было предположить, что Зеравшанский заповедник, со всех сторон окруженный садовыми плантациями и хлопковыми полями, загрязнен пестицидами. Конечно, так и оказалось (табл. 2). Особенно высокими были концентрации бутифоса: в почве они превышали ПДК в десятки раз, а в растениях — в сотни и даже тысячи. Через насекомых или плоды тугайных растений (облепихи, жиды, шиповника и др.) пестициды переходят в организм животных и накапливаются в органах и тканях. Так, в печени фазана среднее количество ДДТ в 1983 г. составляло 0,288 мг/кг (2,9 ПДК), а

Таблица 2
Содержание пестицидов на эталонных территориях

Объект	Образец	Содержание ^{**, мг/л}		
		ДДТ	ГХЦГ	бутифоса
Чаткальский заповедник	Почва	0,021 0,098	0,018 0,060	
	Растения	0,012 0,049	0,042 0,150	
Сары-Челекский заповедник	Почва	0,006 0,037	0,001 0,008	
	Репетекский заповедник	0,024 0,080	0,010 0,038	
Зеравшанский заповедник*	Почва		0,002 0,002	0,286 0,867
	Растения	0,003 0,023	0,002 0,017	45,87 256,5
Окрестности ледника Абрамова	Печень фазана	0,008 0,026		
	Почва	0,011 0,030	0,013 0,020	
	Растения	0,003 0,016	0,017 0,046	

* Приведены данные 1982 г.

** В числителе приведено среднее содержание, в знаменателе — максимальное (абсолютная концентрация, выраженная мг/л, соответствует общепринятой: мг/кг).

максимальное — доходило до 0,523 мг/кг. По сообщениям сотрудников заповедника, в последние годы у фазанов наблюдаются нарушения координации движений, реакции поведения, появляются неполноценные особи и т. д. Будь у нас налажено медицинское обследование населения, результаты, наверное, повергли бы в ужас и по разнообразию патологических изменений, и по числу охваченных ими жителей Узбекистана: ведь более 50 % его населения живут в кишлаках, окруженных хлопковыми полями, т. е. землями, где пестициды «не меряны».

Их среднее содержание в почвах и растениях других заповедников приближается к ПДК, но максимальное часто превышает ее. Даже в окрестностях высокогорного ледника Абрамова обнаружены ДДТ

и ГХЦГ, и если в 1985 г. их количества не были значительными, то годом раньше содержание ДДТ составило 0,428 мг/кг (4,3 ПДК). Бури, посвирепствовав, затухают, пестицидная же буря над Узбекистаном длится уже не один десяток лет. В жаркие и сухие лето и осень пестициды выдуваются ветром вместе с почвенными частицами и, как видим, попадают в самые разные ландшафты.

Многочисленными опытами доказана способность хлорорганических пестицидов переходить из окружающей среды в сельскохозяйственные продукты, растительные и животные организмы и достигать человека. Если корова с кормами ежедневно получает 0,5 мг/кг ДДТ, то в молоко попадает примерно 1,5 % инсектицида. В целом же концентрация ДДТ в молоке зависит от поглощенной дозы и может достигать 29,8 % суточного количества. Нетрудно представить, как сказывается загрязненность кормов на телятах, когда они питаются только молоком.

Мы, потребляя молоко и молочные продукты, не знаем ежедневно поглощаемой дозы пестицидов, но, судя по приведенным здесь сведениям, в Узбекистане все элементы окружающей среды загрязнены пестицидами, а стало быть, обязательно присутствуют в молочных продуктах. К сожалению, мы сейчас не располагаем данными регулярных анализов. Однако иногда появляющиеся в прессе публикации очень тревожны. Так, по сообщению Министерства здравоохранения Узбекистана, были случаи, когда на одном из молочных заводов Хорезмской области содержание ГХЦГ в молоке превысило ПДК в 40 раз, а на другом — в 44.

Основная часть жителей Бухары для питья употребляет воду Куюмазарского водохранилища, а для обеспечения питьевой водой населения Хорезмской области и Каракалпакии строится мощный трубопровод от Тюямуянского водохранилища. Но как видно из табл. 1, качество воды в этих водохранилищах абсолютно не соответствует санитарным нормам. Жители Бухары уже сейчас подвержены действию высоких доз пестицидов, а над здоровьем многомиллионного населения, живущего в низовьях Амударьи, нависла опасность.

Более чем 40-летнее применение сильноотоксичных химикатов нанесло природе Узбекистана огромный ущерб. В хлопководческих хозяйствах численность полезных почвенных микроорганизмов уменьшилась в 3—6 раз, насекомых — в 6—10, многие виды стали очень редкими. Дождевые черви почти исчезли, так как на хлопковых полях вносилось в среднем 54,4 кг/га пестицидов, а известно, что эти почвенные животные погибают при нагрузке ДДТ, равной 28 кг/га. В отличие от полезных микроорганизмов, число вредных видов в несколько раз увеличилось, и в результате возникли благоприятные условия для распространения различных болезней хлопчатника, в частности вилта, которым заражено более 50 % хлопковых полей.

Непомерная пестицидная нагрузка привела к тому, что природа, окружающая среда, продукты питания в районах орошаемого земледелия, где сосредоточено 90 % населения Узбекистана, загрязнены ядохимикатами. Отсюда рост множества заболеваний.

На основе многочисленных исследований генетики утверждают, что многие пестициды обладают мутагенной активностью. Накопление в человеческом организме ядохимикатов может привести к уродствам или смерти плода. Уже сейчас, отмечают генетики, в Узбекистане каждый десятый ребенок генетически отягощен⁴. Что будет дальше, каковы отдаленные последствия «пестицидной бури» для населения? Трудно ответить на этот вопрос. Однако ясно одно. Если наше отношение к природе останется прежним, а правительство не примет кардинальных решений, которые мы будем неукоснительно выполнять, число искаленных пестицидами людей из года в год будет расти, и в конечном итоге среди населения «экологически больных» регионов не останется здоровых людей. За загрязнение окружающей среды расплачиваются не только те, кто попустительствовал этому или безмолвно стоял в стороне, но и их потомки.

⁴ Солдатов П. К. и др. Генетические последствия применения пестицидов в хлопководстве // Тез. докл. Всесоюз. симп. «Охрана окружающей среды в химической и нефтехимической промышленности по производству минеральных удобрений». Самарканд, 1983. С. 26.

Полеты по программе «Спейс шаттл»

С. А. Никитин

Москва

Учитывая интерес определенной группы читателей «Природы» к американским исследованиям по программе «Спейс шаттл», предлагаем вниманию краткий обзор пяти космических экспедиций, состоявшихся в июне—декабре 1992 г. (48—52-й полеты), который подготовлен нашим постоянным автором по этой тематике.

48-й ЗАПУСК «Спейс шаттл»¹, в котором использовалась (в 12-й раз) орбитальная ступень «Колумбия», состоялся 25 июня 1992 г. в 20 час. 17 мин. (по московскому времени) с космодрома на м. Канаверал (штат Флорида, США). «Колумбия» вышла на близкую к расчетной круговую орбиту высотой 295 км и наклоном 28,5°. На борту космического корабля находился экипаж из семи астронавтов: Р. Ричардсон (командир), К. Бауэрсокс (пилот), Бонни Данбар, Элен Бейкер и К. Мид (специалисты по операциям на орбите), Д. Делукас, Ю. Тринх (специалисты по полезной нагрузке); трое из этого экипажа — Бауэрсокс, Делукас и Тринх — впервые совершали полет в космос.

Основная задача экспедиции состояла в проведении экспериментов в области космического материаловедения. Они осуществлялись с помощью аппаратуры Лаборатории микрогравитации (USML-1 — US Microgravity Laboratory-1), которая включает приборы для проведения 31 эксперимента — от изучения поведения различных жидкостей в невесомости до производства кристаллов в условиях микрогравитации в целях их возможного использования в полупроводниковой технике. Кроме того, на борту «Колумбии» находился прибор для исследо-

вания процессов, происходящих в полимерных мембранах; в ходе этого эксперимента предполагалось изготовить полимеры, используемые в качестве фильтров во многих промышленных производствах. Наконец, экипажу предстояло провести эксперимент по любительской радиосвязи (обмен информацией со школьными радиолюбителями).

Экспедиция «Колумбии» планировалась как наиболее длительная в истории полетов по программе «Спейс шаттл»: ее расчетная продолжительность составляла 12 сут 20 ч 28 мин. Следует отметить, что орбитальная ступень «Колумбия» является на сегодня единственным кораблем из всего флота шаттлов, который способен к длительным космическим полетам благодаря дополнительному оснащению емкостями с жидким водородом и кислородом в грузовом отсеке, новой системе удаления углекислого газа из кабины экипажа, большим запасам пищи и воды и т. п.

Экипаж «Колумбии» справился практически со всеми поставленными задачами, а возникшие трудности на выполнение исследовательской программы не повлияли.

Наибольший интерес представляют эксперименты с использованием аппаратуры микрогравитационной лаборатории, которые велись по четырем направлениям: материаловедению, физике жидкостей, физике горения, биотехнологии. Например, в технологической печи (при $T_{\max} \sim 1300^\circ\text{C}$) астронавты выращивали кристаллы CdZnTe , HgCdTe , GaAs и CdTe ,

которые широко используются в ИК-детекторах, применяемых в новейшем медицинском оборудовании, приборах ночного видения и как чувствительные элементы в некоторых типах телескопов.

Посадка «Колумбии» из-за погодных условий на авиабазе ВВС США Эдвардс (штат Калифорния) была отложена. Космический корабль совершил посадку 9 июля 1992 г. в 7 час. 43 мин. по местному времени, установив рекорд длительности полета по программе «Спейс шаттл» — 13 сут 19 ч 30 мин (предыдущий рекорд, установленный в январе 1990 г. тоже «Колумбией», равнялся 10 сут 21 ч 1 мин).

49-й полет проводился с 31 июля по 8 августа 1992 г. В качестве орбитальной ступени был использован космический корабль «Атлантис», на борту которого находился экипаж из семи астронавтов: Л. Шривер (командир), Э. Аллен (пилот), К. Николье, Марша Айвинс, Д. Хоффман (специалисты по операциям на орбите), Ф. Чанг-Диас и Ф. Малерба (специалисты по полезной нагрузке); Аллен, Николье и Малерба совершали полет в космос впервые. К. Николье — гражданин Бельгии, представитель Европейского космического агентства, Ф. Малерба — гражданин Италии, представитель Итальянского космического агентства.

Программой этого полета шаттла предусматривалось опробовать развертывание спутни-

© Никитин С. А. Полеты по программе «Спейс шаттл».

¹ Space shuttle означает «космический челнок»; о 47-м полете по программе «Спейс шаттл» см.: Природа. 1992. № 9. С. 104—105.

ка «TSS-1» («Tethered Satellite System-1») на гибком проводящем тросе длиной 20 км (диаметр троса 0,25 см). Сам спутник массой 500 кг был разработан и изготовлен в Италии, трос и система развертывания созданы в США. Национальное управление по аэронавтике и исследованию космического пространства США (НАСА) и итальянское космическое агентство совместно выбрали для спутника «TSS-1» 12 научных экспериментов, в которых предполагалось: продемонстрировать надежность гибкой системы привязки спутника и системы развертывания; изучить возможность генерирования в гибком проводящем тросе электроэнергии высокого напряжения при механическом перемещении троса сквозь магнитное поле Земли; определить электродинамические свойства проводящих гибких систем, а также продолжить исследования физических процессов в ионизированной плазме ближнего околоземного пространства. Экспериментам со спутником «TSS-1» придавалось в программе полета «Атлантиса» важное, ключевое значение в качестве первого шага в направлении использования гибких привязных проводящих космических систем в будущем, в частности, в целях получения электроэнергии для проектируемой космической станции «Фридом». Экипаж «Атлантиса» успешно справился с этой задачей.

Вторая основная задача экипажа состояла в запуске спутника-платформы «Эврика-1», созданной учеными и специалистами Европейского космического агентства и находившейся в грузовом отсеке «Атлантиса». Стартовая масса спутника 4491 кг; его диаметр 4,5 м, длина 2,54 м; размеры панелей солнечных батарей 20×3,5 м, а вырабатываемая ими электроэнергия 5 кВт.

«Эврика-1» отделилась от космического корабля на высоте 425 км; в дальнейшем с помощью собственной двигательной системы она была переведена на операционную орбиту высотой 515 км. Предполагалось, что через 6—9 мес. полета «Эврика-1» снизит свою орбиту, где будет захвачена другим шаттлом

и в грузовом отсеке возвращена на Землю.

На «Эврике-1» установлена научная аппаратура для проведения 15 экспериментов в области космического материаловедения, радиобиологии, жизнедеятельности в условиях космоса. Астронавты осуществили, в частности, эксперименты по кристаллизации белка, определению уровня воздействия космической радиации на живые организмы; на низких околоземных орбитах изучали воздействие молекул кислорода на различные конструкционные материалы; был испытан также новый метод охлаждения для использования его в будущих космических кораблях.

Эти эксперименты и научная аппаратура для их проведения разработаны учеными и специалистами Бельгии, Великобритании, Германии, Дании, Италии, Нидерландов и Франции.

В 50-м полете по программе «Спейс шаттл» был использован космический корабль «Индевор», который стартовал с космодрома на м. Канаверал 12 сентября 1992 г. с экипажем из семи астронавтов: Р. Гибсон (командир), К. Браун (пилот), М. Ли, Дж. Элт, Джейн Дэвис, Мей Джемисон (специалисты по операциям на орбите), М. Мори (специалист по полезной нагрузке); Браун, Дэвис, Джемисон и Мори впервые совершали полет в космос. Следует отметить, что М. Мори — гражданин Японии, а Мей Джемисон — первая чернокожая женщина-астронавт США.

Полет «Индевора» был посвящен исключительно научным целям. В грузовом отсеке шаттла была размещена космическая лаборатория «Спейс-слаб» («Spacelab-J») с научной аппаратурой, предназначенной для экспериментов в области космического материаловедения, космической биологии и медицины. Лаборатория построена специалистами Европейского космического агентства; ее длина 7 м, масса около 1000 кг. Научная программа полета включала 43 эксперимента, 34 из

которых предложены учеными Японии, 7 — учеными США, а 2 разработаны совместно.

В области космического материаловедения проведены 24 эксперимента: выращивались кристаллы белка в двух устройствах, использующих два разных метода кристаллизации, и кристаллы пяти типов полупроводниковых материалов для электронной промышленности; в целой серии экспериментов исследовалось поведение различных жидкостей в условиях микрогравитации; изучались методы получения новых типов стекол и керамических материалов, а также возможности получения новых материалов с улучшенными свойствами из 10 исходных металлов и сплавов.

В области космической медицины и биологии проведено 19 экспериментов, в которых изучалось воздействие факторов космического полета на клетки биологических объектов (включая животных), влияние невесомости на развитие живых организмов, на физиологические функции человека; серия экспериментов была посвящена исследованию воздействия радиации на различные биологические объекты.

Экипаж продолжил также эксперименты по любительской радиосвязи, что стало уже традиционным в полетах по программе «Спейс шаттл».

В период проведения экспериментов «Индевор» находился на круговой орбите высотой около 300 км и наклоном 57°. Расчетная продолжительность экспедиции составляла 6 сут 20 ч 36 мин, однако полет был продлен на сутки, и «Индевор» совершил посадку на м. Канаверал 20 сентября 1992 г.

51-й полет состоялся 22 октября — 1 ноября 1992 г. В качестве орбитальной ступени снова был использован космический корабль «Колумбия», который стартовал с космодрома на м. Канаверал, имея на борту экипаж из шести астронавтов: Д. Уитерби (командир), М. Бейкер (пилот), Ч. Вич, У. Шеперд, Тамара Джерниган (специалисты

по операциям на орбите), С. Маклин (специалист по полезной нагрузке; он был третьим по счету гражданином Канады, совершавшим полет на шаттле).

В этом полете основной полезной нагрузкой «Колумбии» был компактный лазерный гео-динамический спутник «Лагеос-2»; он размещался в грузовом отсеке шаттла и на второй день был запущен в самостоятельный полет, когда «Колумбия» находилась на орбите высотой около 300 км и наклоном 28,45°.

Спутник «Лагеос-2», имеющий массу 405 кг, представляет собой сферу диаметром 60 см, изготовленную из алюминия с латунным сердечником (выбор этих материалов вызван стремлением минимизировать воздействие на «Лагеос» магнитного поля Земли). На поверхности спутника размещены 426 призм: 422 — из стекла, 4 — из германия (для предстоящих лазерных экспериментов).

Назначение призм — отражать лазерный луч, посланный с Земли, что позволяет с высокой точностью измерять расстояние между наземной станцией и спутником, различными точками на Земле, а это, в свою очередь, дает возможность проводить широкую научную программу исследований сейсмически активных зон, тектонических сдвигов, формы геоида и т. п.

«Лагеос-2» изготовлен Итальянским космическим агентством. После отделения от «Колумбии» спутник с помощью двух твердотопливных двигателей был выведен на промежуточную эллиптическую орбиту, а в точке ее апогея с помощью третьего двигателя переведен на круговую орбиту высотой 5900 км. Примерно на этой же орбите находится спутник «Лагеос-1», запущенный в 1976 г., но у них разное наклонение: у «Лагеоса-1» наклон орбиты к экватору составляет 110°, у «Лагеоса-2» — 52°.

Через 30 сут после размещения «Лагеоса-2» на операционную орбиту с ним была начата научная программа исследований, для чего НАСА задействовало 10 наземных станций, в том числе четыре мобильных.

Помимо запуска спутника «Лагеос-2» астронавты выполни-

ли в этом полете несколько серий экспериментов с использованием различных блоков научной аппаратуры. Так, с помощью приборов микрогравитационного блока они изучали процессы, происходящие при переходе жидкого гелия в сверхтекучее состояние; на американско-французском приборе «Мефисто» изучали поведение металлов и полупроводников в точке перехода из жидкого состояния в твердое в условиях микрогравитации. При выполнении этого рода экспериментов специальная система вела точные измерения ускорения и передавала их наземным станциям. С использованием блока канадских приборов проведен ряд экспериментов в области космического материаловедения, космической биологии и медицины.

Некоторые эксперименты осуществлялись астронавтами на коммерческой основе (по кристаллизации белка, выращиванию кристаллов полупроводников из газообразной фазы и т. п.).

«Колумбия» совершила посадку 1 ноября 1992 г. на космодроме м. Канаверал; расчетная продолжительность полета — 9 сут 20 ч 54 мин.

риментов включало: медицинскую программу изучения воздействия микрогравитации на клетки; сбрасывание с борта шаттла металлических сфер диаметром 5, 10 и 15 см, с тем чтобы выяснить возможность обнаружения с Земли потенциально опасного космического мусора на низких околоземных орбитах; изучение возможностей наблюдения человеком из космоса различных наземных процессов и явлений; измерение уровней и типов радиации, наблюдаемых в ходе полета в кабине экипажа, и ряд других. Многие из медико-биологических экспериментов были осуществлены в этом полете в плане подготовки к запуску в конце этого десятилетия космической станции «Фридом».

Таким образом, как и планировалось, НАСА США осуществило в 1992 г. восемь полетов по программе «Спейс шаттл», при этом в качестве орбитальных ступеней были использованы все четыре космических корабля — «Колумбия», «Дискавери», «Атлантис» и «Ин- девор».

52-й полет по программе «Спейс шаттл» состоялся 3—9 декабря 1992 г. В качестве орбитальной ступени использовался космический корабль «Дискавери», на борту которого находился экипаж из пяти астронавтов: Д. Уолкер (командир), Р. Кабана (пилот), Г. Блуфорд, Дж. Восс, М. Клиффорд (специалисты по операциям на орбите); Клиффорд впервые совершал полет в космос. Это был 15-й полет корабля «Дискавери» и первый — после его ремонта и модернизации.

Полет выполнялся по программе министерства обороны США в обстановке строгой секретности, поэтому в официальных материалах НАСА ничего не сообщается о полезных нагрузках и экспериментах военного характера.

Большое число дополнительных исследований и экспе-

«Я смотрю на происходящее оптимистически»

В БАХМЕТЬЕВСКОМ архиве Колумбийского университета (США) хранятся подлинники писем академика Владимира Ивановича Вернадского (1863—1945) к детям — сыну Георгию и дочери Нине. Научная и биографическая ценность этих автографов бесспорна; по своему характеру они нередко напоминают дневниковые записи. Необычайно широк круг затрагиваемых проблем — от биогеохимии и медицины до русской истории. Но самое интересное в них — возможность восстановить ту непростую атмосферу, в которой ученому приходилось жить и творить.

...Уже началась мировая война, и вскоре ее пламя запылало на просторах отчины. В это драматическое время с особой силой проявился гуманистический характер мышления и мировоззрения Вернадского, его независимость от всякого рода идеологических догм и штампов, которые пронизывали тогда духовную жизнь страны. Интеллектуальное мужество этот замечательный человек черпал в своей идее ноосферы — неизбежности наступления на Земле эпохи творящего добро Разума. Эта вера помогала ему, говоря его словами, «среди дикого варварства, охватившего мир» спокойно смотреть в будущее.

Несколько слов о детях. Георгий Владимирович Вернадский — крупнейший ученый-историк, родился в 1887 г. в Петербурге. В 1910 г. окончил исторический факультет Московского университета, получил степень магистра и стал приват-доцентом Петроградского университета. После революции преподавал сначала в Перми, а в 1918—1920 гг. — в Симферополе. Состоял в партии кадетов. В 1920 г. возглавил отдел печати в правительстве Врангеля в Крыму. Одновременно с врангелевскими войсками переехал из Крыма в Стамбул, затем в Афины. В 1923 г. в Праге стал членом Русской учебной коллегии, профессором Русского юридического факультета и членом-учредителем Кондаковского института и одновременно являлся видным деятелем «евразийского» движения. В 1927 г. по приглашению Йельского университета в Нью-Хейвене Георгий переехал в США:



В. И. Вернадский в годы войны, в Боровом.

там он много лет работал ассистентом, а в 1946 г. получил звание профессора. Читал лекции и в других университетах США — Станфордском, Гарвардском, Колумбийском, Университете Джона Гопкинса и др. Основная область исследований Георгия Владимировича — средневековая и ранняя русская история. Кроме того, он внес существенный вклад в изучение истории Азии и Византии. Наиболее известная его работа — однотомная «История России», выдержавшая пять изданий. Из задуманного им 10-томного курса русской истории он успел написать пять томов. Скончался Георгий Владимирович Вернадский в 1973 г.

Нина Владимировна Вернадская — врач-психиатр, родилась в Москве в 1898 г. Окончила Военно-медицинскую академию в Петрограде. В 1922 г. вместе с отцом, который по линии Академии наук отправил-



В. И. и Н. Е. Вернадские с детьми Георгием и Ниной. Рядом с Н. Е. Вернадской ее брат П. Е. Старицкий.

ся в научную командировку, выехала во Францию. В конце 1925 г. в Праге она вышла замуж за русского эмигранта Николая Петровича Толля, по профессии археолога, и осталась с мужем в Чехословакии. В 1929 г. у нее родилась дочь Татьяна. Угроза мировой войны вынудила Нину Владимировну с

семьей переехать в США. Здесь она завершила медицинское образование, практиковала в больницах штата Коннектикут, а затем возглавила в Мидлтауне частную психиатрическую клинику. Нина Владимировна Толль-Вернадская скончалась в 1987 г.

Время последних свиданий В. И. Вернадского с детьми: с сыном — 1932 г., под Прагой, с дочерью — ноябрь 1936 г. в Праге.

Письма публикуются впервые.

В. И. Вернадский — детям. Письма 1941 года

1

Г. В. Вернадскому
Москва. 21.I.1941.

Дорогой мой, как время быстро идет — уже начинается 1941 год. Твои авиа очень удобны, третьего дня мы получили твое письмо-авиа от 14.XII, а Ниночки от 22.XI. Мама ходит с палочкой по комнатам¹. Большие морозы (сегодня $>20^{\circ}\text{C}$) нам обоим не дают возможности гулять. Рентген показал, что срослись кости хоро-

шо. 18.XII тебе послана «Правда Русская»². Сегодня посылаем 2 пакета. Выходит очень много интересного и, несомненно, работа улучшается. Вновь и на Украине (положение) восстановилось. Книжку Насонова посылаю³. Просмотрел — написана слабо, но, мне кажется, тебе будет интересна. Жизнь берет свое, и в общем уровень повышается. Мы оба болеем временами, но не можем жаловаться, учитывая возраст. Много раз просил Ниночку прислать мерку роста

Танюши — не могу ее конкретно представить⁴. Пришли. Болел ангиной — сейчас поправился. Работаю хорошо. Сейчас над V выпуском «Проблем биогеохимии»⁵ и в Лаборатории⁶. Может быть, и удастся еще что-нибудь закончить. Но мысль моя совсем молодая и ни малейшего ее ослабления не чувствую — но физически, конечно, сдаю. Имею персональную машину и только благодаря этому могу работать более плодотворно. Я писал тебе, что не получил одной твоей статьи, которая меня заинтересовала. Пришли. Вырезки присылай, давно не было.

Мне хотелось бы дожить, чтобы закончить некоторые выводы моей жизненной работы. Очень хотелось бы закончить статью о ноосфере⁷. Я считаю, что исторический прогресс человечества есть проявление эволюционного процесса планетного характера и «случайности» человеческой истории не могут нарушить его направленность. Основная идея Дана — дяди того, которого ты знал⁸.

Нежно обнимаю. Пиши. Целую Танюшу. О ней черкни. Любящий отец и дед.

¹ Вернадская (Старицкая) Наталья Егоровна (1860—1943) — жена В. И. Вернадского. 3 июня 1940 г. в академическом санатории Узкое, зацепившись за ковер, упала и сломала бедро. Несколько месяцев находилась на излечении сначала в Кремлевской больнице, а затем дома в Москве.

² «Русская Правда» — свод древнерусского права эпохи Киевского государства и феодальной раздробленности; первый том ее был издан в 1940 г.

³ Насонов Арсений Николаевич (1898—1965) — историк, специалист по истории России феодального периода, исторической географии, источниковедению и археологии; здесь имеется в виду издания в 1940 г. книги А. Н. Насонова «Монголы и Русь».

⁴ Толль Татьяна Николаевна (р. 1929) — дочь Н. В. Толль-Вернадской и Н. П. Толля, внучка В. И. и Н. Е. Вернадских.

⁵ В 1934—1940 гг. отдельными изданиями вышли четыре выпуска «Проблемы биогеохимии» В. И. Вернадского. См.: Вернадский В. И. Проблемы биогеохимии. М., 1980. С. 85—178.

⁶ Биогеохимическая лаборатория АН СССР, директором которой В. И. Вернадский являлся с 1928 г. Ныне — Институт геохимии и аналитической химии им. В. И. Вернадского Российской академии наук.

⁷ Статья «Несколько слов о ноосфере» составила последний, VI выпуск «Проблем биогеохимии». Впервые опубликована в 1944 г. в журнале «Успехи современной биологии». Впоследствии неоднократно переиздавалась.

⁸ Дана Джеймс (1813—1895) — американский геолог, минералог, кристаллограф, профессор Йельского университета в Нью-Хейвене. В теории эволюции органического мира выдвинул высоко ценившийся В. И. Вернадским эмпирический принцип цефализации, согласно которому развитие животных идет в направлении усложнения нервной системы от низших организмов к высшим. Племянник Дж. Дана — вероятно, Э. Дана, геолог и минералог, профессор того же университета.

2

Н. В. Толль-Вернадской
18.11.1941. Москва

2 Дурновский, 16, кв. 2

Дорогая моя Ниночка, так радостно получать от тебя письма. 3 (письма) от 29.XII и одно от 4.I. Ни одно письмо за 1940 год не пропало. Я все не оправляюсь от кровоизлияния в мышцы сердца в сентябре (прошлого года) и все же работаю хорошо и много. Делаю доклад о космической пыли в Метеоритном Комитете, где я председатель¹. Работаю над V выпуском «Проблемы биогеохимии». Посылаю тебе (...) ², Пушкина VIII. 2³. Я надеюсь, что ты привезла его из Праги. Это академическое издание — другой экземпляр я послал Георгию. (На) Психиатрический медицинский журнал уже опоздал подписаться — весь тираж разошелся. Посылаю тебе «Природу» и медицинские журналы. Посылки номерованы — проследи. В. Василевская, моему, сейчас первоклассная польская писательница. Здесь она имеет большой, моему, заслуженный успех. Конечно, Танечка должна писать левой рукой⁴. Я считаю, что правизна-левизна — основное свойство организма — лежит в основе всех физико-химических свойств, зависит от состояния пространства как бактерии, так и человека, дуба, слона. Сейчас выясняется очень яркое различное отношение организмов к С, Н, О, N и К. Начинаю работать в тесной связи с биологами и стараюсь (наладить связи) с медиками. Очень углубленно работает моя мысль. Напиши название (и улицу) школы Танюши и точно, когда она туда поступила? Я сделал отметку роста Тани. Обе Сонечки — ее кузины — на год моложе (ее), но выше на 8 сантиметров.

Целую. Любящий отец и дед.

Танечка не ответила на мое письмо.

¹ Доклад вскоре был опубликован: См.: Вернадский В. И. О необходимости организованной научной работы по космической пыли // Проблемы Арктики. 1941. № 5. С. 55—64.

² Слово неразборчиво.

³ Пушкин А. С. Полн. собр. соч. Т. 8. Ч. 2. Романы и повести. Путешествия. М., 1940.

⁴ Внучка В. И. Вернадского оказалась от рождения левойшей, что ее родителями не сразу было замечено.

3

Г. В. Вернадскому
Москва. 18.11.1941.

Напиши мне, пожалуйста: 1) день, месяц, год, когда ты начал свою работу в Ялесском университете, 2) когда ты был у

Э. Дана?¹ 3) когда возобновился твой контракт в Университете и на сколько лет и т. д. до сегодняшнего дня, 4) когда ты купил клочок земли — где и как он называется, 5) когда ты работал в Калифорнии и где именно. Я посылаю тебе книги — нумерую пакеты; аккуратно ли получаешь — извещай. Мне кажется, жизнь берет свое и много выходит интересного.

Мне хотелось бы, особенно, чтобы ты прочел в «Проблемах биогеохимии» мой очерк VI «О ноосфере», но я его еще не начал писать — но много, десятилетиями об этом думаю². Это — биогеохимическая основа исторического процесса, как он, по моему, вытекает из всей моей научной концепции. Я, конечно, не успею написать всю книгу, о которой стал думать в 1916 году (теперь 25 лет назад) и которую начал писать в 1936 году³. Теперь вижу, что ее не напишу, но хочется дать главное из нее в виде «Проблем биогеохимии» — теперь пишу V выпуск. (...)

¹ См. примечание 8 к письму 1.

² См. в этой связи: Вернадский В. И. Биосфера и ноосфера. М., 1989. С. 151—253 (Часть II. Фрагменты из научных трудов, статей, писем и дневников В. И. Вернадского, отражающие зарождение и развитие его идей о переходе биосферы в ноосферу.)

³ С 1916 г. Владимир Иванович приступил к систематическому исследованию проблем живого вещества, биогеохимии и биосферы, что нашло отражение в большой серии работ (книг, очерков, статей), не все из которых еще опубликованы, или опубликованы частично. В 1936 г. Вернадский начинал¹ работать над итоговой «книгой жизни», как он ее называл. Окончательное ее название — «Химическое строение биосферы Земли и ее окружения». Обширное введение к книге — «Научная мысль как планетное явление» — было завершено в 1938 г. Как книга, так и введение к ней публиковались неоднократно, однако полное академическое издание обоих трудов, тем более под одной обложкой, как это и задумывалось автором, — дело будущего.

4

Н. В. Толль-Вернадской
Москва. 19.II.1941.

(...) Я написал тебе на днях открытку, но сейчас пишу еще, так как не отозвался на одно из твоих писем. Я очень сочувствую твоему массажу — и особенно тому, что ты хочешь применить китайскую практику — обратить на нее внимание, как врач. Я думаю, что здесь еще много может быть введено нового. Пришли мне твои точные даты, когда ты поступила на филологический факультет и где, когда на медицинский и где. Когда стала практиковать и где.

Мама тебе часто пишет, и ты в курсе нашей жизни. Я только что кончил свой доклад о космической пыли, хочу 28 февраля выступить в Метеоритном Комитете. Мне кажется, здесь я подхожу к общепригодным выводам и наряду с проблемами биогеохимии и изотопами подхожу к новому и большому. Но физически далеко еще не вхожу в колею, и, очевидно, моя теперешняя колея (78 лет) должна быть перестроена. Это я и сделаю. Я считаю, и очень этим обеспокоен, что надо Танечку больше держать в знании русской культуры. Надо, чтобы она не забывала писать (по-русски). Еще раз: она должна писать левой рукой. Леонардо да Винчи писал и картины левой рукой. Тут я думаю, что знаю больше врачей. (...)

5

Г. В. Вернадскому
(Москва) 27.IV.1941.

(...) Я посылаю тебе на днях посылку книг № 8. Для Танечки я подписался на журнал «Наша страна». Мне кажется, что тебе тоже будет интересно его посмотреть. Сердечный процесс у меня заставляет меня очень сдерживаться в работе, и я хотел бы закончить целых пять работ. Одну из них — 5-й выпуск «Проблем биогеохимии» на днях кончаю, и в связи с ним организуется работа для выяснения химического состава биосферы Московского Округа до глубины, по крайней мере, 2-х километров. Очень много времени занимают мою мысль метеориты, председателем комитета которых я являюсь. Я очень прошу тебя, если можно достать антиквар: J. Le Conte. The Autobiography.—Ed. W. Armes. 1903¹. Это калифорнийский профессор, очень интересный геолог, психолог, давно умерший и, мне кажется, один из предшественников тех идей, которые я теперь развиваю.

Здоровье мое пошатнулось, надо только стараться, чтобы удержаться на этом уровне, так как сейчас я нахожусь в состоянии научного творчества. И моя, и работа в Лаборатории идет очень хорошо. На днях надеюсь послать тебе несколько моих небольших работ и вслед следующую посылку книг. «Пан Холяско», кажется, вышел новым изданием. «Историю Украины» высылаю. (...)

¹ Леконт Джозеф (1823—1901) — американский геолог, ввел понятие психозойской эры в качестве характеристики современной стадии геологической эволюции.

6

Н. В. Толль-Вернадской
(Москва) 27.IV.1941.

⟨...⟩ На днях хочу тебе написать и послать большое письмо в связи с моим здоровьем, так как я думаю, что мои наблюдения не являются безразличными для такого думающего врача, как ты. Мне приходится иметь сейчас дело, кроме сердца и глаз, еще с невропатологом. В старости повторились некоторые явления, которые были у меня в молодости, и, мне кажется, мои самонаблюдения могут представлять научный медицинский интерес. Буду диктовать от времени до времени и посылать по частям. ⟨...⟩

7

Г. В. Вернадскому
Москва. 19.V.1941.

⟨...⟩ Пишу несколько слов. Завтра мы с мамой переезжаем в Узкое, вероятно, на 2—3 месяца¹. Мне предлагают поместить некоторые из моих работ за границей — переводы будут сделаны. Я член American Associated Society for Advance of Science. Могу, конечно, напечатать в их изданиях, но я бы хотел издать по-английски всю мою серию «Проблем биогеохимии». Может быть, ты укажешь, в какие Издательства можно обратиться. Я сейчас работаю над 5-м выпуском, который летом, если здоровье позволит, кончу. Здоровье мое (эндокардит) очень ненадежно, и я не знаю, как много я смогу закончить. Годы большие. 16-го внезапно умер Иван Михайлович². Он собирался приехать к нам. Хотел закончить свои неоконченные работы. Маша и Катя³ остались одни. Он, правда, старше — и быстро уходят сверстники. Его работы будут напечатаны, но главное не закончено. Мне бы хотелось издать ⟨на английском языке⟩ мои «Биогеохимические очерки»⁴ и 5 выпусков моих «Проблем». Работа у меня идет очень хорошо и подхожу в Лаборатории к крупным результатам. ⟨...⟩

¹ Подмосковный санаторий АН СССР. В настоящее время находится в черте города.

² Гревс Иван Михайлович (1860—1941) — историк, основатель петербургской школы медиевистики, профессор Высших женских курсов (1892—1918) и Петербургского университета (1899—1941), друг В. И. Вернадского.

³ Гревс (Зарудная) Мария Сергеевна (1860—1941) — выпускница Высших женских курсов, педагог, общественный деятель, жена И. М. Гревса, двоюродная сестра Н. Е. Вернадской; Гревс Екатерина Ивановна (1887—1942) — дочь И. М. и М. С. Гревсов.
⁴ «Биогеохимические очерки» В. И. Вернадского вышли отдельной книгой в академическом издательстве в 1940 г.

8

Н. В. Толль-Вернадской
Узкое. 20.V.1941.

⟨...⟩ Сегодня мы получили твои 2 письма от 22 и 23 марта, где ты пишешь о поразившем тебя изменении поведения Танечки, когда ей позволили писать левой рукой. Я тебе говорил об этом давно. Обрати внимание на то, что одновременно у нее должно быть изменение в правом глазу. Я не помню, в чем дело, — но ты найдешь это в книге: Ludwig (в Галле) Rechts-links Problem in Thierreich. Не отсюда ли совпадение с зеркальным зрением? У Ludwig'a дана литература — это довольно сумбурная книга, и обобщающая способность его слаба. Есть дополнение его же в Zeitschrift der Zoologie Geschichte (конца 1930-х годов).

Как ты знаешь (если ты прочла мои «Проблемы биогеохимии» — об отличии живого и косного и о правизне и левизне), что я считаю это явление — основным явлением, отличающим пространство-время организма от пространства-времени косных (мертвых) природных тел. В этих последних в одном и том же евклидовом пространстве должны образовываться в одинаковом количестве правые и левые кристаллы. Кристаллы молекулы и состоят из атомов — в правых кристаллах, располагающихся в правых спиральях, в левых — в левых.

Почти одновременно с твоим письмом я переживаю результаты моей работы.

Уже с 1928 года в моей Лаборатории, или в связи с ней, производятся исследования правых и левых тел в организмах. Все белки растений и животных (и человека) — стерически левые. Это значит, что жидкие белки вращают плоскость поляризации влево, а аминокислоты, их распадением полученные, дают левые кристаллы. В действительности эти физические признаки не определяют явления. Ибо сахар (глюкоза) у живого вращает (плоскость поляризации света) вправо — левизна не встречается, но глюкоза стерически левая —

как и белки. Стерически в стереохимических формулах (...)»¹.

Я попытался добиться исследования право- и левозавернутых моллюсков. Никто никогда эти белки не исследовал! Были года два назад исследованы белки раковин (скорлупок) улиток в здешнем Университете у профессора Кизеля (биохимик)². К удивлению, получились левые и у тех, и у других. Но эти белки очень простые — продукты отброса. Поэтому Кизель (очень трудная работа) выделил белок самой улитки — получились левые!

Одновременно в связи со мной молодой талантливый зоолог Гаузе³ в Университете работал над бактериями и правыми, и левыми. Оба развивались только на левой аминокислоте — и не трогали правую. Так как в это время начались работы над раковыми опухолями, где Кегль⁴ нашел правые аминокислоты — то Гаузе исследовал энзимы. Правые бактерии дают правые, левые — левые. Сейчас (это все) проверяется, но ты видишь, какие большие выводы получаются и как я заинтересован.

Я считаю, что в том пространстве-времени, которое занято телом живых организмов, расщеплены разные пространства для левых и правых кристаллов — это не Эвклидово, а одно из Римановских пространств. Прочти мои «Проблемы».

Удивительно, я как бы подвожу итоги жизни — ряд очень больших достижений моей Лаборатории и к концу жизни — 78 лет при эндокардите! По-видимому, результаты моего труда и мысли не пропадут, так как работа вся в ходу. Очень важны и для медицины. Выяснилось резкое отличие изотопов у живых организмов от косных тел, особенно тяжелого кислорода — O¹⁸ (обычный O¹⁶).

Но и в области, в которой я работал в 1888—1890 гг., получался, по-видимому, раствор каолина. Это, по-моему, перевернет весь синтез силикатов и их понимание.

Не знаю, хватит ли лично мне (времени) дожить до этого, — но дело в надежных руках. <...>

В Ленинграде 16 мая на посту скончался Иван Михайлович Гревс. Работал до 11 вечера, а утром рано умер. <...>

9

Г. В. Вернадскому
(Москва) 9.VI.1941.

<...> Диктую маме, лежа в постели. Сегодня у меня опять не в сильной степени, как они говорят, спазма в мускулах сердца. Я никак не могу прийти в себя после сильной спазмы, бывшей у меня 17 сентября (прошлого года).

А между тем я нахожусь в полном расцвете умственных сил, и учреждения, во главе которых я стою, — Биогеохимическая лаборатория, Метеоритный Комитет, Комиссия по изотопам и Комитет по минеральным водам — работают очень хорошо. В последнее время скопился ряд новых важных результатов. Я веду и свою собственную работу, возвращаюсь к эпохе молодости — к силикатам. Имею личного секретаря¹ и молодого экспериментатора, очень выдающегося человека², с которым я работаю по силикатам. Если бы не болезнь, я бы не чувствовал своих 78 лет. <...>

¹ Шаховская Анна Дмитриевна (1889—1959) — личный секретарь В. И. Вернадского, дочь его друга Д. И. Шаховского.

² О ком идет речь, выяснить не удалось.

10

Н. В. Толль-Вернадской
9.VI.1941. Москва.

<...> Постоянно о вас всех думаю. Очень хотел бы, чтобы Танюся знала и украинский язык. Сейчас здесь есть интересная новая литература. Но она не должна забывать русский язык. Буду посылать «литературу» ей прямо. Пытаюсь достать ей томик Короленко для детей. Книги быстро раскупаются, несмотря на большие тиражи. Прочла ли ты томик Ванды Василевской, который я тебе посылал? Прочти непременно. Я считаю ее первоклассным писателем. <...> У меня есть для Н. П.¹ книга об Иранской выставке, бывшей в Ленинграде. Можно ли ее теперь послать? Она толстая и дорогая. <...> О своей научной работе я писал Георгию. Хочу тебе прибавить, что все больше углубляю назначение изотопов для медицины. В 2-х лабораториях ведутся в тесной связи опыты над калием, калием-три, разнородствующих на организм. <...>

¹ Два слова неразборчивы.

² Кизель Александр Робертович (1882—1948) — профессор Московского университета, биохимик.

³ Гаузе Георгий Францевич (род. 1910) — зоолог, микробиолог, ученик В. И. Вернадского.

⁴ Кегль Ф. — голландский физиолог.

¹ Толль Николай Петрович — археолог, муж дочери В. И. Вернадского.

Г. В. Вернадскому
Узкое. 18 июня 1941.

(...) Вчера получили твоё письмо от 1 июня. Очень были рады. Предыдущее, по-видимому, еще не дошло. Всегда ждем от вас всех известий — была карточка от Нины¹, Ниночки и Танечки. Ниночке писал недавно (т. е. отсюда) о правизне-левизне. Надеюсь получили (три открытки). Танечке ответу на днях. Ей книжки посланы и будут посылаться. Чувствую себя так себе — после моего выступления в Академии опять были последствия (не сильные). Но это, по-видимому, такое состояние, с которым в моем возрасте приходится считаться. Хорошо хотя бы то, что работа моя идет очень хорошо, а я чувствую себя в этой области жизни молодым.

Здесь очень интересные вышли работы о старости. Я когда прочту их, пришлю Ниночке (брошюру Богомольца — теперь президент Украинской Академии — ей послал давно) — очень интересные². Богомольец считает нормальным 125—150 лет (жизни)! Но это, конечно, не для моего времени, может быть, в ноосфере внуки начнут приближаться? Но я думаю, что по существу это правильно и реально.

Здесь были холода (исключительный год). Только что начинается лето. Любопытно, что совершенно верно был предсказан ход погоды за несколько недель. Сейчас работаю над 5-м выпуском «Проблем биогеохимии». (...) Иван Михайлович Гревс умер над «Тацитом»³. Мои сверстники быстро уходят. (...)

¹ Ильинская (Вернадская) Нина Владимировна — жена Г. В. Вернадского.

² Богомольец Александр Александрович (1881—1946) — патофизиолог, геронтолог, академик АН СССР, АН УССР, АН БССР, почетный член АН Грузинской ССР, в 1930—1946 гг. — президент Академии наук Украинской ССР, друг В. И. Вернадского; здесь имеются в виду брошюры А. А. Богомольца «Продление жизни» (Киев, 1940), «Проблема долголетия» (М., 1941).

³ Книга И. М. Гревса «Тацит. Жизнь и творчество» вышла посмертно в 1946 г. в академическом издательстве.

Н. В. Толль-Вернадской
Узкое. 21 июня 1941.

(...) Давно собираюсь написать тебе очерк моей болезни, так как я считаю, что эта

запись может иметь научное значение, но теперь мне хочется написать тебе о правизне-левизне, так как мне кажется, здесь получены большие результаты, которые расчищают путь. В ближайшем будущем надо ждать больших результатов.

Еще в Ленинграде в начале 1930-х годов я поставил изучение белков моллюсков — правых и левых разностей прудовых организмов. Выяснилось, что белки моллюсков совсем не изучены. Все белки организмов стерически левые и в растениях, и в животных. Сотрудник мой, специалист по белкам, не справился тогда с работой — трудности выделения оказались чрезвычайной величины. В 1934 г. Лаборатория моя переехала в Москву, и я вновь поставил эту работу. Как раз несколько лет назад в отрогах Тянь-Шаня молодой коллектор Университета нашел в разных долинах 100 % правых и 100 % левых моллюсков, близких по внешнему виду к большой садовой улитке. Но род совсем другой. Работу эту мы вели с молодым очень крупным биологом Г. Ф. Гаузе в лаборатории профессора Алпатова¹ в Университете и в биохимической лаборатории Университета у профессора Кизеля. Белки в моллюсках различные: в теле моллюска и в его раковине. Моя Лаборатория оплатила работу химиков под надзором Кизеля. Работали молодые студентки. В раковине и правых, и левых (3 вида) оказались особые интересные белки — все левые. Выделить белки тела молодым ученым не удалось. И в 1941 году сделал работу сам Кизель — белки оказались левые, совсем новые. Одновременно Гаузе вел работу над бактериями (колонии спиральные — правые и левые). (...) ² Казалось, вопрос был решен в отрицательном смысле. Но в это время в раковых опухолях были в Праге и в Голландии открыты в продуктах распада белков — правые аминокислоты и химики нашли прекрасный реактив для различных правых и левых энзимов. Все эти новые достижения были использованы Гаузе, и работа его поворотная. Ему удалось установить, что энзимы в правых стерильных бактериях правые, а в левых — левые. Открывается новое поле исследования. Белки в организмах стерически левые, но энзимы в левых и правых, по-видимому, иные. Пока еще в одном случае — но случаев в науке нет, и можно как будто бы просто стоять на этом логическом основании. Энзимы, так же как и организаторы, находящиеся в организмах в неболь-

шом количестве, играют в процессах жизни огромную основную химическую роль, хотя количество их невелико.

Я думаю вообще явления жизни связаны не только с химическими и физико-химическими процессами, но <и> с процессами атомными. Это ясно вытекает из того, что разные изотопы одного и того же элемента разное действуют в организме. В 1926 году <это> я выявил, исходя из эмпирических наблюдений, — как рабочую гипотезу. Сейчас можно считать это фактом для К, С, N, H и O. Опыты нашей лаборатории показывают, между прочим, что при хлорофилльном фотосинтезе концентрируется тяжелый кислород атомного веса 18, а не 16, как обычный кислород. <...>

¹ Алпатов Владимир Владимирович — биолог.

² Из-за неразборчивости написания одно предложение опущено.

13

Г. В. Вернадскому
18.VII.1941. Москва.

<...> Давно тебе не писал, но я знал, что мама вас держит в курсе нашей жизни. Сейчас мы должны были прервать наш отдых в Узком и мою работу над 5-м выпуском «Проблем биогеохимии», над которым я последнее время работал. Хотел бы еще закончить три выпуска следующих «Проблем биогеохимии». Не знаю, позволит ли возраст.

События мирового характера всколыхнули нашу личную жизнь, как пылинку, но на душе легко, что исторический ход событий, думаю, мирового характера, поставил нас вне того ложного положения, в которое мы встали во временном союзе с гитлеровской Германией. Сейчас основные принципы идеологии нашей страны и их — резкая непримиримая противоположность с фашизмом — исторически сказались, и я глубоко рад, что мы находимся сейчас в неразрывной связи с англосаксонскими демократиями. Именно здесь наше историческое место. Сталин здесь правильно указал, что 1,5 года передышки дали нам возможность подготовиться к неизбежному столкновению с фашизмом.

Для меня ясно, что мы стали исторически правильно в том глубоком процессе, который выявляется в биосфере в переходе ее в ноосферу. По окончании 5-го выпуска «Проблем» (о химическом составе

биосферы) я хочу обработать выпуск «Проблем» о Ноосфере. Мне кажется, впервые здесь проявление жизни в геологической оболочке — в биосфере — научно закономерно связывается с историческим процессом человечества. Разумная и целесообразно действующая жизнь человечества является геологической силой, перестраивающей планету. Сейчас мы только-только к этому подходим. То, что мы переживаем, еще никогда не переживалось человечеством. Мне кажется это естественно — исторический процесс, который подготовлен миллиардами лет. Эволюционный процесс имеет определенное направление — неуклонно, с перерывами, но вне движения вспять, в ходе геологического времени делается все более и более мощной центральная нервная система, последним представителем которой является человек. Этот процесс был открыт в 50-х годах <прошлого века> современником Дарвина — Дана (племянника которого ты знал)¹. По моему, роль Дана и его «энцефалоз» впервые мною устанавливается и выражается в ноосфере. Твой университет является центром его работы. Ноосфера установлена Ле Руа² и крупнейшим палеонтологом Шарден де Тельяром³ (теперь в Китае) в тесной связи с моими лекциями в Париже⁴. Станным образом работа Дана была совершенно забыта.

Мы, вероятно, временно уезжаем из Москвы, как тебе писала мама, но неизвестно еще куда, потому не пишите по тому адресу, который мама дала. <...>⁵

<...> Пишем вам всем вместе. У нас все хорошо и благополучно. Папино здоровье недурно, несмотря на ужасную жару и духоту. Вероятно, в самые ближайшие дни пришлем вам наш адрес. <...> Наш адрес: Климатическая станция Боровое Акмолинской области. Санаторий Боровое. Казахстан.

¹ См. примечание 8 к письму 1.

² Леруа Эдуар (1870—1954) — французский философ, математик, палеонтолог и антрополог.

³ Тейяр де Шарден Пьер (1881—1955) — французский философ, геолог и палеонтолог.

⁴ Имеются в виду лекции по проблемам геохимии, биогеохимии, учения о биосфере, которые В. И. Вернадский читал в Коллеж де Франс во время своего пребывания в Париже в научной командировке.

⁵ Далее следует приписка жены В. И. Вернадского — Н. Е. Вернадской.

14

Г. В. Вернадскому
Боровое. Госкурорт.
26.VII.1941.

⟨...⟩ Доехали благополучно до Борового, большого курорта в Казахской республике. Не знаю, как долго мы останемся здесь. Должен был прервать свою работу в Узком и сегодня начинаю ее продолжать здесь.

Работа моя — подведение итогов основных понятий геологии и геохимии — идет успешно, но экспериментальная часть — исследование химического состава осадочных пород Московского округа на глубину несколько километров, очевидно, может быть продолжена только по окончании войны.

По-видимому, мы теперь ближе к тебе на несколько дней. Давно не имели от вас писем и очень их ждем. Мы выехали из Москвы 16-го и сюда приехали 22-го. Мама писала Ниночке отсюда. Я дорогу перенес хорошо, но здесь мои сердечные неприятности проявились. Надеюсь, что быстро справлюсь.

Здесь мы имеем дело со своеобразным абразированным гранитным и гнейсовым древним хребтом Кокче-Тау, который некоторые геологи рассматривают как самую восточную часть древнего Урала. Значительная часть площади покрыта лесами с огромными озерами, чрезвычайно живописными. ⟨...⟩

15

Н. В. Толль-Вернадской
Боровое. Курорт. 28 августа 1941.

⟨...⟩ Вчера нам переслали из Москвы письмо Георгия от 29.VI. Мама вам пишет отсюда очень часто. Я написал тебе, Георгию, Танюсе — теперь 2-ое ⟨пишу⟩ тебе. Чувствую себя средне, все-таки мой эндокардит временами дает себя чувствовать. Я как-то к нему прилаживаюсь и работаю хорошо. Хотелось бы перед уходом ⟨из жизни⟩ кончить три работы¹.

Не знаю, останемся ли здесь на зиму или переедем в Казань, где находится моя Лаборатория. Как раз у меня сложились крупные важные обобщения и экспериментальная работа тоже шла хорошо. Здесь — без книг — я могу только обрабо-

тать текст без литературы и примечаний. В Боровом большая и недурная библиотека для больных (около 12 000 томов), но это беллетристика и текущая литература — не то, что надо. Посылаю тебе и Георгию оттиски последних работ Н. П.² Посылаю том «Трудов» Эрмитажа. Ты ничего не ответила ⟨о книге⟩ об Иранской выставке, которую я купил. А теперь она осталась в Москве — ее бомбят и всегда может пропасть.

Мама ⟨держится⟩ молодцом, много на воздухе гуляет. Здесь очень хорошо. Нашли ли Вы ⟨нас⟩ на карте? ⟨...⟩

¹ Имеются в виду итоговая, как ее называл В. И. Вернадский, «книга жизни» — «Химическое строение биосферы Земли и ее окружения», очерк о ноосфере и, вероятно, «Пережитое и передуманное» — автобиографическая книга, к работе над которой Владимир Иванович приступил в 1940 г.

² О ком идет речь, установить не удалось.

16

Н. В. Толль-Вернадской
30.IX.1941. Боровое.

⟨...⟩ Мы переехали в зимнее помещение, гораздо лучшее, в соседнем здании на горке, над озером Боровым. Недавно я послал тебе открытку — заказным и теперь посылаю — заказным же. Надеюсь, дойдет. Писал о переводе своих двух брошюр о правизне-левизне. Сейчас получаются очень глубокие и важные выводы. Теперь пишу тоже «по делу».

В письме № 46, пересланном из Москвы от 14.VI, ты пишешь: «То, что ты пишешь о своих глазах — я знаю очень хорошо по личному своему опыту» etc. и упоминаешь о Н. О.¹, который говорит, что это состояние глаз² имеет в философии (sic) особое название². Это в письме № 46, но следующего мы не получили, а ты забыла название и обещала написать в следующем. Где Николай Онуфриевич? Я, к сожалению, еще не записал о своей «болезни», но думаю, что она связана с головным мозгом и упущена врачами.

Я нахожусь в очень большом творческом углублении в понимание явлений жизни. Было бы очень приятно, чтобы это было то, что ты пишешь. Есть литература? Название? Это возможно и, конечно,

приятно. Я думал, что ослепну. Здесь врачей-окулистов (нет) (но это связано с нервной системой). Очень глубоко работаю. <...>

18

Г. В. Вернадскому
Боровое. <Б. д.>

¹ Лосский Николай Онуфриевич (1870—1965) — философ, с 1922 г. находился в эмиграции.

² Как разъяснил впоследствии Н. О. Лосский в своей автобиографической книге, речь идет о философском учении XX в. о непосредственном восприятии внешнего мира, получившем название «непосредственный реализм» и распространившемся в особенности в католической философии и англо-американском неореализме. «В своей книге «Чувственная, интеллектуальная и мистическая интуиция», — писал Лосский, — я говорю, что моя теория ставит «даже и обыкновенное чувственное восприятие, например, видение глазами дерева на расстоянии десяти метров от меня, на один уровень с ясновидением» (Лосский Н. О. Воспоминания. Жизнь и философский путь // Вопр. философии. 1991. № 12. С. 140). Эти сведения первоначально были сообщены Н. В. Толль-Вернадской проживавшим в Нью-Хейвене сыном Н. О. Лосского Андреем, впоследствии профессором истории и философии Йельского университета (см. письмо 17).

³ Н. О. Лосский проживал в то время во Франции, после окончания войны благодаря хлопотам сына Андрея Николаевича переехал в США, где часто виделся с детьми В. И. Вернадского и их семьями.

<...> Я смотрю на происходящее оптимистически, так как убежден, исходя из моей научной работы, что мы живем в эпоху геологически (а следовательно, и исторически) исключительную — перехода биосферы в ноосферу. Для меня это естественный исторический процесс, подготовлявший-ся миллиарды лет. Ноосфера родится в грозу и в бурю, но конечный результат ясен и не зависит от случайностей человеческой жизни. <...>

19

Г. В. Вернадскому
1941. Боровое.

17

Н. В. Толль-Вернадской
Боровое. 6 октября 1941.
Понедельник

<...> Сегодня вернулась ко мне открытка к тебе от 14 сентября по недоразумению. Лучше посылать заказными. От вас мы имеем письма только от начала войны. Давно нет. Я писал тебе о здоровье мамы — был у нее паратиф, или малярия. Температура больше 39°. Сейчас она выздоровела и когда я пишу (в 6 час. дня) гуляет одна, что я не люблю. Мы в зимнем помещении, гораздо лучше. Перед нами внизу Боровое, «альпийское» озеро. Три дня назад был снег, но сейчас он растаял даже на горах. Очень жду писем от вас всех.

Мечтаю о переезде в Казань к зиме, где моя Лаборатория. Сейчас очень хорошо, но иногда ни на что идет моя работа здесь. Я тебе в открытке — заказной — писал о книге G. Gause, очень талантливым ученом, с которым я в контакте с 1935 г. Прочти его книгу... «Optical activity and living matter». Publ. by Biodinamic, Normandy, Missouri, 1941. Очень жду от тебя известия о глазах — название философское — состояния глаз (может быть, верно), о котором ты писала со слов Андрюши о его отце¹. Где он?

¹ Н. О. Лосский. См. примечание 3 к письму 16.

<...> Я здесь усердно работаю, как тебе писал. И, мне кажется, я подошел к очень большому обобщению, которые можно будет проверить, как только позволит безумная дикая драма.

Мне хочется скорее перейти к такому же наброску ноосферы, о которой я много думаю и которую мне хотелось бы перед уходом изложить хотя бы в основных чертах. Здоровье мое неважное, я должен быть все время на чеку, но мысль мне кажется ясной и молодой, и надеюсь, что я смогу закончить, по крайней мере, основное. Очень прошу тебя присылать мне вырезки. Я получаю здесь непрерывно американские журналы обществ, где я («являюсь») членом: «Изис», «Сиентифик Мансли», «Американ Минералогист».

Я убежден в крахе — в ближайшие месяцы — фашизма и думаю, что это будет иметь огромное историческое значение для ноосферы. <...>

Публикацию подготовили
Д. Холлоуэй

Станфорд, США

В. Я. Френкель,

доктор физико-математических наук
Санкт-Петербург

И. И. Мочалов,

доктор философских наук

Г. А. Фирсова
Москва

Инфекционная чувствительность популяций

А. И. Дятлов



Алексей Ильич Дятлов, доктор биологических наук, заведующий лабораторией медицинской зоологии Научно-исследовательского противочумного института Кавказа и Закавказья. Занимается вопросами природно-очаговых бактериальных болезней, особенно чумы, а также вопросами эволюции. Неоднократно печатался в «Природе».

ИЗУЧЕНИЕ механизмов защиты различных живых организмов от возбудителей болезней, т. е. иммунитета, началось еще с опытов и практики Э. Дженнера, победившего оспу, и Л. Пастера, защитившего людей и домашних животных от сибирской язвы и бешенства. Общая теория иммунитета была сформулирована И. И. Мечниковым, представлявшим иммунитет в широком смысле слова, однако теория приобретенного иммунитета, разработанная в последние три десятилетия, отодвинула на задний план представления о врожденном (конституциональном) иммунитете.

Вместе с тем приобретенный иммунитет — выработка антител в организме позвоночных животных в ответ на внедрение чужеродных антигенных структур — далеко не всегда защищает от возбудителей инфекций — носителей этих структур. Так сальмонеллезом, дизентерией, брюшным тифом, холерой можно заболеть несколько раз в течение непродолжительного времени или болеть долго без возникновения иммунитета. Слабый эффект дает и предварительная иммунизация при бактериальной чуме, бруцеллезе и других инфекциях. Это легче понять, если иметь в виду, что лимфоидная система иммунитета формировалась при защите организмов от собственных шлаков, от нарушений в биохимических процессах и при антигенном перерождении тканей. Защита же от микробной среды на самых ранних этапах эволюции использовала механическую и химическую защиту кожных покровов (оболочек), антимикробные ингибиторы (включая и температурный фактор), фагоцитоз.

Как среди людей, так и у домашних животных известен полиморфизм по чувствительности к разным инфекциям: это означает, что одни особи (чувствительные) при заражении тяжело болеют или погибают, а другие (резистентные) легко переносят инфекцию. Причем этими свойствами обладают особи, не встречавшиеся ранее с возбудителем конкретной болезни, т. е. их чув-

ствительность или резистентность к инфекции обеспечивается врожденными факторами (конституциональна).

Эпидемиология, ветеринарная эпизоотология, растениеводство богаты данными не только об индивидуальной чувствительности особей к разным инфекциям, но и о кардинальных различиях по этому признаку между расами, популяциями, породами, сортами, возникших в результате естественного (или искусственного) отбора на устойчивость таких генетически обособленных групп особей — популяций. Таких примеров много.

Известно, что жители островов Океании, до контакта с европейцами не встречавшиеся с некоторыми болезнями, в частности с корью, при завозе к ним этой инфекции вымирали целыми племенами, тогда как сами европейцы, вследствие длительного естественного отбора, стали к ней умеренно чувствительными. Высокочувствительными к туберкулезу оказались негры. Европейцы более чувствительны к малярии, чем аборигены малярийных районов. Коренные жители севера Таймыра не заболевают бруцеллезом северных оленей, несмотря на повседневной контакт с больными животными и их зараженным мясом, что свидетельствует о длительном и, по-видимому, жестком отборе на устойчивость к этой инфекции. В прошлом, когда в Европе свирепствовала чума, во многих городах эпидемии достигали очень высокой интенсивности и избежать заражения было просто невозможно, все же 15—20 % их жителей не погибали. Красочный пример устойчивости к чуме — болезнь Кола Брюньона, описанная Р. Ролланом. Вследствие частых эпидемий чумы в местах их распространения среди людей осталось мало носителей антигена, соответствующего I группе крови, так как с этим антигеном коррелирует повышенная чувствительность к чуме. Наконец, во время эпидемий гриппа в больших коллективах с недостаточно благоприятными бытовыми условиями, где инфекционный контакт облегчен, крайне редко заболевают все или многие члены таких коллективов. Болеют только особи, чувствительные к конкретному штамму вируса.

Можно привести массу фактов, говорящих об индивидуальной и групповой устойчивости сельскохозяйственных животных и растений к различным инфекциям и инвазиям в естественных условиях или возникших вследствие искусственного отбора. Многие из них хорошо известны и часто используются для создания стад и сортов с высокой продуктивностью.

Несмотря на широкую известность индивидуальных и популяционных особенностей конституционального иммунитета у человека, различных животных и растений, до сих пор существует мнение о видовой принадлежности этого свойства. Видимо, это связано с типологической концепцией популяции и политипического вида, согласно которой каждая особь может характеризовать популяцию и вид и быть их «визитной карточкой». Эволюционная же концепция популяции относит такие свойства, в частности иммунитет, к свойствам особи. На уровне популяций эти особенности выражены в частотах особей с теми или другими свойствами; на уровне видов — набором популяций с определенными особенностями. Следовательно, зная о чувствительности аборигенов Таймыра к бруцеллезу, нельзя сказать, что человек вообще устойчив к этой инфекции; или, имея данные об устойчивости алжирских овец к сибирской язве, — что домашняя овца устойчива к этой инфекции. Это были бы некорректные обобщения. Конечно, здесь речь идет о достаточно адаптированных парах «хозяин — паразит». Невосприимчивость коровы или лошади к таким инфекциям, как бактериальная чума, вирусная чума плотоядных, проказа, и ко многим другим инфекциям может проявляться не только на видовом уровне, но и в систематических категориях более крупных рангов.

Поскольку иммунитет — свойство популяций, выраженное в частотах особей, обладающих генетически детерминированными механизмами защиты от конкретного возбудителя болезни, то эволюцию иммунитета необходимо рассматривать в рамках учения о микроэволюции («эволюции популяций», «довидовой эволюции»), разработанных Н. В. Тимофеевым-Ресовским. В ряде случаев популяции эволюционируют настолько быстро, что этот процесс доступен наблюдениям одного исследователя. Вместе с тем наблюдений естественной микроэволюции, так же как и регистрации фактов естественного отбора, очень мало. Мы полагаем, что тем более интересно проследить такие процессы на весьма необычном материале — на формировании устойчивости к чуме грызунов под влиянием эпизоотий этой инфекции.

Исследователи давно заметили, что в местах частых эпизоотий чумы грызуны — основные носители этой инфекции — бывают сравнительно устойчивы к ней. Так, хорошо известна разная чувствительность к чуме полуденных песчанок, обитающих на правом берегу Волги и в Прикаспии, и у зверьков

этого вида из остальной части заселенной ими территории (Волго-Уральское междуречье, песчаные пустыни Казахстана и Средней Азии). На правобережье Волги отсутствует главный переносчик чумы — специфический для полуденной песчанки вид блохи, поэтому здесь эпизоотии затрагивают в основном малого суслика. Отбор под влиянием чумы здесь, по-видимому, был малозффективен. Только 2—8 % полуденных песчанок имеют слабо выраженные механизмы защиты от чумы, остальные погибают от нее при любых дозах заражения. На другом, левом берегу Волги, где чуму переносят блохи, песчанки — основные носители инфекции. При экспериментальном заражении, в разных опытах от чумы погибают от 5 до 30 % особей, остальные болеют легко или вообще не воспринимают инфекцию. В 20—30-е годы, а судя по эпидемическим данным, и в более отдаленном прошлом здесь почти ежегодно протекали интенсивные эпизоотии. Можно предполагать, что чума выбивала чувствительных к ней зверьков с высокой эффективностью. В результате полуденная песчанка в Волго-Уральском междуречье стала слабо восприимчивым к чуме зверьком, что обусловило один из парадоксов концепции эпизоотического механизма природной очаговости чумы. В Казахстане и Средней Азии этот зверек в разной мере, на разных территориях относительно устойчив к чуме.

Другой, не менее яркий пример — краснохвостая песчанка, обитающая на равнинах и предгорьях Азербайджана. На многих непесчаных участках пустынь Казахстана и Средней Азии этот вид сравнительно устойчив к чуме (5—50 смертельных случаев). Но в Азербайджане песчанка настолько чувствительна, что все зверьки в опытах погибают от минимальных доз заражения.

На всех территориях этот зверек участвует в эпизоотиях, а в Азербайджане даже служит основным носителем чумы. При этом возникает вопрос, почему, будучи основным носителем чумы в Азербайджане, краснохвостая песчанка высокочувствительна к чуме? В специальных опытах большие группы этих песчанок (сотни особей) заражали небольшой дозой (100 микробных клеток). Выяснилось, что среди краснохвостых песчанок в Азербайджане совсем нет устойчивых к чуме особей. Значит, естественный отбор на устойчивость под влиянием эпизоотий здесь не эффективен, поскольку в этих популяциях нет материала для естественного отбора — зверьков с какими-либо генетически обусловленными механизмами сопротивления инфекции. Их беззащитность к чуме

была причиной повальных эпизоотий с почти полным вымиранием песчанок, перемежавшихся многолетними (10 и более лет) межэпизоотическими периодами.

Случай этот не уникален. Не менее чувствительны основные носители еще из нескольких очагов: песчанка Виноградова из предгорий, прилежащих к Араксу — в Закавказье, монгольская пищуха в Горно-Алтайском очаге, гребенщикова песчанка во многих очагах. Все эти животные так же чувствительны к чуме, и естественный отбор в таких условиях не может быть эффективным.

Можно было бы привести не менее интересные и своеобразные примеры с носителями чумы — обыкновенной полевойкой и большой песчанкой, наиболее тесно связанными с чумой и в большинстве популяций устойчивыми к этой инфекции.

В Северном Приэльбрусье на высотах от 1000 до 3200 м над ур. м. на площади 300 тыс. га обитает горный подвид малого суслика. Эти поселения, площадь которых составляет только 64 тыс. га, не связаны с равнинной формой. Изрезанность рельефа и частая смена ландшафтов в Приэльбрусье обусловили четкую расчлененность поселений сусликов. Крупномасштабное картографирование и наблюдения в последующие годы за границами поселений позволили выделить более 60 популяций сусликов, в 14 из них измерялась инфекционная чувствительность к чуме. Более чем 20-летние наблюдения за активностью природного очага чумы, не выходящего за пределы ареала сусликов, позволили охарактеризовать каждую популяцию сусликов по отношению к чуме. Оказалось, что в 25 популяциях периодически или ежегодно протекают эпизоотии чумы, а в 36 зараженных животных (суслики, их блохи) обнаружить не удалось. Сопоставляя величины давления чумы как фактора естественного отбора с уровнем устойчивости популяций к чуме, можно выявлять результаты эволюции популяции.

Инфекционная чувствительность популяций измерялась с помощью серологического анализа зверьков из каждой исследуемой популяции на наличие в крови антител к чумному микробу и последующего заражения вирулентным чумным микробом. Наблюдение за зараженными животными продолжалось 15 суток.

Инфекционная чувствительность сусликов из разных популяций сильно различалась: от полной гибели всех зверьков в течение 6 дней до выживания на 15-й день 93 % сусликов в группе (смертность 7 %). Высокий процент резистентных особей от-

мечался в популяциях, в которых часто протекали эпизоотии. И наоборот, в большинстве случаев суслики из популяций, в которых чумы не было, погибали.

Заметим, что суслики из популяций, подверженных эпизоотиям, могли иметь антитела в крови, и их устойчивость к инфекции могла быть обусловлена контактом с возбудителем. Для выяснения естественной роли гуморального иммунитета в защите от чумы были поставлены специальные опыты. В стандартных условиях заражались суслики, выловленные на эпизоотическом участке, из них 182 особи имели антитела, а 193 — не имели. После заражения смертность первых от чумы составила $35 \pm 6\%$, вторых — $48 \pm 5\%$. Аналогичные результаты получены ранее в опытах с полевыми и песчанками. А такие различия статистически недостоверны: $t=1,7$.

Следовательно, антитела слабо защищают от чумы. Значит, различия в смертности сусликов из популяций, участвующих в эпизоотиях, и из популяций, свободных от чумы, обусловлены действием естественного отбора на устойчивость к ней. При этом в популяциях с эпизоотиями частота зверьков, обладающих конституциональным иммунитетом, возрастает.

Устойчивость популяций к чуме возрастает не равномерно для всех особей, а вследствие увеличения внутривидового полиморфизма по этому признаку. Наиболее высокие показатели резистентности отмечены для популяции «Янкол», где эпизоотии ежегодны. Здесь в разных опытах устанавливалось от 59 до 93 % резистентных зверьков. Но даже в этом случае от 7 до 41 % зверьков оказывались высокочувствительными.

У зверьков из устойчивых популяций на второй-третий день после заражения возбудитель нигде не был обнаружен, что свидетельствует о присутствии в их организме мощного ингибитора. Генерализацию инфекции не удается спровоцировать. Так, группа сусликов, травмированных капканами при поимке, через два дня после заражения освобождалась от возбудителя, т. е. механизмы защиты от инфекций сработали независимо от общего состояния организма.

После экспериментального заражения животных (суслики, сурки, большие и полуденные песчанки, обыкновенные полевки) в 5—30 % случаев антитела к чумному микробу вообще не вырабатываются. По-видимому, это связано с кратковременностью нестерильной фазы после заражения (1—2 дня), тогда как специфические антитела в крови появляются только с пятого дня. Сравнение динамики нарастания титров антител у сусликов с эпизоотическими участками и с контрольных, «чистых» участков не обнаружило существенных различий. Следовательно, естественный отбор не поддерживает высокий темп образования антител при чуме, как явление, не связанное с защитой организма носителя от инфекции. Это обстоятельство можно рассматривать как подтверждение мысли, высказанной многими исследователями эволюции иммунитета: гуморальный иммунитет формировался у животных для защиты от аномальных переорождений собственных тканей, происходящих с нарушением их антигенной структуры и биохимии.

Особенности инфекционной чувствительности к чуме популяций носителей говорят о реальности эволюции популяций под давлением смертности от эпизоотий. При этом материалом для естественного отбора служат особи, обладающие врожденным (конституциональным) иммунитетом. Особи со слабой защитной реакцией устраняются из популяций, тем самым вносится существенный эволюционный сдвиг в генофонд популяции.

По нашим наблюдениям, эффективность естественного отбора на устойчивость к чуме достигала 93 % невосприимчивых особей в популяции горных сусликов и 98,5 % — у обыкновенных полевок из горного Дагестана. Такая частота устойчивых особей в популяциях носителей позволяет предположить возможность длительного существования возбудителя в очаге. Наблюдения за изменчивостью соотношений чувствительных и устойчивых особей в популяциях носителей дают яркие примеры эффективности естественного отбора и микроэволюционных процессов.

Как светящиеся микроводоросли помогают и мешают рыбе охотиться

К. Н. Несис,
доктор биологических наук
Москва

15 ДЕКАБРЯ 1877 г. во время русско-турецкой войны лейтенант Зацаренный, командир катера, спущенного с корабля «Великий князь Константин» (им командовал прославленный С. О. Макаров), произвел на Батумском рейде первую в истории российского флота успешную торпедную атаку. Ночью при ярком свечении моря было прекрасно видно, как самодвижущаяся мина пошла прямо в середину турецкого корабля¹. Вскоре моряки научились использовать биолюминесценцию, чтобы вовремя увидеть вражескую торпеду и уклониться от нее. А с появлением авиации свечение моря стало для атакующего не менее опасным, чем для атакуемого: в темную ночь действия торпедного катера или подводной лодки на перископной глубине прекрасно видны с самолетов, охраняющих караван транспортов.

Морские животные использовали биолюминесценцию задолго до того, как появились корабли и торпеды. В 1943 г. (обратите внимание на год!) М. Д. Беркенруд² высказал предположение, что яркие вспышки биолюминесценции морских одноклеточных водорослей, схватываемых планктонными рачками, рассчитаны на то, чтобы привлечь к рачкам внимание рыб: поедая рачков, рыбы тем самым облегчают существование фитопланктона — если уж не тех микроводорослей, которых съели рачки, то хотя бы их родственников, оставшихся в

живых. Своего рода крик: «Держи вора!». Так и было названо его предположение — теория «держи вора» (burglar alarm theory).

В качестве косвенного доказательства правильности этой теории приводился пример с полуглубководными рыбами. Многие из них питаются светящимися рачками, и брюшина у них черная. Почему? С точки зрения этой теории — чтобы рачки, продолжая светиться в желудке рыбы, не демаскировали ее и не выдали еще более крупной рыбе. Ну, с рачками понятно, труднее применить эту теорию к микроскопическим водорослям. Известно, что слабое свечение привлекает рачков (на этом основан метод охоты глубоководных рыб удильщиков, которые на «удочке» — измененном луче спинного плавника держат перед ртом светящийся орган — «приманку»), но в то же время доказано, что внезапная яркая вспышка света отпугивает рачков³. Но если вор испугался и убежал, ничего не украв, стоит ли кричать «держи вора»? Недавно А. Ф. Менсинджер и Дж. Ф. Кейс из Калифорнийского университета в Санта-Барбаре получили убедительное доказательство и справедливости и ограниченности теории «держи вора»⁴.

В небольшие (0,5—3 л) аквариумы они вносили культуру перидиниевой водоросли (*Pyrocystis fusiformis*), знаменитой своим ярким свечением (*pyrocystis*

в переводе — огненная клетка). Светится она только в темноте. Концентрация водорослей в аквариуме варьировала от 1 до 30—40 клеток в миллилитре. Затем в аквариум подсаживали 7—8 рачков-мизид (*Holmesimysis costata*) длиной около 2 см и по одному экземпляру выращенной в лаборатории молодежи рыбы-мичмана (*Porichthys notatus*) длиной 3—6 см. (Рыба-мичман получила свое название, во-первых, за два длинных ряда светящихся органов по бокам с каждой стороны тела, которые на свету выглядят как надрезанные пуговицы мундира, а во-вторых, за то, что самцы, охраняя отложенную в гнезде икру, громко и неоднократно ворчат с приближением человека.) Светятся эти рыбки только в период размножения, но не при охоте. Опыты ставили в темноте, вспышки свечения и движение мизид и рыб регистрировали видеокамерой с усилителем изображения или оптикой ночного видения (в ИК-лучах). Контролем служили эксперименты, проведенные либо на свету, когда водоросли не светятся, либо в темноте, но без водорослей.

Мизиды боялись рыбы-мичмана, быстро плавали и метались. Каждое их движение вызывало вспышку свечения водорослей. Рыбы в аквариумах активно хватили светящихся рачков. Частота вспышек потревоженных рачками водорослей росла пропорционально их концентрации (сами рыбы редко вызывали вспышку свечения). Однако охота рыб была успешной только при определенной концентрации фитопланктона: приблизительно от 3 до 15 клеток в одном миллилитре. Если водорослей было мало (1 кл./мл) или много (15—20 кл./мл), эффективность нападения рыбы на

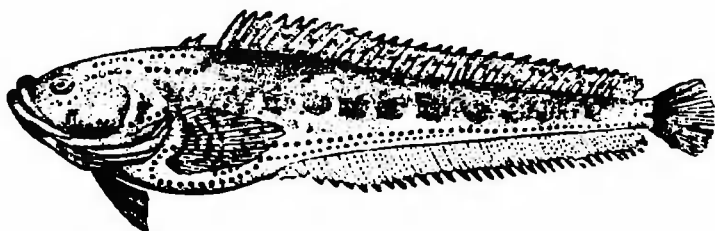
© Несис К. Н. Как светящиеся микроводоросли помогают и мешают рыбе охотиться.

¹ Тарасов Н. И. Свечение моря. М., 1956.

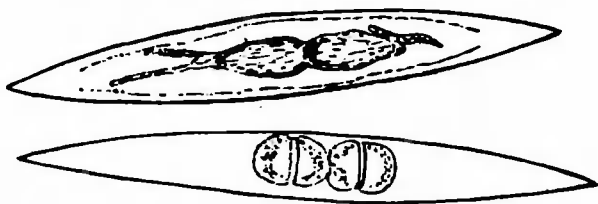
² Burkenroad M. D. // J. Marine Res. 1943. V. 5. N 2. P. 161—164.

³ Несис К. Н. Загадка свечения иглокожих // Природа. 1975. № 7. С. 63—65; Он же. Разгадка свечения иглокожих // Природа. 1989. № 8. С. 24—25.

⁴ Mensinger A. F., Case J. F. // Marine Biol. 1992. V. 112. N 2. P. 207—210.



Рыба-мичман, или морской мичман (*Porichthys notatus*). Белые точки на теле — светящиеся органы. [Из: Тарасов Н. И. Живой свет моря. М., 1956.]



Две клетки перидиниевой водоросли *Pyrocystis fusiiformis* (из: Schiller J. Dinoflagellatae [Peridinea] // Kryptogamen-Flora. Bd. 10. Abt. 3. T. 2. Leipzig, 1937).

рачков падала до контрольной, а при концентрации 30 кл./мл оказывалась в два с лишним раза ниже, чем на свету. Атаки рыб в темноте всегда были успешнее, чем на свету, но при низкой концентрации водорослей (2—

5 кл./мл) доля таких атак становилась очень высокой — 75 %, в полтора раза выше, чем на свету. Однако уже при концентрации 10 кл./мл доля успешных атак была такой же, как в темноте при отсутствии водорослей

(55 %), а затем еще понижалась. О чем говорят цифры?

Рыба-мичман хорошо охотится в темноте, так как умеет подкрадываться к жертве, не пользуясь зрением, и хватать ее мгновенным броском. Поэтому-то ее движения почти не вызывают всплеск. Мизиды отлично видят, и на свету им легче убежать от рыбы, а в темноте они теряются, мечутся и демаскируют себя. Свечение водорослей выгодно для рыбы: она быстрее, чем мизиды, ориентируется и успешнее схватывает освещенного чужим светом рачка. Но по мере увеличения концентрации фитопланктона преимущество превращается в недостаток: прыжки перепуганных мизид вызывают сплошное разлитое свечение — рыба теряет ориентировку и часто промахивается, атакая на место, откуда мизиды уже уплыли. Очевидно, в диффузном поле свечения рыбы не могут эффективно проследить траекторию жертвы и рассчитывать упреждение.

Итак, биолюминесценция фитопланктона может и помогать, и мешать рыбе охотиться — все зависит от концентрации. Так же и с вором: крикнуть «караул!» на малолюдной улице — вора быстро поймут, а в толпе на рынке ему улизнуть гораздо легче.

НОВОСТИ НАУКИ

Зоология

Головастики защищаются

Головастики лягушек в водоемах сталкиваются с множеством естественных врагов, которые иногда могут полностью их истребить. Всем известно выедание головастика рыбами и птицами, но мало кто знает, что не меньшую опасность для них представляют и беспозвоночные.

Головастики имеют ряд приспособлений, позволяющих им избегать врагов, но они до сих пор изучены очень слабо. Оказывается, эти приспособления весьма тонки и различаются даже у очень близких видов.

Р. Д. Семлич и Г. У. Райер (R. D. Semlitsch, H. U. Røyer; Цюрихский университет, Швейцария) установили, что очень похожие головастики прудовой (*Rana lessonae*) и съедобной (*R. esculenta*) лягушек различаются по

своим реакциям на естественных врагов: рыб, тритонов, личинок стрекоз. Головастики съедобной лягушки больше времени проводят в плавании, тогда как прудовой — дольше держатся на дне. В то же время оба вида не различаются по характеру использования убежищ.

The Journal of Animal Ecology. 1992. V. 61. N 2. P. 353—360 (Великобритания).

Две жизни Ильи Циона

А. С. Шевелев,
кандидат медицинских наук
Смоленск

В СВОИХ «Воспоминаниях» И. И. Мечников писал: «Особая судьба выпала на долю И. Ф. Циона, недавно скончавшегося в печальном одиночестве в Париже... Многие, знавшие его, и я в том числе, его очень не любили за злобный характер и неспособность стать на сколько-нибудь нравственно-возвышенную точку зрения»¹.

Эти слова были сказаны об одном из крупнейших физиологов мира того времени. Такой уничижительный отзыв Мечникова о Ционе тем более удивителен, что оба они были наиболее известными представителями русских ученых в науке Франции начала XX в.: Мечников был заместителем директора Пастеровского института, Цион — заведующим лабораторией. Мечников пригласил в Париж Л. Пастер в 1888 г., Цион прибыл в Париж по приглашению К. Бернара в 1875 г.

Судьба Циона была поистине удивительной. Ему в своих «Воспоминаниях» посвятил целых семь страниц председатель Комитета министров России С. Ю. Витте, о нем писали историки Е. В. Тарле и А. З. Манфред, указывая на его немалую роль в развитии русско-французских отношений того времени.

Всю свою жизнь Илья Фаддеевич Цион служил трем богам: науке, самодержавию и золотому тельцу. Но, верный слуга самодержавия, Цион, ставший в 1887—1888 гг. главным представителем Министерства финансов России во Франции, в 1895 г. был лишен российского гражданства. Блестящий физиолог и талантливый публицист, выдающийся финансист и экономист, он прожил странную, бле-

стящую и нелепую жизнь. Друг М. Н. Каткова и корреспондент К. П. Победоносцева, добившийся получения от Франции займа для России, он стал врагом могущественного Витте и был лишен российского гражданства. Замечательный физиолог, он был вынужден бросить кафедру в Петербурге и эмигрировать во Францию, где ему не удалось создать собственной научной школы и где его научная деятельность стала постепенно угасать, в то время как его бывший ученик И. П. Павлов, сделавший свою первую работу под его руководством, в 1904 г. был удостоен Нобелевской премии за «Лекции о работе главных пищеварительных желез». За время работы Циона в Париже Павлов был избран членом семи академий: Франции (1900), США (1904), Италии (1905), Бельгии (1905), Голландии (1907), Англии (1907) и России (1907). В отличие от Циона, у Павлова возникла мощная школа учеников.

К 50-летию со дня кончины Циона в «Физиологическом журнале СССР» была опубликована статья Д. Г. Квасова, в которой автор писал: «Циону было свойственно честолюбие, переходящее в мелочное тщеславие, выраженное сознание собственного достоинства, переходившее в угодливость перед сильными мира сего, научная полемика, часто эволюционировавшая в личную неприязнь, искренняя приверженность к чистому знанию, смышлявшаяся с яростными и несправедливыми нападками на «фанатичных нигилистов». Однако характеристика профессора И. Ф. Циона не будет полной и точной, если не прибавить, что этого человека с тяжелым характером и консервативными общественными взглядами, резкого, желчного и раздражительного, природа наделила исключительным талантом исследователя, большим литературным

дарованием, огромной работоспособностью»².

А вот как характеризует Циона известный историк Манфред:

«Илья Фаддеевич Цион, именовавший себя во Франции *Ellie de Cyon*, был, как удачно назвал его М. Н. Покровский, «патриот двух отечеств», авантюрист, в облике которого все было как бы противоестественно. Еврей по национальности, крестившийся в зрелые годы, он был антисемитом, монархистом и реакционером, другом Каткова. По специальности врач, профессор медицины, он занимался финансовыми операциями и был русским финансовым агентом в Париже. Он одновременно был в начале 80-х годов директором реакционной французской газеты «*Galois*» и постоянным сотрудником «Московских ведомостей» и «Русского вестника» Каткова. Он публиковал исследования о финансовом балансе России и критические этюды о творчестве Льва Толстого, анализируя произведения «русского пессимиста», как он называл Толстого, с точки зрения «социальной, эстетической и физиологической»³.

Научная карьера Циона напоминала карьеру математика: свои основные открытия он сделал в молодости. Он учился сперва в Киеве, затем в Варшаве, потом в Берлине, окончил университет в 1864 г. Сначала специализировался по невропатологии. Вернувшись в Россию, он в 1865 г. в возрасте 23 лет в Петербургской медико-хирургической академии защитил докторскую диссертацию, в которой установил связь между хореей и ревматизмом.

© Шевелев А. С. Две жизни Ильи Циона.

¹ Мечников И. И. Страницы воспоминаний. М., 1946. С. 137.

² Квасов Д. Г. // Физиол. журн. СССР. 1962. Т. 48. № 12. С. 1527.

³ Манфред А. З. Внешняя политика России. 1871—1891. М., 1952. С. 393.

В декабре того же года Министерство просвещения командировало Циона за границу для совершенствования в клинике нервных и психических болезней. Работая в лабораториях крупнейших физиологов К. Людвиг и Э. Дюбуа-Раймона, он заинтересовался экспериментальной физиологией.

В 1868 г. Цион возвращается в Петербург, где занимает должность сперва приват-доцента, а с 1870 г. — экстраординарного профессора Петербургского университета.

Свои основные открытия Цион сделал во время работы в заграничных лабораториях и в первые годы службы в Петербурге. В 1866 г. он совместно с Людвигом открыл афферентный нерв сердца. Эта работа, удостоенная премии Парижской медицинской академии, положила начало учению о рефлекторной регуляции кровяного давления и о нервных механизмах поддержания постоянства свойств внутренней среды организма. Год спустя, он совместно с братом-врачом, открыл в лаборатории Дюбуа-Раймона во Франции, нервы, ускоряющие работу сердца. В 1873 и 1878 гг., работая в Петербурге, а затем во Франции, Цион доказал важную роль полукружных каналов внутреннего уха в пространственной ориентации и равновесии. Он установил связь процессов торможения и возбуждения и открыл роль печени в синтезе мочевины и липоидов, а также влияние мозговых нервов на сокращаемость сосудов.

В 1873—1874 гг. вышел двухтомный «Курс физиологии» Циона — лучший учебник физиологии в России⁴. Книга Циона о методике физиологических экспериментов была издана в Лондоне в 1876 г. Х. С. Коштанц писал, что «эта книга — лучшее, что было написано по вопросам физиологических методик в XIX веке»⁵.

В 1872 г. в Медико-хирургической академии после ухода в отставку И. М. Сеченова освободилось место ординарного

профессора. Знаменитый автор «Рефлексов головного мозга» Сеченов рекомендовал на эту должность Циона, учитывая его выдающиеся научные заслуги.

Однако в Медико-хирургической академии обсуждение такого назначения вызвало подлинную бурю. Большая часть членов Совета поддержала выдвижение на эту должность гистолога Шкляревского, не имевшего законного права на эту должность. Кандидатуру Циона по просьбе Сеченова предложил С. П. Боткин. На работы Циона были представлены положительные отзывы крупнейших физиологов того времени: А. Гельмгольца, К. Бернара, Э. Дюбуа-Раймона, И. М. Сеченова, Э. Ф. Пфлюгера и других.

Причина столь бурного обсуждения кандидатуры Циона заключалась в том, что он проявил себя как активный защитник реакции и самодержавия, открыто заявляя в публицистических статьях о своем отрицательном отношении ко всему новому. Он был известен как один из ближайших сотрудников Каткова — могущественного редактора «Московских ведомостей» и «Русского вестника» — наиболее реакционных изданий России. Катков был заочным воспитанником Циона при переходе его в православное вероисповедание.

Поэтому неудивительно, что военный министр, в ведении которого находилась Медико-хирургическая академия (вскоре она стала именоваться Военно-медицинской академией), назначил на должность заведующего кафедрой физиологии не Шкляревского, которого поддерживала большая часть членов Совета, а Циона.

Это дело широко обсуждалось в прессе, и более всего — в «Отечественных записках», редактором которых был Н. А. Некрасов. «Отечественные записки» скорбели по поводу отставки Сеченова и возмущались приказом военного министра о назначении Циона, несмотря на то, что научные заслуги Циона не вызывали сомнений. Этот вопрос дебатировался целых два года, и Цион мог начать свою работу в Медико-хирургической академии только в 1872 г.

Но как он начал свое преподавание?

Вот что писал по этому поводу Н. Н. Страхов в письме Л. Н. Толстому: «Цион начал выполнять поручения, возложенные на него царским правительством. Уже в первой вступительной лекции он стал нападать на передовые научные идеи и общественные идеалы, которые культивировались в Медико-хирургической академии. В своих лекциях он открыто выступал против дарвинизма и всеми силами пытался дискредитировать своего предшественника — И. М. Сеченова, в самых резких выражениях критиковал те естественно-научные книги, на которых воспитывались передовые люди 60-х годов. Цион взял на себя труд уничтожения нигилизма, взялся вытравить из сознания юношества материалистическое мировоззрение. Его деятельность в Медико-хирургической академии в самом начале вызвала очень резкое противодействие революционных кругов. Студенчество бурно реагировало на поведение профессора-реакционера, и однажды, когда Цион притащил на лекцию специально изданную полемическую статью («Работы и критические статьи», 1874) и стал раздавать ее студентам с соответствующими комментариями, студенты разразились свистом и шиканьем и пошвыряли в профессора полученные от него брошюры»⁶.

На своих, надо сказать, прекрасных лекциях и в своем курсе физиологии Цион неумеренно часто подчеркивал личные заслуги в науке и не снисходил до разжевывания научных истин, что нравилось далеко не всем студентам. Тщеславие Циона проявлялось и чисто внешне: в отличие от своих более скромных коллег он прибывал на лекции в мундире военного профессора, расшитом серебряными листьями, с серебряной бахромой подполковничьих эполет. Рассказывали, что он приезжал в академию верхом на лошади, которую ему подарил тесть, интendantский подрядчик. Не нравился коллегам и студентам и его подхалимаж перед началь-

⁴ Цион И. Ф. Курс физиологии. Т. 1—2. М., 1873—1874.

⁵ Коштанц Х. С. Очерки по истории физиологии в России. М.—Л., 1946.

⁶ Толстовский сборник. М., 1914. Т. 11. С. 54.

ником академии, которого они не терпели (на первом листе «Курса физиологии» было посвящение начальнику академии).

Цион мечтал создать свою физиологическую школу. Прекрасный экспериментатор, он привлек для работы в своей лаборатории студентов не только из Медико-хирургической академии, но также из университета, где он продолжал занимать должность экстраординарного профессора. Среди этих студентов был будущий нобелевский лауреат Павлов, работавший по вечерам в лаборатории Циона, которая была оснащена самыми современными приборами, выписанными из Вены и Лейпцига. В этой лаборатории Цион, его сотрудники и студенты работали часто до глубокой ночи. Павлов, Афанасьев и другие студенты, увлекшиеся физиологией, понимали, что без медицины они настоящими физиологами не станут. Павлов боготворил Циона, жадно перенимая его несравненное экспериментальное мастерство. Он выполнил под его руководством две работы, причем самостоятельно разработал новый метод изучения функций поджелудочной железы. Павлов спешил закончить эксперименты с тем, чтобы потом перейти из университета на третий курс Медико-хирургической академии.

Между тем атмосфера вокруг Циона постепенно накалялась. Почуввав недоброжелательность аудитории, он на первом же экзамене поставил 120 двоек. Через два года после назначения Циона заведующим кафедрой возмущение студентов стало перерастать в бунт. Потом Цион сам писал, что ему пришлось попросить начальство поставить у дверей аудитории двух жандармов.

В октябре 1874 г. разразился взрыв. Студенты кричали: «Долой Циона!» На усмирение студенческого бунта пришлось вызвать солдат, пятерых зачинщиков посадили на гауптвахту. Но это только подлило масла в огонь: студенческие волнения перекинулись в Технологический и Горный институты. Испугавшись, военный министр Милютин предложил Циону срочно отбыть в отпуск «из-за расстро-

енного здоровья». Не пожалели денег: Цион отправился в Париж за казенный счет.

Но отпуск оказался бессрочным. В начале января 1875 г. Совет Петербургского университета единогласно исключил Циона из числа профессоров за то, что он поставил себя в невозможные отношения со своими коллегами. Место Циона в Медико-хирургической академии занял ученик Сеченова молодой физиолог И. Р. Тарханов, который придерживался передовых воззрений своего учителя.

Так навсегда закончилась научная карьера Циона в России. В 1875 г. Бернар пригласил его работать в своей лаборатории, а через некоторое время Циону удалось организовать собственную небольшую лабораторию в Париже. Но собственную научную школу он так и не смог создать.

Началась вторая жизнь Циона, в которой главную роль играла уже не физиология. Ее сильно потеснили публицистика, экономика, финансы. Свой незаурядный талант публициста он употребил главным образом для борьбы с нигилизмом и свободомыслием, посильно укрепляя самодержавие и российскую реакцию. Показательна в этом отношении его брошюра «Нигилисты и нигилизм», опубликованная в типографии Каткова в 1886 г. В ней Цион критикует нигилистов, пишет, что Медико-хирургическая академия была в 70-х годах главным рассадником нигилизма, вспоминает о нападениях на него печати, критикует Маркса, Лассалля, Добролюбова, Чернышевского, Писарева, высказывает свое удовлетворение разгромом Парижской коммуны, называя ее «гниусным бунтом». Там же он пишет о вреде свободы печати, подтверждая это примерами из прессы Франции.

Главным наперсником и другом Циона был М. Н. Катков, крайний реакционер, верный соратник вдохновителя реакции К. П. Победоносцева.

В 1887 г., незадолго до своей смерти, тяжело больной Катков пишет Победоносцеву: «Что касается Циона, то я чувствую себя близким ему уже потому, что был его восприимчивым по крещению, хотя и заоч-

ным. Он, по своему образу мыслей и настроению, давно уже сближился с христианством и не находился ни в каких связях с еврейством. Узнал я его впервые в семидесятых годах, когда он был профессором физиологии при Медико-хирургической академии и вел борьбу с отрицательным направлением и милитаристским лжелиберализмом того времени, как известно и графу Толстому (речь идет о министре внутренних дел.— А. Ш.) и нынешнему министру народного просвещения, так как Цион был тоже преподавателем в университете. Он боролся крепко и честно, и, наконец, отказался от всех выгод своего положения, при которых ему открывался доступ в Академию наук, и нашел вынужденным уехать за границу. Это человек замечательных способностей, высокого образования и научной известности, выходящей за пределы России. Во Франции ему была обещана кафедра физиологии...

Живя во Франции, он находился в сношениях со многими влиятельными лицами и мог бы быть очень полезен нашему министру иностранных дел. Но он оттолкнул его, считая его моим агентом, хотя никаких поручений политического свойства он никогда от меня не имел...»

Катков лукавил. Он неоднократно давал Циону поручения именно политического свойства. Цион стал его главным агентом во Франции, который якобы способствовал русско-французскому сближению. По рекомендации Каткова министр финансов И. А. Вышнеградский назначил Циона чиновником особых поручений при министре финансов во Франции в мае 1887 г. Однако в ноябре 1888 г., после соглашения о получении во Франции первого конверсионного займа, в подготовке которого принимал активное участие Цион, его уволили со службы по обвинению в получении крупной взятки. К тому времени главный заступник Циона, Катков, скончался. После своей отставки Цион остался в Париже и

⁷ Победоносцев и его корреспонденты. Письма и записки. Т. 1. Полудом 1. С. 169.

занился активной публицистической деятельностью.

Смерть Каткова в июле 1887 г. Цион перенес тяжело не только потому, что лишился влиятельного покровителя, но также и потому, что не сбылась его надежда стать редактором «Московских ведомостей» после Каткова, на что он рассчитывал, как его ближайший сотрудник. К моменту выхода в отставку Цион имел чин действительного статского советника.

За месяц до своей кончины Катков еще раз писал Победоносцеву о Ционе: «В дополнение тому, что мною было сказано о Ционе, спросите И. Д. Делянова о причинах, заставивших его оставить профессию в Медико-хирургической академии. Он, физиолог, был сильным противником материалистического направления, которое, особенно через эту науку, проникало в умы и приобретало силу благодаря либеральному режиму того времени, завладевая и кафедрами в университетах, и печатью.

Он очутился в антагонизме с этим режимом, который развращал и учащих, и учащихся и долго держаться не мог⁸...

По-видимому, после этого письма Победоносцев стал благосклоннее относиться к Циону, нравственные качества которого у него ранее вызвали сомнения, что отражалось и на отношении Александра III к Циону. Во всяком случае после смерти Каткова министр просвещения Делянов писал Победоносцеву: «Передал я Его Величеству и разговор ваш со мной о Ционе. В этот раз государь выражался гораздо мягче о Ционе и даже очень хвалил его способности. Я думаю, что если Цион напишет несколько передовых статей в надлежащем смысле, то Его Величество выразит еще лучшее о нем мнение. Впрочем, государь выразил мысль, что не мешало бы «Ведомостям» иметь Циона своим сотрудником»⁹.

Цион продолжал оказывать правительству услуги и после смерти Каткова, так как пользовался большим авторитетом в правительственных кругах не только Франции, но и Германии.

Роль Циона как агента

Каткова в Париже чуть не привела к политическому скандалу. 29 мая 1887 г. в парижской газете «Вольтер» появилась заметка, в которой говорилось, что Катков через посредство Циона направил кандидату в премьер-министры Г. Флоке письмо, в котором заверял его, что принятие им министерского портфеля будет благосклонно встречено Александром III. Эта заметка послужила предлогом для обвинения Каткова и Циона во вмешательстве в разрешение министерского кризиса во Франции.

Политические игры не привели к добру. Цион не предполагал, что все закончится полным крахом. В этих играх он замахнулся на самого Витте. И обжегся. В своих «Воспоминаниях» Витте уделил много времени персоне Циона¹⁰. Он писал, что, когда Вышнеградский выгнал Циона за получение взятки от французских банкиров, Цион стал писать против него памфлеты и посылать на него анонимные доносы.

В 1891—1895 гг. Цион опубликовал в Париже несколько брошюр, в которых он обвинял Витте и Вышнеградского в хищениях, финансовых злоупотреблениях, критиковал введение при Витте золотого обращения и даже обвинял того в приверженности к социализму. Цион призывал французских держателей акций не приобретать русских ценных бумаг, отказываться от обмена ценных бумаг на новые и требовать выплаты капитала.

Эти выступления вызвали возмущение Витте, так как Цион пользовался доверием французских банкиров как бывший представитель российского министерства финансов. Поэтому по предложению Витте в апреле 1895 г. у министра внутренних дел Дурново было создано «особое совещание для обсуждения преступной деятельности проживающего за границей действительного статского советника Циона, резко выразившейся в напечатанном им в Париже его сочинении «Витте и русские финансы», и тех мер, кои необходимо принять к прекращению таковой его деятельности». Со-

ветствие приняло решение запретить Циону пребывание за границей, потребовать его возвращения в Россию в двухмесячный срок, а затем привлечь к уголовной ответственности.

Однако Цион отказался вернуться в Россию и потому в августе 1895 г. был лишен русского подданства, всех прав и пенсий.

Но Цион не унимался. В 1896 г. он опубликовал еще две брошюры, направленные против Витте: «Куда временщик Витте ведет Россию» и «С. Ю. Витте и его проекты злостного банкротства».

Не имея возможности запретить Циону публицистическую деятельность, Витте распорядился через резидента русской разведки в Париже И. А. Рачковского организовать регулярную слежку за Ционом.

В 1893 г. имя Циона оказалось замешанным в Панамском скандале, а именно в получении от Панамского общества 500 тыс. франков якобы для покупки «Московских ведомостей».

Цион прожил две жизни: одну — в науке, другую — в политике и бизнесе. Вторая мешала первой. Эти две жизни оказались несовместимыми.

Судьба Циона трагична. И поучительна. Верный слуга самодержавия, он был лишен русского подданства. Выдающийся ученый, он, в сущности, предал науку, обменяв ее на мишуру политической борьбы.

Эта странная судьба представляется еще более нелепой при ее сравнении с жизнью бывшего ученика Циона — Павлова. Павлов писал, что творчество настоящего ученого невозможно без «неотступного думания» над научной проблемой, а для этого ему мало 24 часов в сутки. О каком неотступном думании могла идти речь у Циона, если у него большая часть времени уходила на политические игры и на собственное обогащение? Предав науку, Цион предал самого себя.

Сравнение жизни Циона и Павлова позволяет сделать вывод, который актуален и сегодня, в эпоху всеобщей политической трескотни: научному поиску противопоставлена политическая мишура.

⁸ Там же. С. 175.

⁹ Там же. С. 158.

¹⁰ Витте С. Ю. Воспоминания. М., 1960. Т. 1.

Первая находка скелета архидискодонтного слона в Сибири

С. К. Васильев
И. Е. Гребнев

Институт археологии и этнографии Сибирского отделения РАН
Новосибирск

В СЕГО 10—12 тыс. лет назад представители семейства слонов населяли большую часть Африки, Евразии и Северной Америки от экваториальных и тропических лесов и саванн на юге до шельфа Северного Ледовитого океана. Находки остатков ископаемых слонов в сознании большинства людей ассоциируются обычно с самым известным и поздним их представителем — мамонтом. О других многочисленных формах ископаемых слонов, обитавших на территории Северной Евразии на протяжении последних 2,5—3 млн. лет, известно гораздо меньше.

Для установления систематического положения ископаемых слонов и связанного с этим определения геологического возраста вмещающих их отложений наибольшую ценность представляют находки черепов и целых скелетов. Такие находки, однако, чрезвычайно редки. В отложениях лучше всего сохраняются зубы, как наиболее прочные элементы скелета. Именно они чаще всего и попадают в руки палеонтологов. Определение же разных видов и даже родов ископаемых слонов по отдельным костям скелета достаточно сложно в силу их малой информативности.

У всех слонов, в отличие от других млекопитающих, смена зубов происходит не вертикально, а горизонтально — от задней части челюсти к передней. Каждый зуб при этом выталкивается последующим по мере прорезывания. Зубы сменяются постепенно, и разные смены зубов функционируют последовательно в разные периоды жизни животного. В каждой половине челюсти у слона могут

одновременно функционировать один или два зуба (задняя часть переднего зуба, еще не полностью уничтоженного стиранием, и передняя часть следующего, еще не до конца прорезавшегося). К тому времени, когда задний зуб появляется целиком, полностью исчезает предыдущий. Такая смена после прорезывания первого зуба происходит пять раз, т. е. в течение жизни у слона в каждой половине челюсти сменяются шесть зубов (не считая вторых верхних резцов-бивней, которые, после смены молочных растут постоянно). Зубы слонов состоят из эмалевых пластинок, расположенных вертикально и скрепленных дентином. Количество, длина и ширина эмалевых пластинок (создающих подобие терки), толщина эмали — все это различно как на разных сменах зубов, так и у разных форм слонов. По этой причине систематика и филогенетические построения для ископаемых слонов основываются преимущественно на особенностях строения зубной системы, в основном зубов последней, шестой смены.

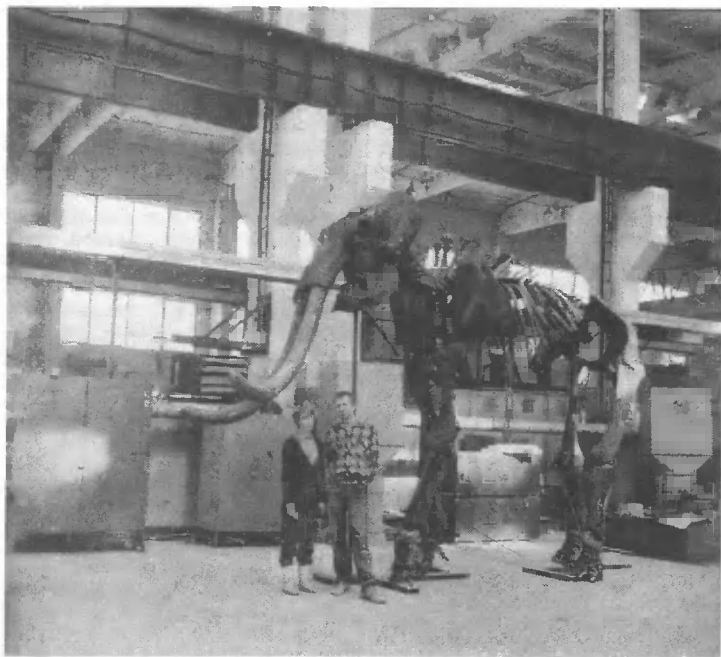
Летом 1989 г. на р. Оми в районе пос. Усть-Тарка Новосибирской обл. был обнаружен скелет ископаемого слона. Он залегал в толще древних речных отложений в стороне от коренного берега, непосредственно в русле реки. По всей видимости, первоначально скелет был извлечен полностью, но впоследствии часть костей оказалась, к сожалению, утерянной, и в конечном итоге в Институт археологии и этнографии СО РАН были доставлены череп с бивнями и нижней челюстью, таз с задними конечностями, почти все позвонки и ребра и ряд костей дистальных отделов конечностей (стопы и кисти).

С первого взгляда стало ясно, что мы имеем дело не с довольно обычными остатками мамонта, а со скелетом слона,

гораздо более древнего. Скелет принадлежал самцу 50—60 лет, с мощными бивнями и патологическим разрастанием костной ткани на некоторых грудных и поясничных позвонках. В челюстях функционировали среднестертые зубы последней, шестой смены — третьи моляры. Для систематической характеристики важно, что зубы верхней челюсти состоят из 10 пластин, при этом частота пластин составляет на 100 мм — 5,9, а толщина эмали — 2,3—3,2 мм. Зубы нижней челюсти состоят из девяти пластин с частотой на 100 мм — 4,7 и толщиной эмали 2,7—4,4 мм. Высота скелета в высшей точке спины, вычисленная на основе пропорций бедренной и большой берцовой костей, составляла 350 см, а при жизни, с учетом мягких тканей, высота слона достигала 370—380 см.

Вместе с остатками слона были найдены также обломок таза лошади, зуб носорога Мерка и грудной позвонки от другой, молодой особи слона. Вероятно, труп еще не разложившегося животного в паводок был вынесен течением реки на отмель и быстро погребен под слоем мелкозернистых песков.

При определении систематической принадлежности усть-тарского слона возникли значительные затруднения, вызванные парадоксальным смешением признаков в строении черепа, нижней челюсти и зубной системы. Так, судя по зубам нижней челюсти, слон с Оми наиболее близок к слону Громова, обитавшему, в том числе и на юге Западной Сибири, в позднем плиоцене — раннем плейстоцене (около 2,3—1,8 млн. лет назад). Зубы же верхней челюсти (как правило, всегда несколько более прогрессивные) по своему строению схожи с зубами раннеплейстоценового таманского слона, гораздо более позднего; его возраст оценивается в 1 млн. ± 200 —300 тыс.



Усть-таркский слон. Первая сборка его скелета осуществлена в мае 1992 г. авторами этой статьи совместно с Е. П. Гребневой и новосибирскими инженерами-конструкторами В. П. Фомичевым и Л. Н. Пузыревым, предложившими оригинальный способ монтажа скелета. Реставрация недостающих частей скелета была проведена по методике В. Е. Гарутта в препараторской лаборатории Палеонтологического института РАН.

Схема филогенетического развития слонов линии Archidiskodon—Mammuthus на территории Евразии [по В. Е. Гарутту, 1986]: I — румынский слон (Archidiskodon rumenus), II — слон Громова (A. gromovi), III — южный слон (A. meridionalis), IV — таманский слон (A. tamanensis), V — трогонтериевый слон (A. trogontherii), VI — хазарский слон (Mammuthus chosaricus), VII — мамонт (M. primigenius). Крестиком обозначено приблизительное положение на этой схеме усть-таркского слона.

лет¹. В строении черепа обнаружилось смешение признаков родов Archidiskodon и Mammuthus, характерное для трогонтериевого (или, как его еще называют, степного) слона². Нижняя челюсть имеет строение, типичное для представителей рода Mammuthus. В данной сложной ситуации приходится ориентироваться, вероятно, все же на строение черепа и нижней челюсти, а не коренных зубов, признаки которых изменчивы в индивидуальном плане, что влечет за собой их трансгрессию не

только между представителями разных видов, но и разных родов ископаемых слонов. По заключению И. А. Дуброва (Палеонтологический институт РАН), любезно просмотревшей промеры, фотоснимки и эстампы зубов и черепа, усть-таркский слон предварительно может быть определен как ранняя форма трогонтериевого слона (Archidiskodon trogontherii), чей геологический возраст соответствует среднему плейстоцену (в пределах 800—700 тыс. лет назад).

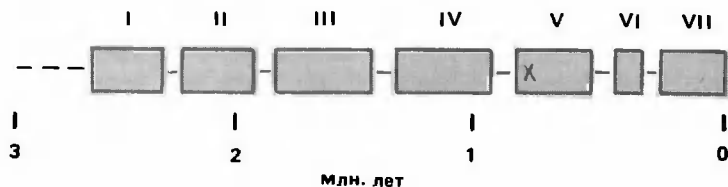
Таким образом, систематическая принадлежность слона с Оми окончательно не выяснена и требует изучения палеонтологами, специалистами по ископаемым слонам. На примере скелета усть-таркского слона становится очевидным, что датировка отложений по находкам единичных зубов и их фрагментов весьма проблематична.

Происхождению и филогенетическому развитию слонов посвящено немало исследований. Среди ископаемых слонов Северной Евразии доминирующей была так называемая «мамонтовая» линия Archidiskodon—Mammuthus, приведшая в конце плейстоцена к появлению позднелейстоценовой формы мамонта. В. Е. Гарутт представляет себе развитие слонов этой линии следующим образом. Проникнув на территорию Евразии из Африки около 3 млн. лет назад, примитивные архидискодонтные слоны, приспособившись к разнообразным ландшафтно-климатическим условиям и все более усиливающимся похолоданию и аридизации климата, быстро эволюционировали и дали ряд последовательных форм, что делает остатки слонов этой линии незаменимыми для биоисторикографических корреляций.

В процессе эволюции прежде всего изменялось строение зубного аппарата слонов. Первые архидискодонтные слоны имели низкокоронковые зубы с малым (10—12) числом пластин и толстой (3,5 мм) эмалью, приспособленные для перетирания достаточно мягких кормов. Обитали эти слоны — румынский, слон Громова, южный и таманский — в сравнительно теплых и гумидных условиях саванн и лесостепей. Напротив, заключительный представитель линии

¹ Гарутт В. Е. Происхождение слонов Elephantidae и пути их филогении // Тр. Зоол. ин-та АН СССР. Л., 1986. Т. 149. С. 13—32.

² Байгушева В. С., Гарутт В. Е. Скелет степного слона Archidiskodon trogontherii (Pohlig, 1885) из северо-восточного Приазовья // Тр. Зоол. ин-та АН СССР. Л., 1987. Т. 168. С. 21—37.



слонов *Mammuthus primigenius* (позднеплейстоценовая форма мамонта) имел высококоронковые зубы с числом пластин, достигающим до 31, и толщиной эмали всего в 1,5—0,9 мм; они были приспособлены для грубых сухих травянистых кормов перигляциальных (приледниковых) тундростепей. Иными словами, относительно быстрая эволюция слонов с позднего плейстоцена до голоцена лучше всего характеризуется именно изменениями в строении зубов, которые у каждой из вымерших форм соответствуют определенному адаптивному типу; постепенно менялся и экстерьер животных. Если ранние представители архидискодонтовых слонов — слон Громова, южный и таманский — поедали преимущественно веточные корма, имели относительно короткое туловище и высокие ноги, то мамонт, основу

питания которого составляли травянистые корма, был более приземист и коротконог.

Трогонтериевый слон входил в состав так называемого вяткинского (в Восточной Европе — тираспольского) фаунистического комплекса, который кроме этого степного слона включал также виды крупных млекопитающих, как мосбахская лошадь, носорог Мерка, крупная форма бизона, широколобый лось и ряд других³. Обитали они здесь в степных и лесостепных ландшафтах и климатических условиях, гораздо более благоприятных, чем ныне. По величине трогонтериевый слон заметно превосходил своих предшест-

венников и потомков — архидискодонтовых слонов и мамонтов: высота скелета в холке достигала у него 4,5—5 м (скелет самца из музея г. Азова имеет 4,5 м в высшей точке спины, а скелет самки с территории Германии — 345 см).

После проведенной в апреле — мае 1992 г. реставрации и первой сборки скелета устартарский слон, получивший ласковое имя Федя, побывал на выставке в японском городе Саппоро, где его смогли увидеть 1,5 млн. посетителей. В ближайшем будущем уникальный экспонат украсит новый музей Института археологии и этнографии Сибирского отделения РАН.

³ Вангенгейм Э. А. Палеонтологическое обоснование стратиграфии антропогена Северной Евразии. М., 1977. С. 170.

НОВОСТИ НАУКИ

Палеонтология

Кто погубил карликового бегемота?

Ученым давно известны костные остатки карликового (величиной со свинью) бегемота, обитавшего десятки тысяч лет назад на о. Кипр — в относительно благоприятных условиях гористого острова, где крупные хищники не встречались. Очевидно, это обстоятельство и привело «беспечного» карликового бегемота к гибели, когда на Кипре около 10,5 тыс. лет назад появились люди.

Правда, до сих пор специалисты полагают, что они «не встретились»: двуногий охотник впервые высадился на этих берегах лишь 8—9 тыс. лет назад, а карликовый бегемот к тому вре-

мени уже вымер, не сумев адаптироваться к изменению условий существования на рубеже плейстоцена и голоцена. Подобная точка зрения ныне опровергается результатами раскопок, проведенных палеонтологами Р. Манделом (R. Mandel; Университет штата Небраска, Омаха, США) и А. Симмонсом (A. Simmons; Университет штата Невада, Рино, США).

Они работали на палеолитической стоянке человека, обнаруженной у южной оконечности Кипра. Стоянка представляет собой ныне уже обрушившееся скальное укрытие, под которым древние люди многократно разводили огонь. Вокруг очагов найдено более 1000 предметов материальной культуры (главным образом, каменных скребков), а также множество костей животных, среди которых

по численности первое место занимали карликовые бегемоты.

Возраст стоянки около 10,5 тыс. лет. Это намного больше, чем называвшееся до сих пор время заселения людьми средиземноморских островов. Остатков карликового бегемота возраста менее 20 тыс. лет до сих пор тоже не находили. Эти факты заставляют изменить представления о ходе заселения людьми бассейна Средиземного моря и учитывать степень их воздействия на представителей островной фауны (ведь в более близкое нам время охотник, как известно, полностью «выбил» нелетающую птицу моа, обитавшую в Новой Зеландии, и эпиорниса — птицу, населявшую о. Мадагаскар).

New Scientist. 1993. V. 137. N 1855. P. 18 (Великобритания).

Космические исследования

«Духовое ружье» стреляет в космос

Национальная лаборатория им. Лоуренса в Ливерморе (штат Калифорния, США) завершила трехлетние работы по проекту сверхвысотных исследований (Super High Altitude Research Project — CHARP); руководитель проекта — Дж. Хантер (J. Hunter). Создан действующий прототип космического пускового устройства, имеющего принципиально новую для подобных установок конструкцию. По существу, это устройство, именуемое «SHARP», представляет собой гигантское «духовое ружье», способное на данном этапе сообщать «снаряду» массой 5 кг скорость до 4 км/с.

Устройство состоит из двух соединенных под прямым углом труб, одна диаметром 36 см и длиной 82 м, другая — соответственно 10 см и 47 м. В большей из труб под высоким давлением находится водород, способный очень быстро расширяться и благодаря этому сообщать «снаряду» большое ускорение. Перед выстрелом в «казенную часть» этой трубы помещают стальной поршень массой 1 т; между поршнем и концом трубы закачивается смесь метана с воздухом, остальная часть заполняется водородом. При зажигании метано-воздушной смеси происходит взрыв: поршень, двигаясь по трубе, сжимает водород до 4100 атм; в муфте, соединяющей трубы, прорывается ограничитель, и водород, резко расширяясь, гонит перед собой «снаряд». Чтобы уменьшить торможение в «стволе», воздух из него перед выстрелом выкачивают, а «дульное» отверстие запечатывают тонким слоем пластмассы, который легко прорывается «снарядом». Горячий сжатый водород на открытом воздухе мгновенно сгорает. Отдачу

короткой трубы поглощают 100-тонные грузы, установленные на полозьях по обеим ее концам; при выстреле они откатываются на 3 м назад. Отдачу пусковой трубы сдерживает аналогичное устройство массой 10 т, дополненное контейнером с железобетонным веществом; при выстреле оно с силой выдавливается сквозь специальные щели в контейнере. Сложной для конструкторов частью оказалась камера, соединяющая трубы; она имеет массу 40 т и состоит из концентрических колец, сделанных из высокопрочного кобальт-никель-стального сплава.

Во время испытаний осенью 1992 г. с помощью этого устройства запускались «снаряды» в горизонтальном направлении в мишень из мешков с песком на расстоянии всего 30 м. В дальнейшем его предполагалось перевезти на авиабазу в штате Калифорния для запусков в вертикальном направлении на высоту 450 км.

Конструкторы уверены, что аналогичное устройство гораздо более значительных размеров в состоянии запускать на околоземную орбиту объекты массой до 10 т. Это должно обходиться существенно дешевле, чем использование нынешних ракет-носителей: запуск корабля типа «Шаттл» сейчас стоит около 20 тыс. долл. на 1 кг полезной нагрузки, а новый метод позволил бы за 10 лет эксплуатации снизить затраты до 500 долл. на 1 кг. Строительство уже испытанного устройства обошлось в 4 млн. долл.; расходы по проектированию и сооружению окончательной действующей установки оцениваются в 7 млрд. долл.

С помощью нового пускового устройства могут запускаться около 90 % материалов, нуждающихся в космических испытаниях (за исключением лишь тех, что не переносят ускорение в 1500 g).

New Scientist. 1992. V. 135. N 1839. P. 20 (Великобритания).

Астрофизика

Теория космического магнетизма пересматривается!

Дж. Перри (J. Perry; Кембриджский университет, Великобритания), Ф. Кронберг и Ф. Жуковский (Ph. Kronberg, F. Zhukowsky; Торонтский университет, Канада), используя сеть радиотелескопов с большой базой в Сокоппо (штат Нью-Мексико, США), провели наблюдения квазара Паркс 1229-021, расположенного в 6 млрд. св. лет от нас (его красное смещение составляет 1,04). Между этим квазаром и земным наблюдателем находится сравнительно близкая к нам галактика, видимая «на просвет». Это позволило проанализировать структуру ее магнитного поля по его воздействию на радиоизлучение квазара. Как оказалось, это излучение поляризуется — выделяется плоскость колебаний электрического вектора радиоизлучения. Проходя сквозь галактику, где присутствует магнитное поле и ионизованный газ, радиоволны изменяют плоскость поляризации, причем по-разному на разных длинах волн.

Паркс 1229-021 имеет узкий джет — струю выброшенной из центра квазара материи. Астрономы измерили степень поляризации волн с разными частотами на всем протяжении джета, что позволило построить пространственную карту интенсивности и структуры магнитного поля этой галактики. Ее красное смещение составляет 0,4, следовательно, она расположена от нас на расстоянии примерно 4 млрд. св. лет, т. е. мы наблюдаем ее состояние в ту эпоху, когда Вселенная была почти вдвое моложе. Казалось бы, эта галактика должна отличаться от близких к нам звездных систем. Однако исследования показали, что по структуре магнитного поля она очень похожа на галактику M81, находящуюся рядом с Млечным путем,

а напряженность ее магнитного поля вполне сравнима с напряженностью поля нашей Галактики — 1—4 мкГ (это примерно одна миллионная доля силы магнитного поля Земли). Однако существующие теории требуют, чтобы далекие (а значит, молодые) галактики обладали более слабыми магнитными полями в сравнении с близкими к нам звездными системами.

Специалисты считают, что магнитное поле такой напряженности просто не могло возникнуть за столь короткий срок с момента Большого взрыва. В молодой Вселенной существовало, как полагают, очень слабое «затравочное» поле, которое затем усиливалось за счет электронов, возбуждаемых в результате «динамо-эффекта». Такое поле было в 10 млрд. раз слабее, чем в нашей Галактике сегодня. Если бы оно было намного сильнее, то препятствовало бы коллапсу протогалактических и протозвездных облаков газа. Теперь же оказывается, что затравочное поле было в 1000 раз сильнее. Если это действительно так, то оно должно играть весьма важную роль в эволюции Вселенной.

New Scientist. 1992. V. 133. N 1814.
P. 24 (Великобритания).

Астрофизика

Бериллиевые звезды и Большой взрыв

Принятая модель Большого взрыва предполагает, что в ядерных реакциях, протекавших в первые минуты, были синтезированы лишь три наилегчайших элемента: водород, гелий и литий. Однако в 1991 г. астрофизики Д. Гилмор (D. Gilmore; Астрономический институт в Кембридже, Великобритания), Б. Эдвардсон (B. Edvardsson; Обсерватория Упсальского университета, Швеция) и П. Ниссен (P. Nissen; Орхусский университет, Дания) сообщили об обнаружении значительного количества бериллия в старой звезде HD 140283. Этот элемент по порядковому номеру следует за литием и, как полагали, был синтезирован позже трех названных выше.

Впоследствии те же исследователи совместно с Б. Густафссоном (B. Gustafsson; Упсальский университет), наблюдая на 3,9-метровом англо-австралийском телескопе в Австралии, доказали присутствие бериллия еще в шести старых звездах нашей Галактики. Об их большом возрасте говорит наличие в их спектрах слабой линии железа, свидетельствующей, что образовались они примерно 10—15 млрд. лет назад.

Для производства бериллия нужны нейтроны. Этот химический элемент мог бы легко синтезироваться, если бы в первые несколько минут своего существования Вселенная была неоднородной: положительно заряженные протоны удерживаются в областях высокой плотности отрицательно заряженными электронами, а незаряженные нейтроны диффундируют в области более низкой плотности, где создавался бы относительный избыток нейтронов.

Наблюдения Дж. Гилмора и его коллег позволяют дать иное объяснение. Если космические лучи, пронизывавшие Вселенную и до рождения звезд, принимали участие в образовании бериллия, тогда гипотеза однородной Вселенной остается в силе. Высокоэнергичные частицы космических лучей, взаимодействуя с атомами, например кислорода, могут «раскалывать» их на более «мелкие», например атомы бериллия. В пользу этого предположения говорит тот факт, что содержание бериллия во всех указанных семи звездах пропорционально содержанию кислорода.

В противоположность этому количеству лития в старых звездах не обнаруживается такой пропорциональности. Вероятно, это означает, что литий там — продукт ядерных реакций Большого взрыва, а не следствие воздействия космических лучей.

Проверка правильности гипотезы возможна путем измерения количества бора. Этот элемент образуется как при неоднородном Большом взрыве, так и под влиянием космических лучей, но в первом случае количество бериллия превышает количество бора, а во втором — наоборот, причем разница может быть восьмикратной. Обна-

ружение в наземных условиях бора еще сложнее, чем бериллия, поэтому подобные наблюдения можно проводить лишь с помощью Космического телескопа им. Хаббла.

Недавно поступило сообщение, что бор обнаружен в звезде HD 140283. Это, впрочем, не дает еще оснований для однозначного вывода, так как отношение бора к бериллию оказалось равным всего пяти, т. е. как бы «посередине» между предсказаниями обеих гипотез.

Обнаружение бериллия еще в шести звездах предоставляет возможность продолжить проверку гипотез. Установив количественные соотношения обоих элементов в этих звездах, астрофизики приблизятся к разрешению загадки рождения Вселенной.

New Scientist. 1992. V. 134. N 1825.
P. 17. Nature. 1992. V. 357. N 6377.
P. 379 (Великобритания).

Планетология

Миллиард ампер вокруг Юпитера

В феврале 1992 г. запущенный Европейским космическим агентством межпланетный аппарат «Улисс» прошел в окрестностях Юпитера. 8 февраля он был непосредственно над Северным полюсом планеты, перед этим миновав ее экваториальную область на расстоянии всего 450 тыс. км.

Большой интерес представляют данные магнитных измерений, полученные с борта «Улисса». Установлено, что магнитосфера Юпитера имеет весьма сложную структуру, существенно отличающуюся от земной. Если у нашей планеты она по форме напоминает каплю воды, то у Юпитера она сплюснута. Такая форма определяется воздействием мощных электрических токов, опоясывающих Юпитер за пределами орбит его основных спутников.

Замечено, что с конца 1970-х годов, когда район гигантской планеты впервые посещали аппараты типа «Пионер» и «Вояджер», здесь произошли существенные изменения. Тог-

давшие измерения, выполнявшиеся только вблизи экватора, свидетельствовали, что магнитное поле Юпитера сходно с земным, отличаясь в основном лишь гигантскими размерами. (А, грубо говоря, шарообразная область очерчивается солнечным ветром — потоком заряженных частиц, излучаемых Солнцем. Со стороны, противоположной светилу, далеко уходит вытянутый магнитосферный «хвост».)

«Улисс» провел магнитные измерения в северо-южном направлении, и его приборы зафиксировали, что магнитосфера планеты сильно сплюснута. В плоскости орбиты Юпитера она простирается на расстояние, составляющее около 50 диаметров планеты, а ее протяженность в вертикальном направлении — вдвое меньше.

Руководитель эксперимента А. Балог (A. Balogh) полагает, что такая форма магнитосферы связана с электрическим током, проходящим сквозь разряженную газовую среду из атомов серы и кислорода, выброшенных при извержениях вулканов на спутнике Юпитера Ио.

Первоначально эти продукты вулканической активности следуют за Ио по орбите спутника, отстоящей на 421 тыс. км от планеты, и образуют тор. Затем этот тор распадается на отдельные дугообразные отрезки.

Частицы высоких энергий, захваченные магнитным полем Юпитера, ионизуют атомы серы и кислорода, так что образуется плазма, которая распространяется за пределы орбиты Ио и образует плоский тонкий плазменный слой. По мере вращения планеты вокруг собственной оси ионизованный газ закручивается магнитным полем Юпитера, образуя вихрь. Приборы «Улисса» установили, что этот слой простирается на расстояние, равное, как минимум, 40 радиусам Юпитера. Это примерно вдвое больше, чем можно было судить по прежним наблюдениям.

Измерения показывают, что величина этого тока достигает гигантских значений, близких к 10^9 А. Он генерирует собственное магнитное поле, независимое от поля плане-

ты. Во внешней области магнитосферы поле этого тока и порождает сплюснутость магнитосферы.

Истечение горячей плазмы из района Ио привело к тому, что за последние 20 лет магнитосфера «раздулась» подобно воздушному шару. Колесница количества плазмы со временем имеют две причины. Во-первых, извержения вулканов на Ио происходят с перерывами. Однако сейчас вулканическая активность не очень высока, а магнитосфера тем не менее расширяется. Во-вторых, на состояние магнитосферы влияет находящийся на орбите Ио тор, в котором сосредоточены атомы, покинувшие этот спутник. Внешний край тора нестабилен — его частицы могут время от времени внезапно покидать тор и пополнять электрический слой, что приводит к «разбуханию» магнитосферы.

В момент максимального сближения с Юпитером «Улисс» прошел вплотную к внешнему краю орбиты Ио; измерения показали, что магнитное поле здесь близко к 2,4 мкТ. Токослой отвечает за 10 % этого поля, остальное — действие поля самой планеты.

Еще данные, полученные с аппаратов «Пионер» и «Вояджер», показали, что магнитное поле Юпитера в 20 тыс. раз мощнее, чем земное, а ось его наклонена примерно на 10° . Теперь «Улисс» подтвердил эти данные и повысил их точность до нескольких процентов.

«Улисс» продолжает свой полет. Сейчас он уже вышел из плоскости Солнечной системы. В 1994 г. он пройдет над Южным полюсом Солнца, а в 1995 г. — над Северным.

New Scientist. 1992. V. 133. N 1809. P. 20 (Великобритания).

Физика

Нуклотрон — ускоритель релятивистских ядер

В Лаборатории высоких энергий Объединенного института ядерных исследований (Дубна) введен в действие пер-

вый сверхпроводящий ускоритель ядер на высокие энергии — нуклотрон. Он позволит получать пучки релятивистских ядер и многозарядных ионов с энергией до 6 ГэВ/нуклон. На новом ускорителе запланирована широкая программа исследований, основным направлением которых является изучение особенностей атомных ядер, выходящих за рамки протон-нейтронной модели ядра, и построение физической картины ядерной материи на языке кварков и глюонов. Начало этим исследованиям было положено в 1971 г. на Дубненском синхрофазотроне, когда впервые были получены пучки релятивистских дейтронов.

Кольцо нового ускорителя имеет периметр 251 м и вес около 80 т. Магнитную систему синхротрона составляют 96 дипольных магнитов и 64 квадрупольные линзы, которые охлаждаются жидким двухфазным гелием. Основу криогенного комплекса составляют три охладителя производительностью 500 л/ч. К концу 1992 г. кольцо нуклотрона было полностью собрано в технологическом тоннеле синхрофазотрона и прошло вакуумные испытания.

17 марта этого года было начато охлаждение кольца. За 100 ч во всех элементах достигнута температура 4,5 К; вакуум в камере ускорителя 10^{-10} торр. Полученный опыт позволяет рассчитывать на сокращение времени охлаждения примерно в два раза. Пучок дейтронов с энергией 5 МэВ/нуклон был инжектирован в вакуумную камеру нуклотрона. 26 марта были зарегистрированы первые обороты пучка в кольце. В ходе этих работ успешно прошла испытания ускоряющая высококачественная станция.

В настоящее время готовится новый сеанс, во время которого будет осуществлено ограниченное ускорение пучка и облучение внутренних мишеней для физических групп. Всего в этом году для адаптации нуклотрона отводится 2000 ч.

В 1993 г. продолжатся разработки по медленному выводу пучка из кольца нуклотрона. В 1994 г. будет осуществлена установка в кольцо элементов

этой системы и начнется ее наладка.

ОИЯИ. Пресс-релиз. 1993. 8 апреля.

Биохимия

Секрет лягушек

Химики Дж. Бови и Д. Стоун вместе с зоологами М. Тайлером и Дж. Валласом (J. Bowie, D. Stone, M. Tyler, J. Wallace; Аделаидский университет, Австралия) выделили новое вещество из секрета кожных желез трех видов лягушек рода австралийских квакш (литорий): коралловопалой литории (*Litoria caerulea*), очаровательной литории (*L. splendida*) и древесной литории (*L. gilleni*). Было обнаружено, что это вещество, получившее название каерин 1.1, обладает активностью против золотистого стафилококка (*Staphylococcus aureus*) — бактерий, вызывающих образование фурункулов, абсцессов, а также против вирусов герпеса (*Herpes simplex virus*), заражение которыми приводит к тяжелым поражениям кожи, гениталий, роговицы глаз и нередко становится причиной смерти.

Известно, что амфибии живут в среде, в которой обитают множество хищников, а также патогенные для амфибий микроорганизмы. Природа наделила амфибий способностью секретировать посредством их кожных желез большой набор химических веществ. Одни из них ядовиты, и их назначение — отпугивать других животных, другие, такие как каерин 1.1, — видимо, защищают от инфекций.

Обычно исследователи, изучающие состав секретированных веществ, для получения достаточного их количества вынуждены убивать множество амфибий или же вводить им химические стимуляторы (например, норадреналин), усиливающие их выделение. Австралийские ученые пошли по другому пути: они стимулировали секрецию кожных желез лягушек с помощью слабых электрических импульсов. Этим способом удавалось получать от каждой лягушки около 70 мг выделений в месяц, что, учитывая размеры лягушки, очень много.

Использование метода масс-спектрометрии позволило авторам достаточно точно определить химическую структуру каерина 1.1. Было установлено, что он представляет собой пептид, состоящий из 25 остатков аминокислот: Gly-Leu-Leu-Ser-Val-Leu-Gly-Ser-Val-Ala-Lys-His-Val-Leu-Pro-His-Val-Val-Pro-Val-Ile-Ala-Glu-His-Leu(NH₂), с молекулярной массой 2582 Д. Исследователи считают, что длина молекулы каерина 1.1 равна приблизительно 0,4 нм, а форма напоминает наклоненный стержень.

Каерин 1.1 — лишь один из 35 пептидов, содержащихся в секрете кожных желез лягушек. Другой пептид, церулеин, был открыт другими исследователями. Он обладает свойством снижать кровяное давление и сейчас проходит испытания в клиниках. Все это указывает на то, что в секрете кожных желез лягушек содержится много веществ, которые еще предстоит изучить.

Journal of the Chemical Society and Chemical Communication. 1992. N 17. P. 1224—1225 (Великобритания)

Медицина. Генетика

Генная терапия печени

Группа американских ученых во главе с С. Ву (S. Woo; Центр генной терапии, Бэйлоровский медицинский колледж, Хьюстон, США) предложила новый метод, который можно использовать для лечения в первую очередь детей, страдающих острыми нарушениями функции печени. Первые успешные опыты исследователи провели на мышах, которым пересадили клетки печени человека, вырабатывающие белок α_1 -антитрипсин (клетки печени мышей не выделяют этот белок, но во всех других отношениях идентичны клеткам печени доноров). Клетки вводили в портальную вену или селезенку мышей-реципиентов, откуда они с потоком крови попадали в печень. Через несколько дней белок человека появился в крови у мышей, что свидетельствовало об успехе эксперимента. Уровень этого белка в крови оставался стабильным до конца их жизни (примерно

400 дней). Аналогичные результаты были получены в опытах на собаках и обезьянах бабуинах.

Авторы полагают, что метод может быть рекомендован для лечения в первую очередь метаболических нарушений функции печени, например фенилкетонурии. При этом заболевании ген, отвечающий за синтез фермента фенилаланингидроксилазы, дефектен. В норме этот фермент переводит аминокислоту фенилаланин в другую — тирозин. При отсутствии или недостатке этого фермента у детей в организме накапливается фенилаланин, что вызывает тяжелые умственные расстройства.

С. Ву с коллегами ввели ген мышиной фенилаланингидроксилазы в клетки печени животных, в геноме которых этот ген отсутствовал. В результате ферментная активность полностью восстановилась.

В настоящее время другие исследователи готовятся к проведению первых клинических испытаний метода Ву на детях, у которых в результате перенесенных инфекций или других причин клетки печени утратили свои функции. Пересадка большим детям нормальных клеток печени позволит поддержать больных до тех пор, пока им не смогут подобрать донора для трансплантации печени, которая может не понадобиться, так как функции печени восстановятся.

New Scientist. 1992. V. 136. N 1842. P. 16 (Великобритания).

Медицина

Отголки Чернобыльской аварии

Сотрудники Института эпидемиологии и микробиологии им. Н. Ф. Гамалеи обследовали детей, проживающих на территории Тульской области (г. Плавск), оказавшейся в зоне радиационного загрязнения после Чернобыльской аварии. Всего было обследовано 285 детей в возрасте от 5 до 18 лет, которых разделили на три группы: 5—6 лет (140 чел.), 6—10 лет (39 чел.), 13—18 лет (106 чел.).

При этом авторы использовали комплекс тестов для оценки иммунного статуса детей.

Анализ полученных данных показал, что во всех группах отмечаются изменения иммунологического статуса (с большой степенью достоверности). Прежде всего страдает система клеточного иммунитета (увеличение количества В-лимфоцитов и угнетение Т-клеточного звена), ярко выражен лейкоцитоз. В зависимости от степени изменений в иммунной системе из всех обследованных детей выделили группы: со слабыми отклонениями (менее 20 %), со средними (менее 40 %) и с сильными (более 40 %). Наиболее уязвимой группой оказались дети второй возрастной подгруппы (6—10 лет) — у них обнаружены средние и сильные признаки иммунодефицита. У многих детей отмечены отклонения в иммунологических показателях, соответствующих их возрасту (как выше, так и ниже нормы).

Дети с выявленным иммунодефицитом, проживающие в зоне загрязнения радионуклидами, предрасположены к различным заболеваниям, в том числе острым вирусным и гнойным инфекциям.

Тезисы докладов научно-практической конференции «Медицинские аспекты последствий аварии на Чернобыльской АЭС». Курск, 1993. С. 51.

Вулканология

Вулкан похоронил залив

Вулкан Килауэа, расположенный на о. Гавайи, извергается почти непрерывно. В ноябре 1992 г. ежесуточно из его кратера вытекало по 100 тыс. м³ лавы; вскоре она несколькими языками соприкоснулась с враждебной ей стихией океана и проникла в зал. Камоамов, что на крайнем юге острова. Борьба стихий сопровождалась мощными взрывами. К концу ноября лава полностью вытеснила воду из залива и даже создала «плацдарм» в 350 м от побережья. Вокруг вздымались столбы пара и пепла высотой с 30-этажный дом.

На суше лавовые потоки залили туристическую стоянку, район, отведенный местным жителям для рекреации, и места археологических раскопок. Два кинорепортера решили заснять активность лавового озера в одном из кратеров. Но их вертолет вынужден был совершить посадку прямо в кратере. Пилота спасли через несколько часов; один из репортеров сам выкарабкался на следующий день, а другой провел в этом «аду», в 20 м ниже кромки кратера, 27 ч, прежде чем его удалось извлечь оттуда с воспалением легких, вызванным вдыханием SO₂.

Килауэа тем временем продолжает «воевать» с Тихим океаном.

Smithsonian Institution Bulletin of the Global Volcanism. 1992. V. 17. N 11. P. 7 (США).

Океанология

Океан изучается в бассейне

Математическое моделирование тех сложнейших процессов, которые происходят в Мировом океане и непосредственно у его поверхности, затруднительно даже для самых совершенных компьютеров из-за ограниченного объема вводимой информации: научно-исследовательские суда даже при благоприятных погодных условиях не в состоянии описать динамику гигантских объемов воды, спутниковые же измерения охватывают большие пространства акваторий, но в основном их поверхностный слой, в малой степени касаясь глубинных областей. Вот почему важную роль в океанологических исследованиях продолжает играть физическое моделирование, проводимое в различного рода бассейнах. Особенно плодотворным это оказывается при изучении таких многофакторных явлений, как турбулентность и тепловой поток в океане.

Геофизик Р. Гриффитс (R. Griffiths; Национальный университет в Канберре, Австралия) и океанолог П. Корнильон (P. Cornillon; Университет штата Род-Айленд, Кингстон, США) про-

вели физическое моделирование процессов, сопровождающих эволюцию Гольфстрима в Атлантике и Восточно-Австралийского течения в южной части Тихого океана. Оба течения перемещаются от экватора, одно — на север, другое — на юг; достигнув соответственно 30° с. ш. и 30° ю. ш., они затем «впадают» в более холодные воды и образуют гигантские теплые воронки. Такие течения и воронки играют весьма заметную климатообразующую роль, доставляя тепловую энергию в холодные области.

Использованная в этих экспериментах модель океана представляла собой бассейн (бак) диаметром 1 м, глубиной 40 см и вместимостью 500 л. Он устанавливался на вращающемся столе, что позволяло имитировать вращение Земли (скорость вращения стола составляла 0,1 об/с, т. е. в 10 тыс. раз превышала скорость вращения планеты вокруг ее оси). Крышка бака, едва касающаяся водной поверхности, вращалась в том же направлении, но несколько медленнее — это имитировало влияние ветра на поверхность океана, причем скорость вращения крышки можно варьировать, как бы изменяя характер движения воздушных масс. Воздействие кривизны земной поверхности имитировалось различным наклоном (до 3° от горизонтали) крышки и основания бака. В ответ на вращение бака и крышки вода подвергается «растяжению» или сжатию, подобно морской воде, перемещающейся из одних широт в другие. Установка позволяет вносить поправки на температуру и плотность воды в зависимости от глубины; для этого в бак вводится сначала тонкий слой пресной воды, а затем более мощный — соленой; 32 датчика электропроводности позволяют измерять соленость в разных участках и на разных глубинах, определять плотность слоев и границы между ними.

Две видеокамеры регистрируют движение воды в этом искусственном «океане»; изображения передаются в двоичном коде, что дает возможность их анализировать.

New Scientist. 1993. V. 137. N 1864. P. 23 (Великобритания).

Отшельники моря

В. А. Дюков,

кандидат биологических наук

Институт общей генетики им. Н. И. Вавилова РАН
Москва

В ПЕРВЫЕ за последние десятилетия вышла в свет популярная книга отечественного специалиста по акулообразным, рассказывающая об одной из самых любопытных и наименее изученных групп позвоночных. Правда, в 1966—1970-х гг. у нас появлялись переводные книги об акулах, последняя принадлежала перу отца и сына Кусто. Но с тех пор прошло двадцать лет. И в наши дни для многих непосвященных главным источником сведений об акулах стала повесть П. Бенчли «Челюсти». Так или иначе она пробудила интерес новых кругов читателей к акулам, и в этом смысле книга Н. А. Мягкова подоспела вовремя.

Н. А. Мягков совершил ряд рейсов в разные моря, омывающие нашу родину, участвовал в «акульих» экспедициях в воды Кубы и Индонезии и единственный из русских стал членом американской и японской ассоциаций по изучению акулообразных. В небольшом введении автор рассказывает, как возник его замысел.

Трудности изучения акул,— объясняет он,— связаны отчасти с тем, что многие их виды отличаются огромными размерами и встречаются достаточно редко. Наблюдениям за акулами мешают предубеждение против них и реальная опасность подвергнуться нападению. Ведь акула — один из самых агрессивных хищников, не избегает возможности уничтожить человека.

Тем не менее люди тысячелетиями охотились на акул, употребляли в пищу их мясо, из зубов делали ножи, боевые мечи, скальпели. И в наше время кожа акул используется как подделочный материал, жир применяется для изготовления лекарств.

Первые лаборатории по изучению акул были созданы во



Н. А. Мягков. АКУЛЫ: МИФЫ И РЕАЛЬНОСТЬ. М.: Наука (сер. «Человек и окружающая среда»), 1992. 160 с.

время второй мировой войны. Американские и английские моряки, воевавшие в бассейнах Тихого и Индийского океанов, подвергались постоянной опасности оказаться жертвами этих морских хищников, и военное ведомство США развернуло крупномасштабные работы по изучению акул и способов защиты от них.

В конце 50-х была образована Международная комиссия по изучению акул, а через тридцать лет ее сменила Американская ассоциация по изучению акулообразных. За истекшие десятилетия достигнуты огромные успехи — ученым удалось узнать много нового о биологии этих морских хищников, однако непознанного в их поведении осталось еще больше. А главное — средств от нападения акул нет и сегодня. Акулы по-прежнему — опасность и загад-

ка. Естественно, что это дает обильную пищу для вымыслов и ложных сенсаций, которых полным-полно в популярной литературе — зарубежной и отечественной. Это и побудило автора взяться за перо.

Читатель познакомится с легендами и мифами, которыми в течение многих веков были окутаны представления об акулах, со многими сенсационными открытиями, которые не получили научного подтверждения. Но вместе с тем, автор считает, что зачастую мифы весьма близки к истине.

Одна из запутанных проблем — эволюция и происхождение акул. В этой области трудно работать, так как акулообразные, не имевшие и не имеющие прочного костного скелета, оставили после себя палеонтологам, в лучшем случае, лишь окаменевшие зубы, экскременты, да отдельные дентинные образования защитного характера. Но все же, анализируя богатый научный материал, собранный предшественниками, и некоторые свои данные, Н. А. Мягков рисует, как представляется, стройную картину эволюции современных акулообразных и приходит к построению модифицированной их системы. В целом автор поддерживает эволюционную схему, разработанную советским ихтиологом Л. С. Гликманом, основанную главным образом на сравнительной характеристике внутреннего строения зубов и их расположения в пасти акул. Что же касается приведенной в книге систематики, то она может вызвать у специалистов некоторые возражения, но это добротный материал для обсуждения.

Любопытен приведенный в книге анализ закономерностей распространения ныне живущих акул. Помимо описания географического и батиметрического распределения акул в Мировом

океане и пресных водах, автор книги выделяет центры видового образования и видовой богатства акул, что может послужить отправной точкой для более полного изучения их расселения в океане. Автор предполагает, что наиболее прогрессивные из современных акул пытаются вернуться в пресные воды. Это не бесспорно, но обсуждение такой возможности весьма важно для понимания того, в каком направлении идут процессы эволюционного расселения хрящевых рыб в водоемах планеты.

Рассказывая о питании акул, автор предлагает укрупненные блоковые модели, отражающие роль тех или иных акулообразных в конкретных экосистемах океана. Особенно важно, что здесь сделан особый акцент на акулах и скатах, обитающих в морях, которые омывают Россию и прилежащие государства.

Продолжая эту тему, Н. А. Мягков определяет конкретное место тех или иных акул в экосистемах океана и некоторых пресных вод. Здесь автор книги пытается на основе своих исследований экологии и морфологии головного мозга акул построить гипотезу относительно эволюции их расселения в океане. Эта гипотеза под-

тверждается работами ряда зарубежных ученых. В результате вырисовывается достаточно полная и убедительная картина расселения и эволюции акул в океане, которая, в свою очередь, позволяет автору книги выделить ряд экологических групп акул.

В книге обозначены те биологические особенности акул и скатов, которые позволили представителям этой сравнительно древней группы позвоночных выжить в океане и стать весьма процветающей группой. Н. А. Мягков объясняет это достаточно высоко организованным строением головного мозга и органов чувств, а также высокоразвитой системой размножения (вплоть до живорождения). Не менее важными, на его взгляд, следует считать особенности иммунной системы и обмена веществ. Предполагается, что на примере акул мы можем наблюдать одновременно эволюцию хрящевого скелета и неизменность некоторых частей тела. Выводы автора далеко не бесспорны, но обсуждение их перспективно.

Заключительные страницы книги посвящены взаимоотношениям человека и акул. Помимо острого сюжета о нападениях акул, много говорится об их промысле и использовании,

в частности о том, что акул можно рассматривать в перспективе как «поставщиков» сырья для создания биопрепаратов, позволяющих лечить онкологические и другие сложные заболевания. Завершает книгу раздел, посвященный проблемам охраны современных акул и как важнейшего компонента экосистем океана, и как любопытнейших обитателей моря, которые еще могут принести людям много пользы. Наша планета должна сохранить все свое живое разнообразие.

В целом книга содержит интересные наблюдения, выводы и новые цифры, написана понятным языком. По своему жанру она, как и ряд других изданий серии «Человек и окружающая среда», занимает промежуточное положение между научной монографией и научно-популярной книгой. И все же местами изложение уже чересчур лишено красок. Увы, совсем нет цвета и в рисунках, да и бумага плоховата. Но будем надеяться, что в не таком уж далеком будущем российские читатели увидят новый вариант книги Н. А. Мягкова, усовершенствованный по сути и в хорошем переплете, с цветными иллюстрациями.

СОВЕТСКИЕ НАУКИ

Палеоботаника

Ископаемый лес

Американские и аргентинские исследователи открыли в одной из горных цепей Транс-антарктических гор ископаемый лес, существование которого относится к раннепермскому периоду. Они нашли 15 минерализованных стволов деревьев, сохранивших прижизненное положение, с корнями, хорошо укрепившимися в древней почве. Кроме того, в прилегающей почве были собраны листья и се-

мена папоротников рода *Glossopteris*. При исследовании срезов стволов оказалось, что на них очень четко видны годовичные кольца, анализ которых обнаружил расхождение с ранее сделанными реконструкциями палеоклимата пермского периода.

Возраст деревьев пермского леса невелик — максимум 15 лет (если действительно 1 кольцо соответствует 1 году), но он быстро рос, и деревья имели большую плотность (до 2 тыс. деревьев на 1 га). Структура колец определенно говорит о том, что деревья хорошо при-

способились к световому режиму полярных широт (в пермский период исследуемый участок находился на 80—85° ю. ш.) В годовичных кольцах хорошо выражены более светлые и более плотные «весенние» участки по сравнению с темными «летними». Исследователи также заключают, что эти деревья сбрасывали листву. Отсутствие прослоек замерзшей влаги в годовичных кольцах заставляет предполагать, что лес произрастал в более теплом климате, чем принято считать.

La Recherche. 1992. V. 23. N 249. P. 1363 (Франция)

Судьба «невозвращенца» А. Е. Чичибабина (в свете неопубликованных документов)

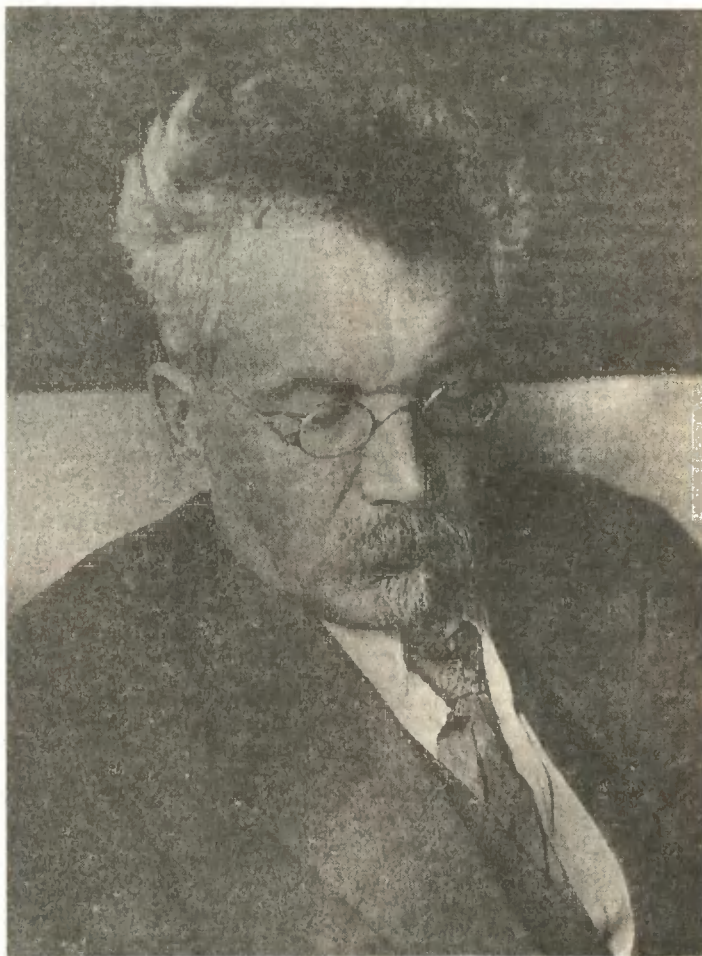
В. А. Волков,
кандидат исторических наук

М. В. Куликова
Институт истории естествознания и техники РАН
Москва

«ОТКАЗАВШИЙСЯ ВЫ- ПОЛНИТЬ СВОЙ ДОЛГ»

В канун 1937 г. проходило Общее собрание Академии наук СССР, принявшее постановление лишить Алексея Евгеньевича Чичибабина звания академика. Неделью спустя ЦИК СССР лишил Чичибабина и советского гражданства «как отказавшегося выполнить свой долг перед родиной». Ему был навсегда запрещен въезд в пределы своей страны.

Кто же такой Чичибабин? Чем он провинился перед Россией? Выдающийся химик, первым из советских ученых удостоенный премии им. В. И. Ленина, автор классического учебника «Основные начала органической химии», выдержавшего семь переизданий, организатор отечественной химико-фармацевтической промышленности, активный участник химизации народного хозяйства СССР — и «невозвращенец», отказавшийся вернуться на родину из зарубежной поездки, «продавшийся империалистам за тарелку чечевичной похлебки». «Имена господина Чичибабина и господина Ипатьева, — говорилось в передовице «Правды» от 6 января 1937 г., — получили широкую, но печальную известность... Оба они — старые ученые, получившие профессорские звания еще до революции. По своим взглядам и навыкам они принадлежали к миру капиталистической наживы. Наука была для них источником дохода». Типичные для тех времен огульные обвинения и откровенная клевета скрывали подлинный трагизм судьбы Чичибабина. Сейчас мы



Алексей Евгеньевич Чичибабин
[1871—1945].

свет на его облик — ученого и человека.

располагаем рядом документов, позволяющих восстановить канву событий, которые предшествовали выезду Чичибабина за границу, и проливающих новый

В автобиографии (июнь 1908 г.)¹ Алексей Евгеньевич писал, что он родился в Полтавской губернии, местечке Кузе-

¹ Объединение Мосгорархива (бывший ЦГАОРСС г. Москвы) Ф. 1992. Оп. 1. Д. 46. Л. 39—40.

мине Зеньковского уезда в 1871 г. Окончил классическую гимназию г. Лубны, а затем физико-математический факультет Московского университета, получив при этом диплом первой степени. Поначалу работал практикантом в химической лаборатории Московского университета, лаборантом по химии в Александровском коммерческом училище, ассистентом при кафедре неорганической и аналитической химии в Московском сельскохозяйственном институте. С 1900 г. состоял приват-доцентом Московского университета, а четырьмя годами позднее защитил там магистерскую диссертацию «О продуктах действия галогидных соединений на пиридин и хинолин».

К скупым строчкам автобиографии можно добавить, что Чичибабину с ранних лет пришлось столкнуться с нуждой. Жизнь семьи Евгения Саввича Чичибабина, секретаря земской управы Лубенского уезда, была более чем скромной, а после его смерти — на грани нищеты².

Поступив в университет, Чичибабин поселился в «Ляпинке» — бесплатном студенческом общежитии, о котором красочно рассказал Гиляровский в книге «Москва и москвичи». Давал частные уроки, писал в газеты мелкие заметки о научных заседаниях. Первые научные работы студент Чичибабин выполнил под руководством профессоров В. В. Марковникова и М. В. Коновалова.

Не рассказал в своей автобиографии Алексей Евгеньевич и о том, что поведала секретная справка, обнаруженная нами в фонде Особого отдела департамента полиции. В ней, в частности, говорится, что Чичибабин «в 1890 году, будучи студентом Московского университета, принимал участие в беспорядках в университете, и 9 марта того же года был арестован на сходке во дворе университета, за что был уволен из университета, но вскоре затем вновь был принят. Проживая затем в Москве, Чичибабин был замечен в сношениях с лицами, принадлежащими к проти-



Алексей Евгеньевич с дочерью Наташей.

воправительственным организациям³. Уже в 1908 г. в квартире Чичибабиных (в 1897 г. Алексей Евгеньевич женился на Вере Владимировне Подгорецкой) производился обыск, при котором была обнаружена запрещенная литература. В 1911 г. А. Е. Чичибабин в числе более чем 100 других профессоров и преподавателей оставил Московский университет в знак протеста против реакционной политики царского правительства в области высшего образования.

Возвращаясь вновь к автобиографии Чичибабина, заметим, что она была написана в 1908 г. в связи с его участием (успешным) в конкурсе на замещение вакантной должности профессора общей и органической химии в Московском техническом училище (позднее МВТУ, с недавних пор — МГТУ). Через год он возглавил кафедру органической химии, позднее его избрали деканом химического отделения, а с 1924 по 1930 г. он был деканом химического факультета МВТУ.

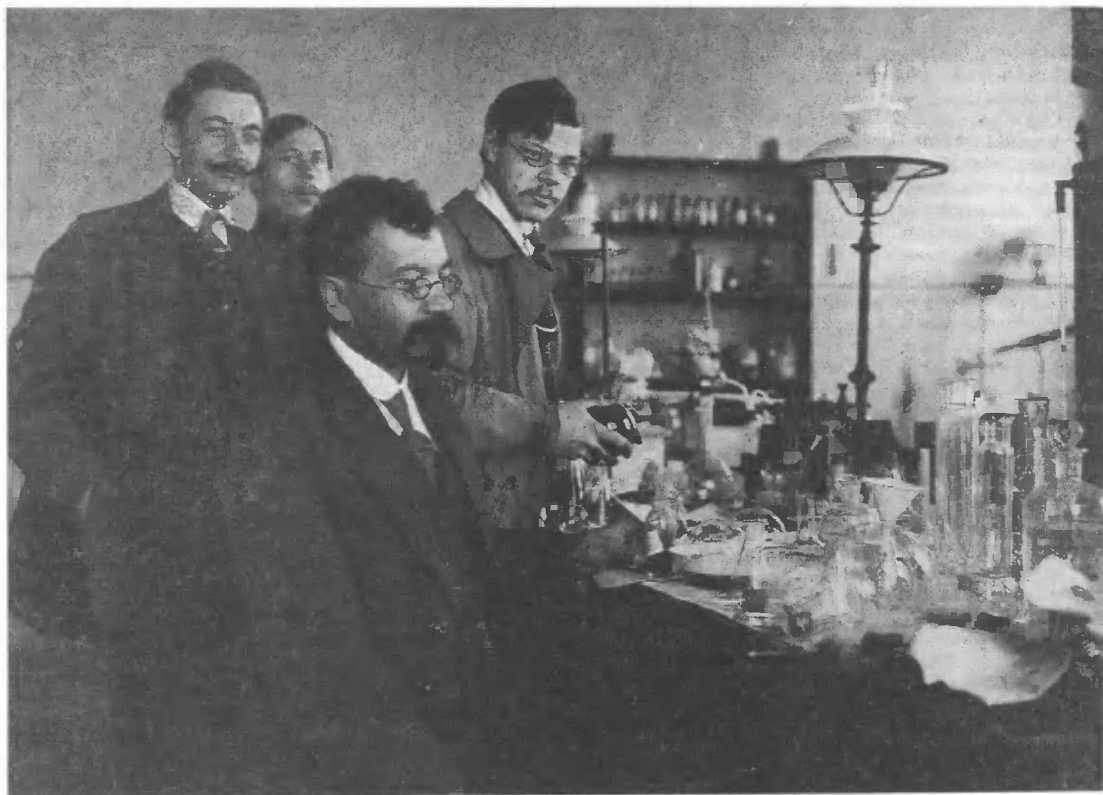
Не будем подробно оста-

навливаться на научных исследованиях Чичибабина (существует подробнейший их обзор с приложением списка всех публикаций⁴), приведем лишь свидетельство его ученика, покойного академика И. Л. Кнунянца: «Чичибабин был химиком необычайно широкого кругозора. Его классические работы посвящены химии гетероциклов. А наряду с этим он был автором изящных исследований свободных радикалов, универсального метода синтеза альдегидов; он разрабатывал способы получения красителей, альдегидов, душистых веществ; изучал кислоты, выделяемые из нефти; развивал своеобразный вариант теории строения, который в свете современных данных вовсе не кажется наивным. Конечно, в двух словах роль Чичибабина в создании современной химии охарактеризовать трудно, список его трудов — это 346 публикаций, хотя работал он, напоминая, в основном своими руками. И если искать в его работах главное, то это, пожалуй, индивидуальность. И по замыслу, и по постановке эксперимента чичибабинскую работу узнаешь, не глядя на титульный лист»⁵.

² Центральный государственный исторический архив г. Москвы. Ф. 418. Оп. 302. Д. 738. Л. 13.

³ Государственный архив Российской Федерации. Фонд департамента полиции. Особый отдел. 1910 г. Д. 59. Л. А., Л. 142—142об.

⁴ Евтеева П. М. А. Е. Чичибабин // Тр. Ин-та истории естествознания и техники. Т. 18. История хим. наук. М., 1958. С. 206—356.
⁵ Кнунянец И. Л. Лаборатория у Коровьего брода // Химия и жизнь. 1981. № 6. С. 80.



А. Е. Чичибабин в лаборатории органического синтеза Московского технического училища. Справа — студент П. А. Мошкин (с 1953 г. — член-корреспондент АН СССР). 1914 г.

С началом первой мировой войны Чичибабин обратился к химикам с призывом принять участие в работе по производству медикаментов. Он организовал Московский комитет содействия развитию химической фармацевтической промышленности. В этой лаборатории велась разработка методов приготовления различных алкалоидов (опия, морфия, кодеина, атропина), в другой лаборатории того же училища — технологии получения салициловой кислоты и ее солей, а также аспирина, салолла и фенацетина. Созданные усилиями Чичибабина и его сотрудников медицинские препараты спасли жизнь тысячам русских солдат.

Чичибабин принадлежал к числу тех ученых, которые приняли Октябрьскую революцию и активно участвовали в хозяйственном строительстве. С 1918 г. он возглавлял Правление государственных химико-фармацевтических заводов и научный химико-фармацевтический институт, в 1922—1927 гг. был председателем Научно-технического совета химико-фармацевтической промышленности, одним из основных авторов и главным редактором «Государственной фармакопеи» (изложения стандартов и обязательных норм как для медикаментов, входящих в аптечный каталог, так и для препаратов, используемых при их изготовлении). Этот труд, вышедший в свет в 1925 г., сыграл существенную роль в становлении фармацевтической промышленности советской державы.

В 1924 г. Чичибабин осуществил (из уксусного и муравьиного альдегидов в присутствии аммиака) синтез пиридина — важного вещества для

получения красителей, пестицидов, лекарственных средств, а также применяемого как растворитель. Ранее, в 1919 г., открыл явление фототропии в ряду производных пиридина. Премии им. В. И. Ленина его удостоили за работы по химии алкалоидов и фармацевтической химии.

В 1927 г. Чичибабин избран членом-корреспондентом, а через год — действительным членом АН СССР.

Исключительно много сил и времени Алексей Евгеньевич уделял преподаванию химии. «Лектором Чичибабин был весьма своеобразным, — вспоминал И. Л. Кнулянец. — На первых лекциях набиралось полным-полно народа, но где-то к середине курса публика заметно редела. Действовал своего рода естественный отбор. Алексей Евгеньевич несколько не заботился об ораторских красотах, быстро стирал с доски формулы — редко кто успевал их списать — так густо насыщал свой рассказ сведениями, а также идеями, нередко возникав-

шими у него прямо на ходу изложения, что выдержать такое мог только слушатель, искренне влюбленный в химию. Поэтому к концу курса нас осталось то ли восемь, то ли девять. И именно нас профессор экзаменовал дольше всех... Вспоминая о своем ученье, думаю, что и эти, казалось бы, сумбурные лекции, и эти многодневные экзамены слагались в довольно эффективную систему, с помощью которой Алексей Евгеньевич добивался самого главного, на что должно быть нацелено преподавание. Он развивал у учеников самостоятельное химическое мышление, ориентируясь не на отстающих, не на равнодушных, а на увлеченных, преданных⁶. У Чичибабина был удивительный нюх на будущие таланты. Среди его учеников мы видим многих химиков, внесших выдающийся вклад в развитие мировой науки — Н. Н. Ворожцов, А. В. Кирсанов, П. А. Мошкин, И. Л. Кнуныц, Н. А. Преображенский, П. Г. Сергеев и многие другие. Чичибабин умел привлекать к себе людей. Бывало, за чайным столом среди друзей и учеников, собиравшихся у него почти каждую субботу, беседуя о научных новинках или исторических событиях, он точно указывал номер и страницу русского или иностранного журнала, где была напечатана та или иная заинтересовавшая его статья. А. В. Кирсанов работал под руководством Чичибабина вплоть до его отъезда из СССР и стал крупнейшим в мире специалистом в области химии фосфор- и сероорганических соединений, автором реакций, носящих его имя.

Совместно с другим своим учеником Н. А. Преображенским Чичибабин произвел синтез и установил строение пилопоновой кислоты и пилокарпина, нашедшего широкое применение, вплоть до нынешнего дня, в качестве лекарственного средства при лечении глаукомы.

В 1930 г. в жизни Чичибабина произошли трагические события. У Веры Владимировны и Алексея Евгеньевича долго не было детей, и когда 7 февраля 1910 г. родилась дочь Наташа,

Чичибабину уже было под сорок. Наташа мечтала стать химиком, и в 1927 г. после окончания школы поступила на химический факультет МВТУ. Весной 1930 г. ее направили на производственную практику на Дорогомилловский химический завод, в цех, где проводилось сульфирование нафталина. Эта реакция идет при 180 °С под давлением. По случайному недосмотру произошла нелепая авария — горячую массу, состоящую из олеума, нафталина и продуктов реакции, выбросило в помещение... Цех окутался едким туманом, Наташа поскользнулась и упала навзничь в лужу олеума. Через два дня она умерла от ожогов. Потрясенные родители не могли справиться с горем.

В том же, 1930 г. А. Е. Чичибабин, получив отпуск для поездки во Францию, остался там до конца своих дней. Он скончался в Париже 15 августа 1945 г. в возрасте 74 лет.

После отказа Чичибабина вернуться в СССР некоторые из его учеников подверглись репрессиям за связь с «врагом народа». П. Г. Сергеев с 1938 г. находился в заключении, где под его руководством группа химиков, также выпускников МВТУ (Р. Ю. Удрис и Б. Д. Кружалов) и выпускник Ленинградского политеха М. С. Немцов разработали метод совместного получения фенола и ацетона через изопропилбензол (кумол), который ныне именуется «открытием века» в области органической технологии. Они были выпущены на свободу лишь в 1946 г., когда потребовалось внедрить метод, что ими и было сделано — первое в мире производство началось в Дзержинске в 1949 г.

О пребывании Алексея Евгеньевича на чужбине сохранилось крайне мало сведений. Известно, что он работал в Париже, в лаборатории фармацевтической химии Пастеровского института, руководимой Э. Фурно. Чичибабини занимали очень скромную квартиру и вели уединенный образ жизни. Из американского русскоязычного «Нового журнала» можно почерпнуть глухие сведения, что в начале 1941 г. с Чичибабини якобы возобновлялись переговоры относительно его возвращения. Но началась война. Он

болел за судьбу родины и остро переживал свой отрыв от нее в эти опасные дни. В последние годы он работал над окончанием книги, содержавшей обзор всего нового, что сделано со времени выхода его классического курса органической химии. Предполагал продолжить исследования в области синтеза хирина, пиридина. «По временам, — писал автор, не раскрывший своего имени, — его лицо освещалось теплой улыбкой, когда он узнавал что-нибудь хорошее про Россию»⁷.

Почему предпринимавшиеся руководством Академии наук попытки вернуть Чичибабина в СССР не увенчались успехом — видно по публикуемым ниже письмам.

ИЗ ПЕРЕПИСКИ А. Е. ЧИЧИБАБИНА С АКАДЕМИЕЙ НАУК СССР

Н. П. Горбунов —
А. Е. Чичибабину

21 февраля 1936 г.

Многоуважаемый
Алексей Евгеньевич,
Вице-президент Академии Г. М. Кржижановский передал мне Ваши письма ему с просьбой ответить Вам.

Прежде всего, должен официально уведомить Вас, что Академия наук ни одним своим актом не освобождала Вас от должности заведующего лабораторией по исследованию и синтезу растительных и животных продуктов. Но Вы сами хорошо понимаете, что нельзя из Парижа фактически руководить лабораторией, находящейся в Москве, будучи оторванным от нее в течение 5 лет. (...) Мы знаем, что лаборатория продолжает начатые Вами важные работы, знаем и ценим их, в частности по синтезу пилопоновой кислоты, явившиеся основой для дальнейшего синтеза пилокарпина. Лаборатория имеет также и ряд совершенно новых достижений, например по раз-

⁶ Там же. С. 79—80.

⁷ М. В. П. Академик А. Е. Чичибабин // Новый журнал (Нью-Йорк), 1946. № 2. С. 285—286.

решению проблемы получения антималярийных препаратов отобрин-акрихина. Однако эти достижения были бы, вероятно, более значительными и сама лаборатория получила бы гораздо большее развитие, чем сейчас, если бы Вы ею непосредственно руководили и сами в ней работали.

Вы являетесь гражданином СССР, крупным ученым, действительным членом Академии наук СССР и нужны нашей стране. По поручению Академии наук позвольте мне поэтому поставить перед Вами вопрос и просить прямого, ясного и откровенного ответа: считаете ли Вы себя обязанным целиком работать для своей родины — Советского Союза, для усиления его мощи и процветания и, если считаете, то готовы ли Вы немедленно сделать из этого практические выводы?

Вопрос этот является законным, потому что Ваш добровольный отрыв от нашей родины принял слишком затяжные формы. Если да, то Вы должны безотлагательно вернуться в СССР и доказать это самой работой, приступив к исполнению прямых обязанностей, как директор введенного Вам научного учреждения и как действительный член Академии наук.

В противном случае, Академия наук и, вероятно, вся страна должны будут сделать свой вывод о Вашем к ним отношении.

Разумеется, в случае Вашего возвращения Академия наук примет все меры к созданию для Вас благоприятных условий по научной работе и в бытовом отношении.

В ожидании скорого извещения о Вашем решении и с надеждой на скорое Ваше возвращение.

Непременный секретарь

Академии наук Н. П. Горбунов
(Архив РАН. Ф. 518. Оп. 4. Д. 8.
Л. 6—6об.)

А. Е. Чичибабин —
Н. П. Горбунову

24 июня 1936 г.

Многоуважаемый
Николай Петрович,

Пишу Вам не скоро (...) мои нервы были еще сильно потрясены (...) и я долго не

чувствовал себя в состоянии ответить достаточно спокойно. (...)

Но перейдем к основному, теперь для меня единственному важному вопросу о моем возвращении.

Я думаю, Вы должны признать, что Ваше письмо не могло содействовать его разрешению.

Позволяя себе сделать отступление персонального характера, мне было прискорбно, что такое письмо написали Вы, человек, к которому я хорошо относился и к которому я и теперь сохраняю доброе чувство, я сохраняю благодарность к Вам лично и Комитету Химизации, как единственному учреждению, кроме МВТУ, оказавшему существенную помощь в моей научной работе. Не изменят моего отношения и Ваши угрозы, несмотря на то, что они доставили мне много огорчения, т. к. считаю, что они не вытекают у Вас из дурного источника.

Коренной ошибкой при Вашем обращении ко мне, как и при некоторых других обращениях из Москвы, является представление обо мне, как о том человеке, каким я был до 1930 г., т. е. как о человеке, полном сил и энергии, с выдающейся работоспособностью, с упорством и настойчивостью в достижении намеченных целей.

На самом же деле, тот ужасный удар, который поразил меня и мою жену 5 лет назад, настолько ослабил мою жизнедеятельность, что я быстро превратился в старика, в значительной степени утратившего и интерес к жизни.

Этому содействовало и прогрессирующее ослабление зрения (катаракт). Моиими жизненными стимулами остались уход за женой, после нашего несчастия постоянно хворающей, и экспериментальная научная работа. Последняя позволяет забывать окружающее, а ее успехи дают некоторое удовлетворение.

И в прежнее время я мало стремился к внешним почестям. Теперь я их расцениваю еще ниже. Во всяком случае, стимулом для работы внешнее признание ее успехов для меня не является. Я знаю, в какой мере успехи даются

рекламой и высоким официальным положением. Мало интересуется меня и суд истории, т. к. я давно пришел к убеждению, что история в громадном большинстве случаев есть лишь закрепление на долгое время несправедливости современников.

Беда моя в том, что работать теперь я могу лишь в спокойной обстановке, при отсутствии внешних беспокоящих событий. При наличии последних я теряю равновесие и делаю мало работоспособным. Лишь заботы о больной жене давали мне возможность пережить такие моменты. Я думаю, что с моей стороны не будет преувеличением сказать, что в течение моей жизни я много и бескорыстно, т. е. не из-за денег или почестей, работал для своей родины. Желание работать для нее сохранилось по настоящее время. Отрыв от родины для меня тягостен, тем более что в здешней жизни я не нахожу ничего, что бы меня привлекало и привязывало. И если я до сих пор не вернулся на родину, то это лишь потому — позволяю себе сказать совершенно откровенно, — что я мало верил в возможность найти для себя там обстановку, при которой я, в моем теперешнем состоянии, остающиеся немногие годы своей жизни мог бы провести в спокойной и плодотворной работе. И в настоящее время я опасаясь, что я буду принужден потратить свои последние жизненные силы, добиваясь возможности работать.

В России, а позднее в СССР я истратил на это значительную часть своих сил. Своей малой склонности к рекламе я приписываю то обстоятельство, что для научных работ я всегда получал лишь крохи, тогда как львиная доля всегда предоставлялась людям, умеющим много обещать, часто, очевидно для меня, бессильным исполнить полностью свои обещания. Даже в самые последние годы моего пребывания в СССР, когда, казалось, я был общепризнанным большим ученым, для своих работ я имел архаическую лабораторную обстановку, тогда как другие получали дворцы и много валюты для приобретения современной

литературы. Тот год, когда я имел неосторожность взять на себя директорство в Научно-химико-фармацевтическом Институте, соблазненный обещанием дать мне возможность широко развить работы, был особенно бесплодным в этом смысле. Затратив много сил для упорядочения дела, я получил в начале нового сметного периода кое-какие новые сметные ассигнования. Казалось, налаживалось дело и с новым зданием. Но к концу сметного периода от этого всего не осталось ровно ничего. Позднее другие сумели получить гораздо больше, чем я просил.

В Академии мои доклады о работах получили солидное признание их ценности, но никакой реальной поддержки от этого не получилось. И здесь самые скромные надежды в начале сметного периода кончились для меня разбитым корытом в конце его. По-прежнему деньги для работ я должен был добывать с Кацнельсоном в качестве толкача от хозорганов. И по-прежнему львиную долю их надо было тратить на побочные для Лаборатории технические работы, а на долю исследовательской работы оставались по-прежнему жалкие крохи при жалкой обстановке.

Блестяще начатые еще до революции работы с нефтяными кислотами, которые при надлежащем развитии могли бы дать ряд ценных для СССР результатов, не получили никакой поддержки и практически зачихали. Мои скромные ходатайства о поддержке, вероятно, не сохранились в соответствующих учреждениях даже под сукном, куда их обыкновенно укладывали. И немецкий ученый (Браун) имел большой успех, сделав часть из намеченных мною работ, тогда как, смею утверждать, при благоприятных условиях мы бы к этому времени успели сделать гораздо больше.

Еще более блестяще были начаты исследования дубильных экстрактов, работой с экстрактами бада. Работы эти не только не получили поддержки, но и людской материал, приобретший ценные навыки в этом деле, принужден был рассеяться. И от моей гордой мечты создать в СССР столь нужную для него

школу исследований дубильных веществ остались лишь рожки да ножки.

Мои работы по алкалоидам до такой степени мало пользовались поддержкой, что, вероятно, почти никто уже не знает, что родоначальником производства алкалоидов в СССР являюсь я; и думаю, что и история не вспомнит этой моей роли; а страна, не проявившая своей благодарности поддержкой работ нашей лаборатории, не вспомнит и не проявит благодарности и в будущем.

Работа не заглохла благодаря контактам с хозяйственными предприятиями. С благодарностью вспоминаю небольшую по количеству средств, но существенную по принесенной пользе поддержку Комитета химизации. Поддержки учреждений, руководящих научными исследованиями, до моего отъезда практически не было. Целый ряд моих заветных мечтаний в области синтеза алкалоидов должен был откладываться из года в год. Сейчас небольшая их часть, в виде синтеза пилокарпина, выполнена Н. Преображенским, опубликовавшим его, противно всем приличиям, без моего имени, а тяжесть руководства этой работой даже «взвалил на себя» Кацнельсон.

И все же, оглядываясь назад, я имею право сказать, что, несмотря на отсутствие поддержки, я сделал много. Правда, я совершенно убежден, что родился я в Германии, Англии, С. Штатах или Франции, я сделал бы гораздо больше, так как нашел бы более своевременную оценку и поддержку.

Теперь я стар, у меня разбиты нервы. Хотя я чувствую, что могу еще сделать в науке кое-что ценное, но для этого совершенно необходимо спокойствие и хотя бы скромная, но современная обстановка для моих научных исследований.

В первые годы моего пребывания здесь я обращался на родину с просьбами о материальной поддержке. Почти все мои просьбы не только не получили удовлетворения, но даже остались без ответа. Без ответа остались и мои пожелания найти здесь работу для СССР.

Теперь я нашел здесь, на чужбине, скромные, но достаточные условия для научной работы, более спокойные и при всей скромности даже более удобные, чем те, которыми я располагал в СССР.

Понемногу я начал, не без успеха, осуществлять мои вышеупомянутые мечты.

Меня тянет на родину. Мне мешает и очень тяготит необходимость тратить время для заработка. Меня тяготит и необходимость думать об имеющем наступить, быть может довольно скоро, «черном дне»; я по-прежнему хотел бы быть полезным родине.

Но какой смысл не только для меня, но и для СССР, если остаток своей жизни я истрачу, хотя бы и на родине, на усилия добиться возможности работать? Не лучше ли не только для меня, но и для Академии и для страны, если я сделаю здесь еще несколько ценных научных работ? Реальная возможность этого есть, все, чего я желаю от жизни и чего я прошу.

Очень не хотелось бы, чтобы мои слова об отсутствии в прошлом достаточной поддержки моим работам были поняты как выражение обиды, на какое-то толкование, конечно, найдется много охотников. Этого чувства и раньше практически не было (в последние годы жизни в СССР я неоднократно говорил близким мне людям, что я считаю себя одним из самых счастливых людей в СССР). Теперь оно исчезло под влиянием философии старчества. Дело — прошлое, и обижаться на него теперь так же бессмысленно, как обижаться на камень, некогда свалившийся на голову. Но факты остаются фактами. Я бы только очень не хотел их продолжения по возвращении на родину.

Если «страна» так мало ценит мою работу и теперь, чтобы предоставить мне не словесные обещания и притом, в большинстве случаев, лиц, не имеющих силы гарантировать исполнение своих добрых намерений (простите мой старческий скептицизм), не готовы условия для немедленного продолжения мною работ, я прошу оставить меня здесь.

Если при этом она не на-

ходит моей работы достаточно ценной, чтобы помочь мне тратить свои силы исключительно на научную работу,— пусть не тратится на это. Пусть предоставит мне возможность доживать свой век и работать, как я захочу и сумею. Я — того мнения, что этого минимума я заслужил и своей жизненной работой, и по возрасту, и по состоянию здоровья.

О том же, что «страна»

не оценивает моей работы очень высоко, свидетельствует возможность имеющегося в Вашем письме сравнения моей работы с работой одного из самых научно ничтожных моих учеников (...).

Но, если, в конце концов, «страна» пожелает заняться добыванием никому не делающего вреда старика, всю жизнь бескорыстно — не из-за денег и не из-за почета — работавшего на

пользу страны,— пусть это делает. И это меня не удивит, так как справедливости на свете нет и никогда не будет.

По чистой совести, только не понимаю, кому и зачем это нужно?

Остаюсь с неизменным уважением

А. Чичибабин

(Архив РАН. Ф. 518. Оп. 4. Д. 8. Л. 6 об.— 11.)

ОБЪЯВЛЕНИЕ

«Природа» настроена на то, чтобы пополнить ряды своей редакционной команды. Мы приветствовали бы появление у нас новых штатных редакторов из числа людей с естественно-научным образованием, широкими интересами и склонностью к журналистской работе. Приглашаем также гуманитариев, работающих или желающих работать редакторами в областях, перекрывающихся с естественными науками. Знание иностранных языков увеличивает Ваши шансы.

Просим обращаться по телефону 238-24-56.

Будем рады видеть Вас в редакции в любой вторник от 16 до 17 час.

К сожалению, высокой заработной платы пока не гарантируем.

Над номером работали
Ответственный секретарь
Л. П. БЕЛЯНОВА

Заместитель ответственного
секретаря
В. И. ЕГУДИН

Научные редакторы
И. Н. АРУТЮНЯН
О. О. АСТАХОВА
М. Ю. ЗУБРЕВА
Э. Ю. КАЛИНИН
Г. М. КАРАСЕВА
Г. В. КОРОТКЕВИЧ
Л. Д. МАЙОРОВА
Н. В. УСПЕНСКАЯ
О. И. ШУТОВА

Литературный редактор
Г. В. ЧУБА

Художественные редакторы
Л. М. БОЯРСКАЯ, Д. И. СКЛЯР

Заведующая редакцией
С. С. ПЕРЕПЕЛКИНА

Корректоры
Р. С. ШАЙМАРДАНОВА
В. В. КАВУНОВА

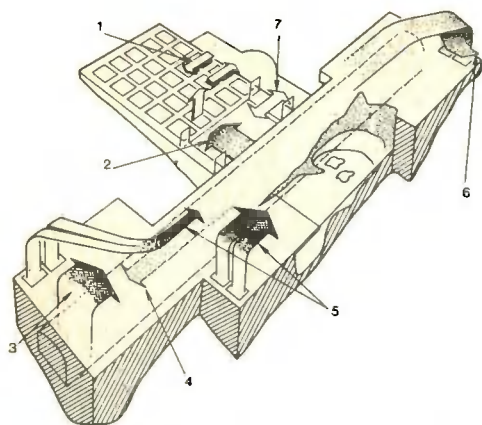
В художественном оформлении
номера принимали участие
В. С. КРЫЛОВА
Ю. В. ТИМОФЕЕВ

Ордена Трудового Красного
Знамени издательство «Наука»

Адрес редакции:
117810, Москва, ГСП-1,
Мароновский пер., 26
Тел.: 238-24-56, 238-26-33

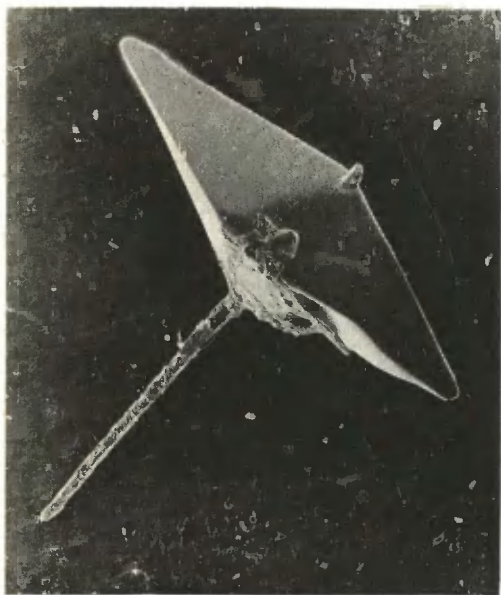
Сдано в набор 9.07.93.
Подписано в печать 9.09.93.
Формат 70×100 1/16
Бумага офсетная № 1
Офсетная печать
Усл. печ. л. 10,32.
Усл. кр.-отт. 661,8 тыс.
Уч.-изд. л. 15,2.
Тираж 24 721 экз.
Зак. 1149.
Цена 50 р.

Ордена Трудового
Красного Знамени
Чеховский полиграфический
комбинат
Министерства печати
и информации
Российской Федерации
142300, г. Чехов
Московской области



Появление такого нового типа исследовательского инструмента, как «Биосфера-2», открывает широкие возможности для изучения экосистемных и биосферных процессов на нашей планете.

Нельсон М., Аллинг А., Берджесс Т., Ли Л., Мак-Каллум Т., Демистер В. Ф., Альварес-Ромо М., Уолфорд Р. Л., Аллен Д. П. «БИОСФЕРА-2»



Развитие исследований высокотемпературной сверхпроводимости (ВТСП) требует перехода от керамических материалов к монокристаллам. Основная трудность здесь — в получении стабильного образца метастабильного по своей сути ВТСП материала.

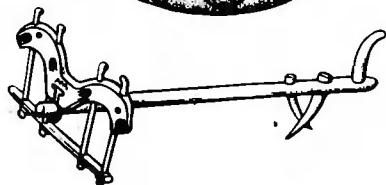
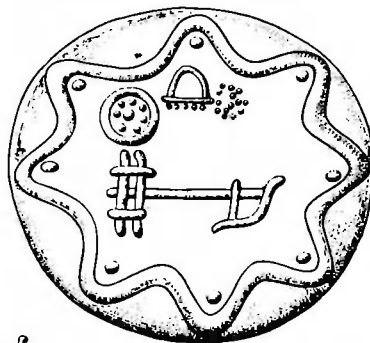
Леонюк Л. И. КРИСТАЛЛЫ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ СВЕРХПРОВОДНИКОВ

ПРИРОДА 10⁹³



Знание механизмов и причин возникновения врожденных аномалий развития человека не позволяет бороться с ними, но дает возможность препятствовать увеличению их количества.

Савельев С. В. МОНСТРЫ



Сопоставление данных истории, лингвистики и археологии убеждает, что «скифы-пахари» являются праславянами.

Рыбаков Б. А. ДРЕВНИЕ СЛАВЯНЕ И АНТИЧНЫЙ МИР



1933 № 9, 1-128