

ISSN 0032-874X

ПРИРОДА

6 '93



ПРИРОДА

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ
ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

ИЗДАЕТСЯ С ЯНВАРЯ 1912 ГОДА

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. ЧЕРЕПАЩУК (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. Змея перед вылетом на охоту. См. в номере: Ивановский В. В. Бесстрашный гурман.

Фото автора

НА ЧЕТВЕРТОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ. Женские золотые украшения из клада, найденного на территории боярского двора XII—XIII вв. См. в номере: Даркевич В. П. Старая Рязань.

Фото автора



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

© Российская академия наук
журнал «Природа» 1993

В НОМЕРЕ

ПРОБЛЕМЫ ГОРОДА

3 Зекцер И. С., Язвин Л. С., Боревский Б. В. ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ НА СЛУЖБЕ ГОРОДОВ

В последние годы во многих городах мира растет потребление пресных подземных вод — они не только содержат полезные для человека компоненты, но и лучше защищены от загрязнений.

10 Карагодина И. Л., Солдаткина С. А. ГОРОД И ШУМ

С интенсивным ростом городов неизбежно увеличивается отрицательное воздействие шума на здоровье людей. Решением этой далеко не новой, но актуальной проблемы градостроительства озабочены не только архитекторы и проектировщики, но и врачи-гигиенисты.

16 Карасева Е. В. МЛЕКОПИТАЮЩИЕ ГОРОДА

В городах, если внимательно присмотреться, можно встретить не только крыс и мышей. Мир городских млекопитающих не так беден, как кажется.

30 Даркевич В. П. ДРЕВНЯЯ РЯЗАНЬ

Многолетние археологические раскопки позволили воссоздать жизнь одного из крупнейших городов XII—XIII вв. от его возникновения как небольшой крепости на Окском пути до трагической гибели при нашествии монголов.

48 Мирабель И. Ф. «ВЕЛИКИЙ АННИГИЛЯТОР» В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ОБЛАСТИ ГАЛАКТИКИ

53 Ивановский В. В. БЕССТРАШНЫЙ ГУРМАН

Немногие хищники предпочитают змей любой другой доступной жертве. Змееяд — один из этих немногих.

59 Попов Е. М. СПЕЦИФИКА ЖИВОГО НА МОЛЕКУЛЯРНОМ УРОВНЕ

С позиций современного естествознания активным началом живой материи представляются белки. И делает их таковым присущая лишь им способность самопроизвольно образовывать упорядоченную трехмерную структуру.

68 Родкин М. В., Шебалин Н. В. РЕЖИМ ПРИРОДНЫХ КАТАСТРОФ

Из-за высокой флуктуационности режима природных катастроф их описание средними значениями малоэффективно. Да и в практическом отношении это лишено смысла, поскольку основной ущерб связан с редкими сильнейшими событиями.

74 Кораго А. А., Минеев Д. А. БИОМИНЕРАЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА

Человек — это по сути «водная система», способная творить камень (органоминеральные агрегаты) буквально везде. Одни из них обеспечивают нормальную работу организма, другие образуются при различных заболеваниях. И те и другие требуют тщательного комплексного изучения.

80 НИЧЕГО «ВЗЯТОГО НАПРОКАТ» (К 100-летию со дня рождения Ю. А. Орлова)

Ученый-новатор, воспитатель, учитель многих поколений биологов-палеонтологов, человек удивительный и необычный, — таким помнят Ю. А. Орлова все, кому посчастливилось знать его при жизни.

Трофимов Б. А. МОРФОЛОГ И ПАЛЕОНТОЛОГ [80]

Соколов Б. С. УЧИТЕЛЬ И СУДЬБА [89]

96 Дубов П. Л., Франк-Каменецкий В. А., Шафрановский И. И. Р. Ж. ГАЮИ — АББАТ И УЧЕНЫЙ

Судьба одного из основоположников структурной кристаллографии великого французского ученого Р. Ж. Гаюи (1743—1822) никого не оставляет равнодушным. Он жил в эпоху великих перемен, не преклоняя колена перед сильными мира сего и оставаясь самим собой. В его лице слились истинная нерассуждающая вера и проникновенный разум натуралиста.

104 ИЗ РЕДАКЦИОННОЙ ПОЧТЫ

105 НОВОСТИ НАУКИ

119 КОРОТКО

120 РЕЦЕНЗИИ

ВСТРЕЧИ С ЗАБЫТЫМ

125 Нордга И. Г. ТАЛАНТЫ С. И. БАРАНОВСКОГО

CONTENTS

THE CITY PROBLEMS

3 Zektser I. S., Jazvin L. S., Borevsky B. V. UNDERGROUND WATERS IN THE CITY SERVICE

Last years in many cities throughout the world the consumption of underground waters grows. They not only contain components, useful for people, but also are better protected from the pollution.

10 Karagoldina I. L., Soldatkina S. A. A CITY AND A NOISE

With the intensive growth of cities, the negative influence of the noise to the people's health inevitably raises. Not only architects and engineers, but also medicals-hygienists are preoccupied by the solution of this old and yet actual problem.

16 Karaseva E. V. MAMMALS OF A CITY

In cities, to look attentively, we may meet not only rats and mice. The world of city mammals is not so poor, as seems.

30 Darkevitch V. P. THE ANCIENT RJAZAN

The long archaeological excavations make possible to reconstruct the life of one of the largest towns of XII—XIII centuries, from its origin as a small fortress in the Oksky Way to its tragic loss in the mongol invasion.

48 Mirabel I. F. THE "GREAT ANNIHILATOR" IN THE CENTRAL AREA OF GALAXY

53 Ivanovsky V. V. COURAGEOUS GOURMAND

Not many predators prefer snakes to any others available victims. *Circaetus gallicus* is one of them.

59 Popov E. M. SPECIFICS OF LIFE ON THE MOLECULAR LEVEL

From the point of view of modern natural science, the active substance of the life matter is presented by albumens. They play this role due to their ability to form arbitrarily the ordered three-dimensional structures.

68 Rodkin M. N., Shebalin N. V. THE REGIME OF NATURAL DISASTERS

Due to the high fluctuations of the regime of natural disasters, their description in terms of mean values is not effective. In practice, the use of mean values has no sense, because the main damage corresponds to very rare strongest events.

74 Korago A. A., Mineev D. A. BIOMINERALOGY OF A MAN

A man in essence is a "water system", that can produce stone (organic-mineral aggregates) literally everywhere. Some of them support the normal work of the organism, other are formed in various diseases. Both require the careful investigation.

80 The Founder of the Biological Direction in the Paleontology (to the 100-year anniversary of the birth of Ju. A. Orlov)

Scientist-innovator, the tutor, the teacher of many generations of biologists-paleontologist, the astonishing and unusual man,— such Ju. A. Orlov remained for all, who knew him.

Trofimov B. A. MORPHOLOGIST AND PALEONTOLOGIST (80)

Sokolov B. S. THE TEACHER AND THE FATE (89)

96 Dubov P. L., Frank-Kamenetsky V. A., Shafranovsky I. I.

R. G. HAUI — ABBOT AND SCIENTIST

The destiny of one of the founders of structure crystallography — the great French scientist R. G. Haui (1743—1822) — would not leave anybody indifferent. Living in the epoch of great changes, he never bent the knee to people, who were a force in this world, and always remained himself. The true not hesitating faith, the sharp intellect of scientist were merged in his individual.

104 LETTERS TO THE EDITOR

105 SCIENCE NEWS

119 NEWS IN BRIEF

120 BOOKS REVIEWS

MEETING THE FORGOTTEN PAST

125 Nordega I. G. THE TALENTS OF S. I. BARANOVSKY

Подземные воды на службе городов

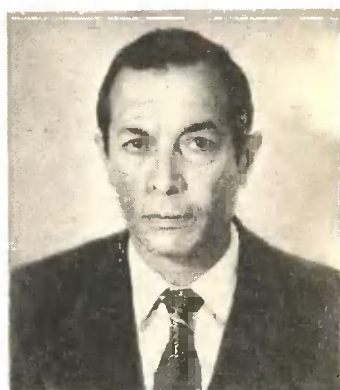
И. С. Зекцер, Л. С. Язвин, Б. В. Боровский



Игорь Семенович Зекцер, доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий отделом гидрогеологии Института водных проблем РАН. Область научных интересов — ресурсы подземных вод, взаимосвязь подземных и поверхностных вод, региональные исследования подземного стока.



Леонид Семенович Язвин, доктор геолого-минералогических наук, профессор, заместитель директора научно-производственной и проектной фирмы по гидрогеоэкономическим исследованиям «ГИДЭК». Основные научные интересы связаны с рациональным использованием подземных вод.



Борис Владимирович Боровский, доктор геолого-минералогических наук, директор фирмы «ГИДЭК». Занимается гидрогеологической разведкой подземных вод для водоснабжения и оценкой их запасов, защитой подземных вод от загрязнения и истощения.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ населения чистой питьевой водой — одна из важнейших социально-экономических проблем современности. Рост городов и числа горожан, повышение благоустройства и комфорта, развитие промышленности привели к резкому увеличению потребления воды. В качестве примера можно привести Москву. В 60-х годах прошлого века, когда население Москвы составляло порядка 600 тыс. чел., централизованные водозаборы подавали в город всего 10 тыс. м³ воды в сутки, т. е. на одного человека в день приходилось 15 л. В начале 20-х годов нашего века москвич потреблял 165 л, в 60-х — 450 л, в конце 80-х — 700 л воды в сутки.

Особенно резко возросло потребление воды во всем мире во второй половине XX в. В настоящее время удельное водопотребление в большинстве круп-

ных городов составляет 300—500 и более литров в сутки.

Какую воду лучше пить? Ответ на этот вопрос найден давно. С древних времен известно о достоинствах подземных вод как наиболее надежного источника водоснабжения. Еще в 1817 г. императорская Академия наук опубликовала в Санкт-Петербурге работу инженера А. Штукенберга, в которой автор писал: «... всегда следует отдавать предпочтение с целью устроить водоснабжение города или вообще для потребления воды в питье или пищу хорошей ключевой и родниковой воде, против речной и озерной, так как вода ключей, выходящая из недр земли, дает воду чище, не содержащую органических примесей, и свежее, сохраняя температуру при истоке во все время года...»¹ Отметим, что под клю-

© Зекцер И. С., Язвин Л. С., Боровский Б. В. Подземные воды на службе городов.

¹ Штукенберг А. Водопроводы с принадлежащими к ним сооружениями. Предположение и устройство, применять преимущественно к водоснабжению городов. СПб., 1871.

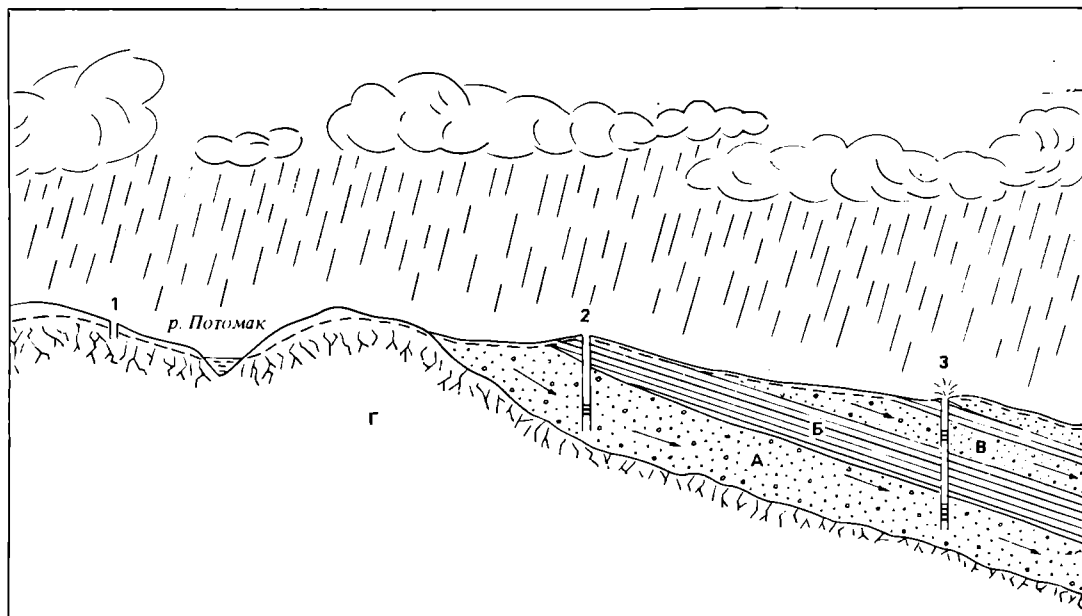


Схема гидрогеологических условий в районе Вашингтона [по П. Джонстону]. А — нижний водоносный горизонт (пески, гравий); Б — водоупорный слой (глины); В — верхний водоносный горизонт (пески, гравий); Г — коренные трещиноватые породы; 1 — скважина, эксплуатирующая грунтовые (безнапорные) воды; 2 — скважина, эксплуатирующая напорные подземные воды; 3 — фонтанирующая скважина, эксплуатирующая воды двух напорных водоносных горизонтов.

чевой водой автор этого текста понимал не только собственно воду родников, выходящих на поверхность земли, но и воды грунтового водоносного горизонта, отбираемые из колодцев и галерей.

Напомним читателю, что подземные воды находятся в толще горных пород преимущественно верхней части земной коры. В зависимости от характера пустот вмещающих пород подземные воды делятся на поровые — в песках, галечниках и других осадочных и обломочных породах, трещинные — в скальных и плотносцементированных породах (гранитах, песчаниках), разбитых трещинами, и карстовые — в растворимых породах (известняках, доломитах, гипсах и др.). Слои горных пород, насыщенные водой, образуют водоносные горизонты. Несколько расположенных на разных «этажах» и тесно взаимосвязанных между собой водоносных горизонтов называют водоносным комплексом. Относительно водонепроницаемые слои (глины, плотные суглинки, нетрещиноватые сцементированные породы) называются водоупорами.

За последние 25—30 лет в мире было

пробурено более 300 млн. скважин для отбора воды. Только в США ежегодно бурится около миллиона скважин, воды которых используются для хозяйственно-бытовых нужд, орошения, технического водоснабжения. Глубина эксплуатационных скважин на воду колеблется в значительных пределах и определяется конкретными гидрогеологическими условиями территорий. Обычно она составляет 100—200 м, редко достигая 800—1000 м и даже 2000 м.

В Российской Федерации, как и во многих зарубежных странах, за последнее время отмечается резкое увеличение использования пресных подземных вод прежде всего как источника хозяйственно-питьевого водоснабжения населения. В период с 1980 по 1989 г. на территории России использование подземных вод для коммунального, сельскохозяйственного и технического водоснабжения увеличилось с 8,8 до 13 км³/год.

Эта тенденция более широкого обеспечения населения, и прежде всего жителей городов, подземными водами вполне понятна: они более защищены от загрязнения, чем поверхностные. Кроме того, в подземных водах содержится ряд микро- и макрокомпонентов, необходимых для организма человека, и это главное их достоинство.

По сравнению с поверхностными водами у подземных имеются и другие преимущества. Во-первых, они гораздо более широко распространены, т. е. часто есть

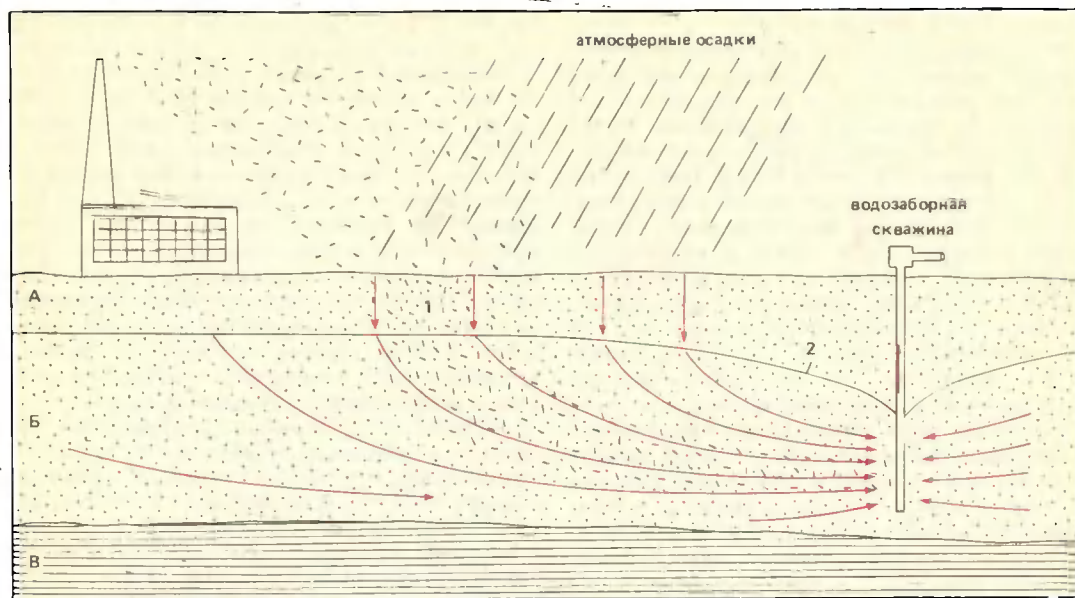


Схема загрязнения подземных вод, используемых для водоснабжения города, в условиях выброса загрязняющих веществ в атмосферу промышленными предприятиями [по М. Дейчу]. А — зона аэрации; Б — водоносный горизонт; В — водоупор; 1 — фронт просачивания загрязненной воды; 2 — уровень грунтовых вод.

в тех районах, где практически отсутствуют поверхностные водоисточники. Подземные воды в значительно меньшей степени зависят от сезонных и многолетних изменений климата, и поэтому в тех районах, где в отдельные периоды поверхностные воды перемерзают и пересыхают, по существу, становятся единственным источником водоснабжения. Немаловажным является и экономический аспект: водозаборы подземных вод можно вводить в эксплуатацию по мере роста потребностей, в то время как строительство гидротехнических сооружений для использования поверхностных вод требует обычно единовременных крупных материальных затрат.

Вместе с тем использование подземных вод в качестве источника крупного централизованного водоснабжения имеет ряд существенных ограничений. Так, во многих случаях обеспечение подземными водами потребностей крупных и крупнейших городов, составляющих сотни тысяч и даже миллионы кубических метров в сутки, — задача нереальная либо из-за ограниченных ресурсов подземных вод, либо в связи с необходимостью создания на значительной площади системы из сотен и даже тысяч

водозаборных скважин, строительство и эксплуатация которых требуют огромных ассигнований.

Имеется еще один очень важный аспект, который всегда необходимо помнить при решении проблем использования подземных вод, — они неразрывно связаны с другими компонентами окружающей среды. Любые изменения, например количества атмосферных осадков, неизбежно вызывают изменения режима, ресурсов и качества подземных вод. И наоборот, изменения в подземных водах приводят к изменениям в окружающей среде. Так, интенсивная эксплуатация подземных вод концентрированными водозаборными системами может привести к недопустимому уменьшению поверхностного стока, оседанию земной поверхности, угнетению растительности, связанной с грунтовыми водами, активизации карстовых процессов. Более того, отбор подземных вод может «подтягивать» минерализованные воды из глубоких водоносных горизонтов, малоприспособленные для питья, а в районах побережий — даже соленые морские. Все эти обстоятельства приходится учитывать при планировании использования подземных вод. Задача гидрогеологов при решении проблем водоснабжения именно и состоит в том, чтобы правильно обосновать норму отбора воды нужного качества, которую можно взять из водоносного горизонта в течение расчетного периода без ущерба для окружающей среды (в том числе и для самих подземных вод), или по крайней мере

свести этот ущерб к минимуму с помощью специальных мероприятий.

Особая задача — предохранить подземные воды от загрязнения, учитывая при этом, что защищены от него различные водоносные горизонты неодинаково. Почти непроницаемы для проникновения загрязняющих веществ с поверхности подземные воды только тех водоносных горизонтов, которые перекрыты водоупорными глинистыми слоями. Но и сюда, к сожалению, грязь может попасть при неудовлетворительном состоянии водозаборных и разведочных скважин. Наиболее чистыми остаются родниковые воды в горных и предгорных районах, где нет хозяйственной деятельности. Значительно хуже защищены подземные воды первых от поверхности водоносных горизонтов, особенно в речных долинах, где подземные воды тесно связаны с поверхностными и при эксплуатации подтягивают последние. Но и в этих условиях, подземные воды значительно чище речных, так как фильтруются, перемещаясь через толщу пород. Однако не все горные породы могут служить естественными фильтрами, и поэтому во всех случаях, где возможно, предпочтение отдают надежно защищенным напорным водам более глубоких водоносных горизонтов и родниковым водам.

Роль подземных вод в водоснабжении городов в различных странах и в различные периоды существенно изменялась. В целом на начальных этапах развития централизованного водоснабжения в качестве источника водоснабжения выступали, как правило, родниковые воды (где это было возможно) или речные. В дальнейшем по мере роста потребностей в воде все больше стали использовать поверхностные воды. Прогрессирующее их загрязнение во второй половине XIX в. и возникшие в связи с этим серьезные заболевания населения вызвали необходимость реконструкции систем водоснабжения, которая проводилась двумя путями: улучшением качества водоочистки либо полным или частичным переходом на подземные источники водоснабжения (в том числе и на воду достаточно далеко расположенных родников). В качестве примера можно привести систему водоснабжения такого крупного города, как Париж, где в 1865—1900 гг. использовали родники на склонах возвышенностей, расположенные на расстоянии 80—150 км от города, а поверхностные воды стали использовать для технического водоснабжения². Другим приме-

ром является Гамбург, где после вспышки холеры в 90-х годах прошлого столетия поверхностный водозабор из Эльбы сменился эксплуатацией подземных вод. Однако в XX в. по мере роста потребностей и в связи с ограниченностью ресурсов подземных вод в ряде регионов для водоснабжения крупных городов существенно увеличилось использование поверхностных вод. Но продолжающееся загрязнение последних, а также участвовавшие случаи непредвиденных аварийных сбросов загрязняющих веществ снова поставили на повестку дня максимальное использование защищенных подземных вод. И эта тенденция является сейчас определяющей в стратегии организации хозяйственно-питьевого водоснабжения.

В настоящее время подземные воды являются основным источником городского хозяйственно-питьевого водоснабжения в большинстве европейских стран. Так, по данным Европейской экономической комиссии, в Австрии, Бельгии, Венгрии, Дании, Нидерландах, Румынии, Швейцарии и Югославии доля подземных вод в общем балансе хозяйственно-питьевого водоснабжения составляет более 70 %; в Болгарии, Италии, Португалии, ФРГ, Чехии и Словакии — от 50 до 70 %³. Для некоторых стран мира (Дания, Мальта, Саудовская Аравия) подземные воды являются единственным источником водоснабжения. В ряде европейских стран (Италия, Швейцария, Австрия, Люксембург) существенную долю в балансе хозяйственно-питьевого водоснабжения составляют родниковые воды. Полностью или почти полностью на подземных водах основано водоснабжение таких крупных городов Европы (с населением около миллиона человек и более), как Будапешт, Вена, Гамбург, Копенгаген, Мюнхен, Рим, а для таких городов, как Амстердам, Брюссель, Лиссабон, подземные воды покрывают более половины общей потребности в воде.

Широко используются подземные воды в городском коммунальном хозяйстве США. Так, в конце 70-х годов доля подземных вод в водоснабжении городов составляла более 40 %, причем за последние 30 лет потребление подземных вод для этих целей увеличилось почти в три раза. Также большую роль играют подземные воды в коммунальном водоснабжении ряда африканских и азиатских стран (Тунис, Китай, Йемен и др.).

На территории бывшего СССР в конце 80-х годов подземные воды покрывали

² Шевелев Ф. А., Орлов Г. А. Водоснабжение больших городов зарубежных стран. М., 1987.

³ Water Economy Prospects for 1990 and 2000 // Economic Bull. for Europe. 1982. V. 34. N 1. P. 91—117.

немногим более половины общей потребности населения и промышленности. При этом они являются основным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения городского населения¹. Так, на подземных водах базируется хозяйственно-питьевое водоснабжение большинства городов Литвы, Латвии, Эстонии, Украины, Беларуси, Грузии, Армении, Таджикистана, Центрального, Центрально-Черноземного и Северо-Кавказского регионов России. В последние годы значительно увеличился отбор подземных вод в городах Сибири и Дальнего Востока. В целом около 60 % городов бывшего Союза имеют исключительно подземные источники водоснабжения, порядка 20 % — смешанные (подземные и поверхностные) и только в 20 % городов единственным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения являются поверхностные воды. Подземные воды служат основным источником водоснабжения в малых и средних городах, однако в ряде регионов они играют весьма существенную роль и в хозяйственно-питьевом водоснабжении крупных городов, в том числе и городов с населением более 1 млн. чел. Так, только или преимущественно подземными водами удовлетворяется потребность в воде питьевого качества таких крупных городов, как Минск, Тбилиси, Ереван, Алма-Ата, Красноярск, Воронеж, Краснодар, Львов, Новокузнецк, Самарканд, Вильнюс, Луганск, Белгород. Существенную роль играют подземные воды в водоснабжении Риги, Киева, Душанбе, Ашгабата, Ташкента, Баку, Харькова, Барнаула, Ульяновска и многих других городов.

Однако ряд крупнейших городов бывшего Союза, в том числе и таких, как Москва, Санкт-Петербург, Самара, Пермь, Екатеринбург, Запорожье, Омск, Днепрпетровск, Одесса, Ярославль, Ростов-на-Дону, практически не используют или используют в небольших количествах подземные источники водоснабжения и находятся под постоянной угрозой возможного ухудшения качества потребляемой воды. К этой группе относится также ряд городов, где водоснабжение основано, главным образом, на подземных водах, но эксплуатируемые водоносные горизонты тесно связаны с поверхностными водотоками и, по существу, не защищены от загрязнения. Всем, очевидно, памятны факты загрязнения Южного водозабора подземных вод г. Уфы фенолами с подтоком загрязненных поверхностных вод.

Распределение городов по источникам водоснабжения (% от общего числа городов)

Численность населения	Воды		
	подземные	поверхностные	смешанные
До 50 тыс.	74	15	11
51—100 тыс.	57	21	22
101—250 тыс.	46	24	30
251—500 тыс.	39	34	27
501 тыс.—1 млн.	34	28	38
Более 1 млн.	5	41	54

В таблице дано процентное распределение городов бывшего СССР с различной численностью населения по источникам водоснабжения. Рассмотрим более подробно структуру хозяйственно-питьевого водоснабжения крупных городов России с населением более 250 тыс. чел. В городах такой численности проживает около половины всего городского населения. Из 76 таких городов 23 города полностью удовлетворяют потребности в воде хозяйственно-питьевого назначения подземными водами, 27 городов имеют смешанные источники водоснабжения (поверхностные и подземные воды) и в 26 городах централизованное водоснабжение осуществляется за счет поверхностных вод. На подземных водах базируется хозяйственно-питьевое водоснабжение большинства городов Центрального, Центрально-Черноземного и Северо-Кавказского экономических районов. В последние годы значительно увеличился отбор подземных вод для этих целей в городах Сибири и Дальнего Востока.

Анализ использования подземных вод на территории бывшего СССР позволяет сделать вывод, что в последние несколько десятилетий произошло существенное увеличение их отбора для коммунальных нужд. Рост использования подземных вод начался в середине 50-х годов. Если в начале 50-х годов отбор подземных вод для этих целей составлял около 10—15 % общего потребления поверхностных и подземных вод, то к середине 60-х он увеличился до 44 %, а в настоящее время, как уже указывалось, составляет около 53 %. Тенденция увеличения отбора подземных вод для коммунального водоснабжения сохраняется и в будущем в связи с необходимостью обеспечения населения чистой питьевой водой.

Но поскольку полностью обеспечить потребности таких городов подземными водами во многих случаях практически невозможно, приходится использовать и по-

¹ Зекцер И. С., Язвин Л. С. // Водные ресурсы. 1982. № 6. С. 59—73.

верхностные, и подземные воды. При этом именно подземные должны удовлетворять питьевые потребности.

Когда надежно защищенными подземными водами можно удовлетворить только незначительную часть потребности в воде, приходится организовывать автономное питьевое водоснабжение на базе защищенных от загрязнения месторождений подземных вод с последующим разливом экологически чистой воды и ее реализацией. В связи с весьма небольшой потребностью в воде для питьевых целей (несколько литров в сутки на человека) такие надежно защищенные месторождения могут быть выявлены практически повсеместно. Таким образом, строительство заводов питьевых вод становится весьма актуальной и перспективной задачей.

Существуют две группы систем водозаборов подземных вод для коммунального водоснабжения: непосредственно в пределах городских территорий (во многих случаях рассредоточенные) и вынесенные за пределы городов централизованные водозаборы⁵.

Первая группа включает в себя в основном неупорядоченные системы одиночных и небольших концентрированных водозаборов из нескольких эксплуатационных скважин, стихийно развивающихся на городских территориях одновременно с развитием городов. Частично эти системы бывают закольцованы, частично решают проблемы водоснабжения промышленных предприятий или отдельных жилых районов. В большинстве случаев эти водозаборы сооружены без специального гидрогеологического обоснования. Основные проблемы эксплуатации водозаборов связаны иногда с практической невозможностью создания вокруг них зон санитарной охраны и с загрязнением из-за этого подземных вод этой группы.

Вторая группа в зависимости от особенностей гидрогеологических условий и масштаба водопотребления включает в себя как крупные централизованные водозаборы производительностью в сотни тысяч кубометров в сутки, на базе которых могут быть комплексно решены вопросы водоснабжения крупных городов или нескольких небольших городов, так и системы относительно небольших водозаборов произво-

дительностью в десятки тысяч кубометров воды в сутки. Эти водозаборы могут быть удалены от водопотребителя на значительные расстояния, достигающие в настоящее время 150—200 км и более. Такие водозаборы проектировались и сооружались на базе специализированных поисково-разведочных работ, подсчитанные во время их проведения эксплуатационные запасы подземных вод были утверждены в специальном государственном органе — Государственной комиссии по запасам полезных ископаемых. Эти водозаборы часто имеют существенные преимущества в технико-экономическом отношении и характеризуются более высоким качеством подземных вод, а главное, лучшими условиями защищенности от загрязнения. Будущее несомненно за водозаборами этой группы.

Пока же разнообразная хозяйственная деятельность — эксплуатация подземных вод, разработка месторождений твердых полезных ископаемых, нефти и газа, промышленное и гражданское строительство, сельскохозяйственное освоение территории, гидротехническое строительство, строительство и эксплуатация АЭС — приводят к значительным изменениям условий формирования ресурсов подземных вод, вызывая во многих случаях их истощение и загрязнение. Серьезную опасность представляет и захоронение вредных токсических стоков в глубокие водоносные горизонты. На территории Российской Федерации выявлено более 500 очагов загрязнения подземных вод, в том числе 70 таких очагов приходится на участки действующих водозаборов. Подземные воды загрязнялись в основном сульфатами, хлоридами, соединениями азота (нитраты, аммиак, аммоний), нефтепродуктами, фенолами, соединениями железа, тяжелыми металлами (медь, цинк, свинец, кадмий, ртуть). Площади загрязнения подземных вод в отдельных случаях достигают десятков и даже сотен квадратных километров. Наиболее крупные по площади очаги загрязнения выявлены в Московской, Тульской, Волгоградской, Кемеровской, Пермской, Челябинской областях, в Татарстане и Башкортостане⁶.

Проведенный анализ перспектив использования подземных вод показал, что потребности в воде хозяйственно-питьевого водоснабжения в странах, ранее входивших в СССР, к 2000—2005 гг. могут быть удов-

⁵ Боровский Б. В., Гродзенский В. Д., Язвин Л. С., Зекцер И. С. Основные проблемы формирования, изучения и использования ресурсов подземных вод для водоснабжения городов и городских агломераций // Современные проблемы инженерной геологии и гидрогеологии территории городов и городских агломераций. М., 1987. С. 11—14.

⁶ Кочетков М. В., Язвин Л. С. Роль подземных вод в хозяйственном питьевом водоснабжении // Матер. семинара «Повышение технологической и санитарной надежности систем хозяйственно-питьевого водоснабжения». М., 1992.

летворены за счет подземных на 70—75 %. При этом для многих городов гидрогеологами разведаны крупные месторождения надежно защищенных подземных вод, запасы которых освоены менее чем на 40 %. Так, в Российской Федерации из почти 3 тыс. разведанных месторождений подземных вод с утвержденными запасами эксплуатируются всего порядка 1400.

Но подземные воды не только источник обеспечения городского населения экологически чистой водой. Во многих регионах имеются подземные воды, которые благодаря повышенному содержанию отдельных компонентов их солевого или газового состава могут использоваться в лечебных целях или в качестве столовых напитков. Это хорошо всем известные минеральные воды. Различные типы минеральных вод широко используются как на территории бывшего Советского Союза, так и во многих зарубежных странах. В некоторых регионах само развитие городов связано с наличием ценных типов подземных вод, например имеющие мировое значение города Кавказских минеральных вод (Кисловодск, Пятигорск, Ессентуки, Железноводск).

Велико значение и термальных подземных вод, обладающих высокой температурой и используемых для горячего водоснабжения, теплоснабжения, а в некоторых случаях и получения электрической энергии. В качестве примера можно привести столицу Исландии Рейкьявик, где термальные воды с температурой от 50 до 120 °С, добываемые скважинами с глубин 1000—1200 м, являются основным источником теплоснабжения и горячего водоснабжения населения. На территории бывшего Советского Союза термальные воды используются в системах теплоснабжения и горячего водоснабжения в городах Черкесск, Грозный, Махачкала, Зугдиди и др.

Итак, положительная роль подземных вод в жизни городов ясна, но, к сожалению, они часто являются фактором, усложняющим условия строительства и эксплуатации различных сооружений. Это относится как к любому гражданскому, так и промышленному строителю, в процессе которого происходит сооружение оснований и фундаментов, и в первую очередь к строительству и функционированию метрополитена. Высокое положение уровня грунтовых вод первого от поверхности земли водоносного горизонта приводит к процессам подтопления городских территорий, разрушению фундаментов, затоплению подваль-

ных помещений, пучению пылеватых и глинистых грунтов и т. д. Формированию процессов подтопления в пределах городов способствуют значительные утечки из различных водонесущих коммуникаций (водопроводов, канализационных сетей и др.), водохранилищ, прудов и других водных объектов. В настоящее время подтопление территорий происходит во многих городах. Так, в Волгограде зафиксировано более 300 участков подтопления зданий и сооружений, не считая территорий ряда жилых кварталов и крупных микрорайонов, где подтоплена практически вся площадь. На территории Нижегородской агломерации за 20 лет вследствие утечек сформировался новый антропогенный водоносный горизонт, площадь которого за 15 лет наблюдений увеличилась более чем в три раза, а подъем уровня составил 8—10 м. Инфильтрационные потери из водохранилищ, многочисленных прудов, утечки из водонесущих коммуникаций, полив зеленых насаждений в Москве привели к общему увеличению питания подземных вод более чем в три раза, что также вызвало существенный подъем уровней подземных вод. Подтоплена территория многих городов Украины (Одесса, Днепропетровск, Херсон, Луганск, Харьков, Симферополь и т. д.), Северного Кавказа и Закавказья, Поволжья, Предуралья, Узбекистана. Борьба с подтоплением подземных вод требует проведения специальных дренажных мероприятий по откачке воды для снижения уровня до нормативных величин. В ряде случаев такой необходимый дренажный эффект может обеспечить работа водозаборных скважин, действующих для подачи воды населению. При этом водозаборы подземных вод выполняют двойную функцию: снабжают население водой хорошего качества и улучшают условия строительства и функционирования подземных сооружений, в том числе метрополитенов, уменьшая водопритоки к ним. В связи с этим прекращение эксплуатации водозаборных скважин может привести к негативным последствиям для подземных сооружений. Так, прекращение отбора подземных вод для водоснабжения в Бруклине (Нью-Йорк) привело к подъему уровня подземных вод и затоплению фундаментов и туннелей метро.

В заключение еще раз подчеркнем, что подземные воды являются неотъемлемой частью городских агломераций, во многих случаях определяя условия жизни и здоровья городского населения, перспективы развития городов.

² Кочетков М. В. // Водоснабжение и санитарная техника. 1991. № 7. С. 7—9.

Город и шум

И. Л. Карагодина, С. А. Солдаткина



Инна Львовна Карагодина, доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник лаборатории физических факторов внешней среды Московского научно-исследовательского института гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана. Занимается разработкой санитарных норм и гигиенических рекомендаций по борьбе с городским шумом.



Светлана Алексеевна Солдаткина, кандидат медицинских наук, заведует той же лабораторией. Основная область научных интересов — изучение влияния городских шумов на организм человека и животных, а также гигиеническими вопросами лечебно-профилактических учреждений.

ГОРОД с момента своего появления никогда не был «тихим» местом: шум — его постоянный спутник. Это означает, что проблема городского шума далеко не нова¹. Однако с интенсивным ростом городов усиливается и отрицательное воздействие шума на здоровье людей. Чтобы определить меру негативного влияния шума, необходимо знать его источники, иметь четкое представление об акустической обстановке в городе. Эту задачу решают гигиенисты. Вопросы санитарно-гигиенического нормирования сегодня чрезвычайно важны не только для гигиенистов и медиков, но и для инженеров, техников, архитекторов и градостроителей. Оценка шума как показателя загрязнения среды — необходимая составляющая общего экологического мониторинга.

ИСТОЧНИКИ ШУМА

Один из главных виновников городского шума — промышленные предприятия, расположенные в черте города: газотурбинные энергетические установки и компрессорные станции, металлургические и машиностроительные заводы, строительные и деревообрабатывающие комбинаты, а также типографии, швейные фабрики и другие предприятия².

Не меньшая роль выпадает на долю транспорта как неизменного спутника города. Влияние транспортного шума непрерывно растет пропорционально масштабу города. Так, сегодня в Москве интенсивность движения достигает 8 тыс. экипажей в час, т. е. за последние 20 лет увеличилась вдвое. Рост автомобильного парка и улично-дорожной сети, все возрастающая интенсивность транспортного движения в

© Карагодина И. Л., Солдаткина С. А. Город и шум. «Природа» неоднократно обращалась к этой проблеме: См.: Шпакковский В. Т. Проблема шума // 1934. № 11. С. 10—13; 1935. № 3. С. 88—90; Карагодина И. Л., Солдаткина С. А. Транспортный шум в современном городе // 1975. № 3. С. 26—35.
² Уровень шума измеряется в децибелах (дБ) по шумомеру, имеющему различные шкалы, дБ(А) — уровень звука, воспринимаемый ухом человека. В настоящее время, согласно принятым «Санитарным нормам допустимого шума в помещениях жилых и общественных зданий и на территории жилой застройки», допустимый уровень звука на жилой территории в дневное время — 55 дБ(А), в ночное — 45 дБ(А), в помещениях — 40 и 30 дБ(А).

Таблица 1
Сравнительная оценка основных источников шума

Вид источника	Эквивалентный уровень шума, дБ(А)	Вид измерения
Промышленные:		
газотурбинные энергетические установки	100—110	Расчетный (по результатам многочисленных замеров в источниках шумов)
компрессорные станции	100	
металлургические заводы	90—100	
строительные предприятия	90—95	
машиностроительные заводы	80	
типографии, швейные фабрики, деревообрабатывающие комбинаты	72—76	На границе жилой зоны
Транспортные:		На расстоянии от источника: 7,5 м
автомобильный	77—83	25 м
железнодорожный	90—101	
воздушный	98—105	под трассой

свою очередь увеличивают площади городских территорий с усиленным шумовым режимом.

Свою лепту в городской шум вносит и железнодорожное хозяйство, нередко расположенное в самом центре города (станции, вокзалы, подъездные пути). Тишину большого города нарушают и аэропорты. Особенно страдают жители новых районов, возникающих в последнее время вблизи аэропортов, — над ними проходят воздушные трассы (табл. 1).

Все это говорит о том, что хотя шумовые характеристики основных источников шума довольно стабильны, но их неизбежный рост значительно увеличивает площади акустического дискомфорта (территории со сверхнормативным уровнем шума) и, соответственно, возрастает негативное влияние шума на городских жителей.

ДОМ, В КОТОРОМ МЫ ЖИВЕМ

Можно ли в условиях большого города найти «тихое» место, отдохнуть в своем доме, изолированном от внешнего шума? Насколько тихо в наших квартирах? Там тоже есть свои нарушители тишины.

В квартирах уровень шума зависит от расположения дома по отношению к его источникам, внутренней планировки помещений различного назначения, звукоизоляции ограждающих конструкций, инженерно-технологического и санитарно-технического

оборудования зданий и встроенных учреждений (сегодня их свыше 30 видов). Лифты, насосы подкачки воды, мусоропроводы, вентиляция и т. д. создают уровни шума в квартирах, достигающие 45—60 дБ(А).

Кроме того, в каждой квартире есть и свои источники шума: звуковоспроизводящая аппаратура, музыкальные инструменты и бытовая техника, количество которых растет с каждым годом (табл. 2, 3).

Бытовые шумы создают сами люди: громкий разговор, пение, игра на музыкальных инструментах, крики и плач детей, работа телевизоров, радиоприемников, проигрывателей и магнитофонов, использование бытовой техники. Звуковые колебания, возникающие в зданиях при различного рода деятельности, служат источником структурного шума, распространяющегося по зданию на большое расстояние. Это происходит из-за очень малого затухания звуковой энергии в тех материалах, из которых обычно возводятся дома.

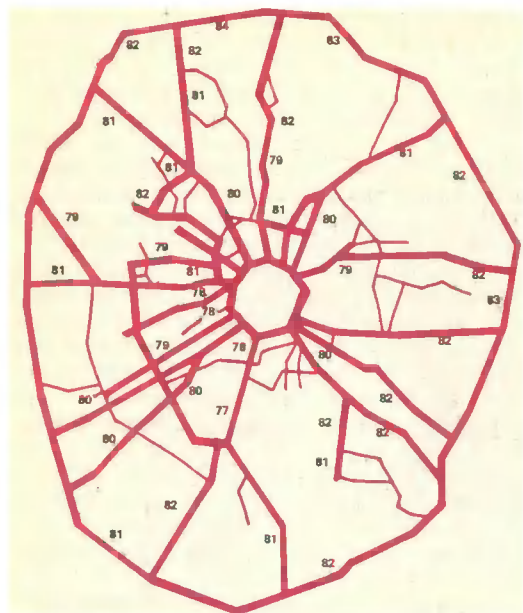
Источником структурного и воздушного шума служат также вентиляторы, насосы,

Таблица 2
Эквивалентные уровни звука различных источников шума в жилых помещениях

Источник звука	Уровень звука, дБ(А)
Радиомузыка	80
Радиоречь	70
Разговор людей	66
Пылесосы	75
Стиральные машины	68
Холодильники	42
Игра на пианино	80
Электрополотеры	83
Электробрита	60
Детский плач	78

Таблица 3
Уровни звука, проникающего в жилые комнаты из соседних помещений

Источник звука	Уровень звука, дБ(А)	Примечание
Слив воды из крана	44—50	Шум в соседней комнате
Наполнение ванны	36—58	»
Наполнение бачка в туалете	36—67	»
Удар крышки клапана мусоропровода	42—58	Шум в квартире
Проход кабины лифта	34—36	Шум в смежных квартирах
Удар дверей лифта	44—52	»



Шумовая карта улично-дорожной сети Москвы. Цифрами обозначены эквивалентные уровни звука в дБ(А).

лебедки лифтов и другое механическое оборудование зданий. Это оборудование, установленное без соответствующих звуко- и виброизоляционных устройств, создает колебания, которые передаются стенам здания.

Шум в жилых кварталах определяют внешние источники, место их расположения и характер эксплуатации. Причем основная доля приходится на транспортный шум, распространение которого существенно зависит от структуры первой линии застройки. При свободной застройке транспортный шум проникает на большие расстояния (до 200—250 м), создавая равномерный, довольно высокий акустический фон на жилой территории: в дневное время — 57—60, в ночное — 50 дБ(А).

Хорошо экранируют звук фронтально расположенные здания: на расстоянии 60 м от магистрали они снижают уровень звука на 24 дБ(А). Торцевая застройка (на расстоянии 60 м) вдоль магистралей уменьшает звук с учетом озеленения свободного пространства только на 4—5 дБ(А). Шумовой режим в глубине микрорайона зависит главным образом от внутриквартальных источников шума и деятельности населения. В связи с эпизодическим кратковременным характером их действия отмечаются значительные колебания звука в течение суток — до 15 дБ(А).

Зная зоны акустического дискомфорта того или иного района, можно оценить его планировку. Это площадь жилого микрорайона, расположенного между границей транспортных магистралей и кривой, соответствующей допустимому уровню звука: днем — 55 дБ(А) и ночью — 45 дБ(А). Такие зоны позволяют качественно и количественно оценить жилую территорию.

Эти данные необходимо учитывать при проектировании и планировке жилых кварталов, что, к сожалению, у нас почти не делается. Обычно мы имеем дело с конечным вариантом — уже воплощенной неправильной застройкой.

Зоны акустического дискомфорта определяют по данным натурных измерений или, зная закономерности распространения шума, на основе шумовых карт улично-дорожной сети, составленных с учетом перспективы развития и схем застройки жилого района или микрорайона.

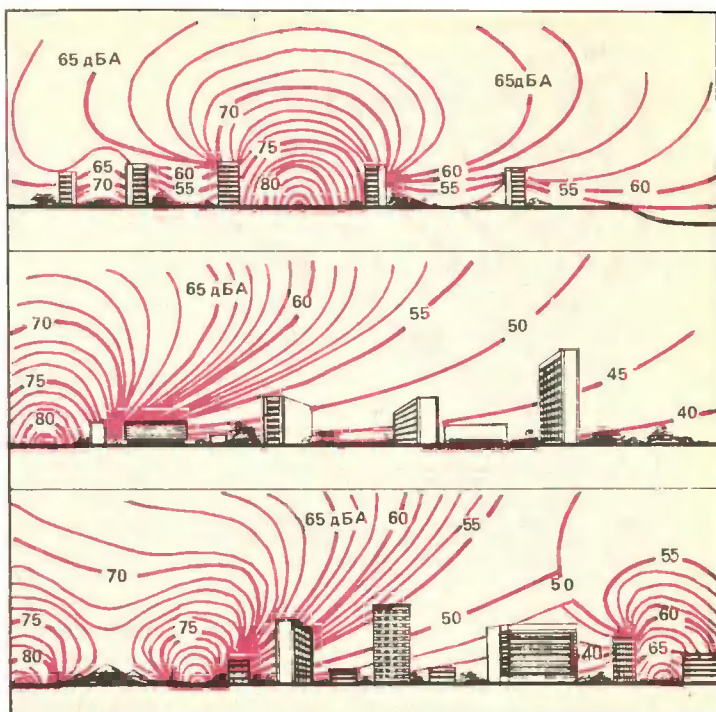
Так, шумовая карта Москвы показала, что улично-дорожная сеть, железнодорожные линии, промышленные предприятия, размещенные в жилых районах без надлежащих санитарно-защитных разрывов, образуют зоны акустического дискомфорта на территории в 5233 га, занимающей 30,3 % общей площади застройки, где проживают около 3 млн. чел.

В настоящее время при проектировании жилых районов используют расчетные методы построения зон — ручные и автоматизированные. ЦНИИПИ градостроительства совместно с Проектно-вычислительным центром управления «Моспроект-1» разработали автоматизированный метод определения границ зон акустического дискомфорта, с помощью которого выявлены наиболее шумные участки в московском микрорайоне Тропарево³.

Этот микрорайон, построенный в начале 70-х годов без учета реальной акустической обстановки, с трех сторон ограничен магистралями (Ленинский проспект, проспект Вернадского и ул. 26 Бакинских комиссаров) с интенсивным движением — до 2 тыс. машин в час; уровень звука — 70—76 дБ(А). Как показали наши исследования глубина распространения шума в микрорайоне неодинакова: самая малая — со стороны ул. 26 Бакинских комиссаров, проезжая часть которой заглублена в выемку и частично ограничена жилым домом-экраном. Наибольшая зона акустического

³ Шицкова А. П., Карагодина И. Л., Путилина А. П. и др. // Гигиена и санитария. 1989. № 10. С. 11—14.

Варианты застройки примагистральных территорий с использованием различных противозумовых мер: вверху — жилые дома с замкнутым двором; в середине — непрерывный ряд двухэтажных зданий; внизу — пятиэтажные дома с односторонней ориентацией. Цифры указывают эквивалентные уровни шума. Цветом обозначены источники шума и изолинии его уровней.



дискомфорта расположена вдоль проспекта Вернадского, имеющего свободную застройку с большими разрывами между торцами соседних зданий. Жилые дома, расположенные под углом к Ленинскому проспекту, снижают проникновение транспортного шума в глубь кварталов.

Совместными усилиями (разработчики метода и сотрудники нашей лаборатории) проведен анализ возможных вариантов застройки микрорайона с учетом зон акустического дискомфорта. К сожалению, при строительстве микрорайона эти данные не учитывались: многоэтажные здания сосредоточены в первом ряду застройки, и 55 % населения живет в условиях акустического дискомфорта. В этой зоне размещены детские дошкольные учреждения. Разработанные варианты (рациональное размещение жилых многоэтажных зданий в глубине микрорайонов, изменение протяженности зданий, озеленение свободного пространства вдоль проспекта Вернадского) позволяют снизить акустическую дискомфортность внутриквартальной территории до 20 %, т. е. в 2,7 раза. В настоящее время такая застройка частично осуществляется.

Этот пример наглядно демонстрирует необходимость комплексной акустической оценки жилой зоны. Такой подход позволяет архитектору-проектировщику еще на стадии проектирования правильно разместить жи-

лые здания, детские площадки, места отдыха и т. д. относительно магистралей, а также разработать необходимые шумозащитные меры.

ДЕЙСТВИЕ ШУМА НА НАСЕЛЕНИЕ

Какое влияние оказывает акустический дискомфорт на состояние здоровья населения? Эта проблема — одна из главных задач гигиенистов.

Шум в городе — постоянный стрессорный раздражитель центральной нервной системы, способный вызвать ее перенапряжение. Жители шумных районов чаще страдают вегетативно-сосудистой дисфункцией (на 20 %), церебральным атеросклерозом, функциональными нарушениями со стороны центральной нервной системы по типу астенического синдрома (на 18—23 %). Согласно эпидемиологическим исследованиям, городской шум усиливает риск сердечно-сосудистой патологии: ишемическая и гипертоническая болезни в отдельных возрастных группах встречаются на 5—10 % чаще в шумном районе, чем в тихом. (Нарушения со стороны сердечно-сосудистой системы, как правило, появляются раньше, чем повреждение органа слуха.)

Изучение заболеваемости (количество больничных листов в течение года) среди служащих шести проектных институтов Моск-



На схеме в первом ряду — одноэтажный магазин [2], защищающий жилые кварталы [3] от транспортного шума. Железная дорога [4], расположенная на насыпи, экранируется от местного проезда [5] вертикальной станцией [1].



вы показало, что сотрудники институтов, расположенных на шумных улицах, болеют чаще (84 %), чем люди, работающие в тихих контрольных районах (67 %).

Причем в тихом районе преобладают однократно болевшие лица, а в шумном — больше многократно болевших. Служащие проектных институтов, находящихся на шумных магистралях, и живущие в неблагоприятных акустических условиях болеют почти в два раза чаще, чем контрольная группа. Кроме того, почти вдвое выше средняя продолжительность заболевания (в опытном районе — 19,2 дня, в контрольном — 8,6).

Мы изучали влияние авиационного шума на состояние сердечно-сосудистой системы среди практически здоровых учащихся младших классов общеобразовательной школы, живущих вблизи крупного аэропорта. Для сравнения обследовали детей, проживающих в тихом районе. Эквивалентные уровни звука на территории поселка днем составляют 67 дБ(А), что на 12 дБ(А) больше, чем в контрольном районе, ночью — 65 дБ(А), превышая аналогичные показатели в контроле на 23 дБ(А)¹.

У детей, живущих в менее благоприятных акустических условиях, отмечалась

большая частота синусовой аритмии, склонность к левосторонней девиации электрической оси сердца, понижению пульсового давления (у мальчиков на 5,4 мм рт. ст., у девочек на 7 мм рт. ст.), тонуса крупных мозговых сосудов.

Дозированные нагрузки позволили выявить латентные изменения в функциональном состоянии сердечно-сосудистой системы: большую частоту сдвигов по приросту частоты сердечного ритма, положительное отклонение систолического показателя, депрессии зубца R на ЭКГ. Так, в опытной группе увеличилась частота сердечного ритма (в среднем на 22,7 у мальчиков и 26,9 % у девочек к фоновой величине, в контрольной — на 14,6 и 13,1 %). Эти данные говорят о неблагоприятном влиянии шума на функциональное состояние сердечно-сосудистой системы и ее регуляцию у детей, живущих в зоне акустического дискомфорта⁵.

ИНФРАЗВУК И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ОРГАНИЗМ

Инфразвук (звуковые колебания частотой ниже 20 Гц) — менее изученный фактор окружающей среды, чем шум. Один из основных источников инфразвука в городе — транспорт: магистрали с интенсивным движением (70—80 дБ); взлет и посадка турбореактивных самолетов Ту-134, Ту-154 (90—92 дБ); движение электропоездов (80—94 дБ).

Беспокойство населению причиняют, в основном, промышленные источники инфразвука, в частности компрессорные. До по-

¹ Непостоянный шум оценивается в эквивалентных уровнях звука — дБ(А). При расчете эквивалентный уровень приравнивается к постоянному шуму, оказывающему на человека аналогичное действие.

⁵ Столбун Б. М., Карагодина И. Л., Солдаткина С. А. и др. // Гигиена и санитария. 1989. № 1. С. 12—16.

следнего времени при проектировании и строительстве промышленных объектов учитывался только фактор шума. Это привело к тому, что в жилых кварталах на расстоянии 50—150 м от компрессорной уровни звукового давления составляют 87—99 дБ, а в помещениях — 80—96 дБ.

При измерении инфразвука от различных источников установлен ряд важных закономерностей: во-первых, инфразвук может распространяться на большие расстояния, чем шум; во-вторых, из-за большой длины волны и малого поглощения инфразвук, огибая большие препятствия в виде зданий и экранов, может усиливаться за зданиями; и наконец, инфразвук, измеренный у фасада здания, может находиться в противофазе с одновременно измеренным в помещении. Для инфразвука характерно усиление: в помещениях малых объемов без собственных источников шума, при закрытых дверях и окнах и даже в определенных точках помещения.

Действие инфразвука на организм человека изучалось в естественных и искусственных условиях. При звуковом давлении 90 дБ и ниже жители обычно не жалуются. Однако следует помнить, что диапазон индивидуальной чувствительности к инфразвуку значительно больше, чем к шуму.

В инфразвуковом поле 110 дБ и на частотах 4, 6, 8, 12 и 16 Гц при 15-минутной экспозиции обнаружены статистически достоверные изменения со стороны центральной нервной и сердечно-сосудистой систем. Субъективно испытуемые отмечали некоторое давление в теменной области и заторможенное состояние (клонило в сон).

Аналогичное действие инфразвука на центральную нервную систему отмечалось и при 100 дБ (экспозиция 1 ч), но с некоторым различием в ответной реакции в зависимости от частоты. Поскольку другие физиологические показатели почти не менялись, уровень звука в 100 дБ можно считать пороговым. При действии инфразвука уровня 90 дБ на всех исследуемых частотах изучаемые показатели не менялись.

На основе комплексных исследований Минздрав СССР утвердил 90 дБ как допустимое значение инфразвука и низкочастотного шума на территории жилой застройки.

КАК БОРОТЬСЯ С ШУМОМ?

К сожалению, уже широко известные за рубежом шумозащитные меры (например, специальные резиновые покрытия, автомобили с эффективными глушителями, всевозможные стенки-экраны и др.) почти не

используются у нас, и причин тому несколько. Главная состоит в том, что имеющаяся архитектурно-планировочная структура городов не учитывает транспортного движения.

Реальная ситуация с транспортом такова, что рассчитывать на появление новых малолитражных транспортных средств в ближайшее время не приходится. Сегодня единственная мера борьбы с шумом — правильная организация застройки.

Гигиенисты вместе с градостроителями предлагают размещать между магистралями с интенсивным движением и жилыми кварталами нежилые здания. Достаточно эффективно расположение вдоль магистралей домов-экранов. Так, одно-двухэтажные магазины, стоящие в первом ряду, надежно защищают жилые кварталы от транспортного шума, снижая уровни звука на 20—30 дБ. Однако здесь не следует размещать детские учреждения, а также больницы, аптеки, библиотеки, требующие тишины.

При проектировании, строительстве и реконструкции городов необходимо шире использовать экраны-стенки и плотные зеленые насаждения в первом ряду шумных магистралей, что, к сожалению, применяют крайне редко. Так в Москве, на Ленинградском шоссе перед кварталом жилых домов возведена большая объемная стена (высота 7—10 м, длина 500 м, толщина 21,5 м) с арками для пешеходов и машин. Как показали специальные исследования, стена имеет преимущество перед плоской стенкой (7 м, 100 м, 5 м) — снижает уровень звука вдвое сильнее, соответственно 20 и 9 дБ(А). Однако следует учитывать, что в арках уровни шума достаточно велики.

В зданиях, расположенных вдоль проезжей части, необходимо применять специальные защитные конструкции: повышенная толщина стекол, большие воздушные межоконные промежутки, шумозащитные вентиляционные окна и др.

Другая шумозащитная мера связана с проектированием дорог. Магистрали, расположенные ниже уровня жилой застройки, снижают шум на 13—15 дБ. При этом особенно желательны по краям выемок плотные посадки из деревьев и кустарников. Эстакады, напротив, ухудшают шумовой режим для жителей городов.

К сожалению, все эти хорошо известные и доступные меры борьбы с шумом применяются у нас крайне мало. Более широкое внедрение всех существующих сегодня противозвуковых средств в практику, безусловно, значительно облегчит и без того тяжелую жизнь городских жителей.

Млекопитающие города

Е. В. Карасева



Евгения Васильевна Карасева, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник Института эволюционной морфологии и экологии животных им. А. Н. Северцова РАН. Занимается изучением адаптации разных видов животных, экологии грызунов. Автор монографий: Природная очаговость лептоспирозов (в соавторстве с В. В. Ананьиным; М., 1961); Лептоспирозы человека и животных (М., 1971); составитель коллективной монографии «Серая крыса» (М., 1990).

В ГОРОДАХ, вблизи человека, обитает множество живых существ, из которых одни полезны, а другие приносят немалый вред. Нужно хорошо знать своих соседей — животных, чтобы оберегать и привлекать одних и бороться с другими, а для этого необходимо понять, благодаря каким особенностям они приспосабливаются к новой среде обитания. Здесь речь пойдет не о всех животных города, а только о млекопитающих.

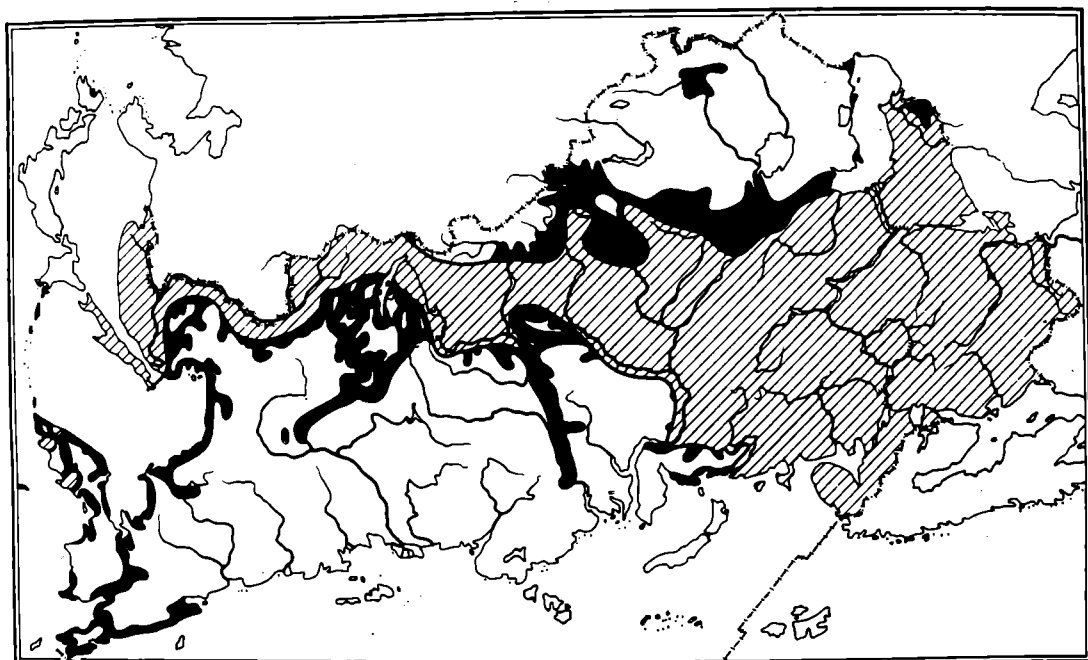
Современный город — целостная экологическая система, состоящая из комплекса отдельных взаимосвязанных компонентов. Это разнообразные по архитектуре и хозяйственному использованию строения, инженерные сооружения, подземные системы

(канализация, сеть тепло- и газопроводов, электрокабели и пр.). В городах есть незастроенные участки: лесопарки, парки, бульвары, скверы, сады, палисадники, поймы рек и речушек, пустоши, овраги, косогоры; на окраинах — свалки, большие помойки, кладбища. Иными словами, в городах есть набор разных биотопов, к условиям которых приспосабливаются млекопитающие. В городах всегда теплее и суше, чем в их окрестностях, поэтому здесь раньше начинается вегетация и зацветают фруктовые деревья и кустарники.

Все перечисленное, а также загрязнение воздуха выхлопными газами автомобилей и техногенными отходами, почвы — тяжелыми металлами и прочими соединениями накладывают специфический отпечаток на животных: их видовой состав и особенности образа жизни в разных урбанизированных территориях имеют много общего. В то же время значительны и различия, которые обуславливаются географическим положением и разнообразием окружающих его биотопов.

Мир млекопитающих больших городов не так беден, как мы иногда представляем. Во многих городах бывшего СССР можно встретить млекопитающих шести отрядов: грызунов (Rodentia), насекомоядных (Insectivora), рукокрылых (Chiroptera), зайцеобразных (Lagomorpha), хищных (Carnivora) и парнокопытных (Artiodactyla). По степени приспособленности к городской среде их можно подразделить на три экологические группы. Первая из них — настоящие синантропные животные. Они прекрасно приспособились к жизни в городах и большую часть времени проводят в строениях, где находят достаточное количество корма и убежищ. Вторая — полусинантропные млекопитающие. Эти охотно заселяют незастроенные участки города, но бывают и в помещениях разного назначения. Третья группа — это несиантропные животные, обитающие преимущественно в парках и лесопарках.

Общая закономерность для городских млекопитающих — уменьшение числа видов и увеличение количества особей от периферии города к центру. В городах грызу-



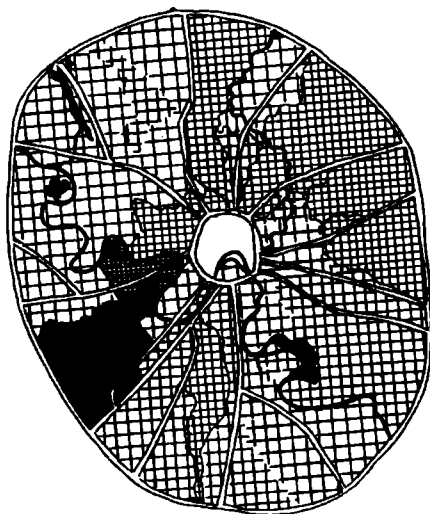
Ареал серой крысы на территории бывшего СССР: до 1950 г. (заштриховано) и современный (показано черным).

нов обычно больше, чем животных других отрядов, как по числу видов, так и особей; среди них есть все три экологические группы.

СИНАНТРОПЫ — ИСТИННЫЕ СПУТНИКИ ЧЕЛОВЕКА

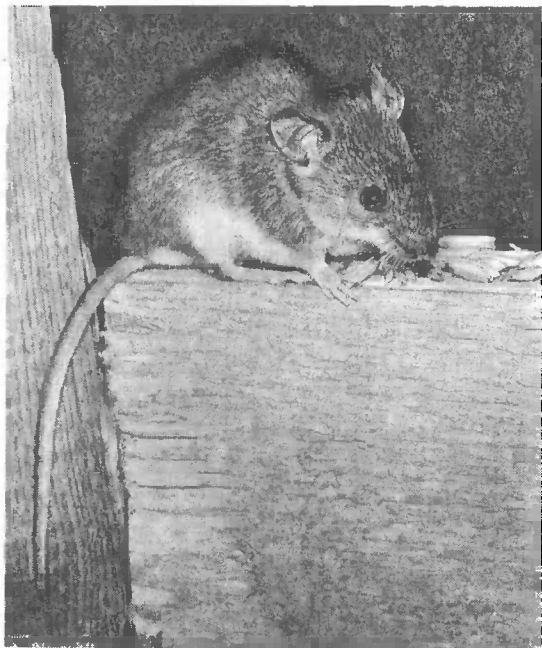
Наиболее типичны и многочисленны настоящие синантропы: серая крыса, или пасюк (*Rattus norvegicus*), черная (*R. rattus*) и два вида домовых мышей (*Mus musculus*, *M. domesticus*). Ареал серой крысы, и так широко распространенной, продолжает расширяться и на север, и на юг. За последние 30 лет в связи с интенсивным промышленным освоением Севера она проникла по основным транспортным артериям (р. Енисей, Обь, линии БАМа и др.) во многие населенные пункты, в том числе большие города — Норильск, Якутск и Магадан, где раньше не встречалась. Освоение целины привело к продвижению серой крысы на юг: с разными видами транспорта она попала в северный Казахстан и заселила Акмолу и другие города. В Средней Азии появилась в Ташкенте и достигла там очень большой численности.

Конечно, внешний вид серой крысы мало привлекателен, но это очень инте-



Плотность населения серой крысы в Москве. Самая высокая плотность — на юго-западе столицы (показано черным), самая низкая — на северо-востоке.

ресное животное. Много всяких небывлиц о нем рассказывают и даже пишут досужие журналисты. Будто бы в Москве появились особи размером с кошку, и якобы крыс в Московском метрополитене так много, что они останавливают поезда. И то и другое — неправда. Масса самых крупных крыс всего 700—800 г, а чаще не превышает



Многочисленные в городе синантропные млекопитающие: серая крыса (вверху) и домовая мышь. Здесь и далее фото П. Редля

300—500 г. Ходят легенды и о необыкновенных умственных способностях крыс, но в большинстве случаев и это сильно преувеличено. Однако есть и достоверные наблюдения специалистов, подтверждающие незаурядную рассудочную деятельность этого грызуна. Например, зоолог Е. С. Лысов в Санкт-Петербурге наблюдал, как взрослая крыса отогнала от заряженной ловушки молодую, а потом разрядила ловушку и только тогда отошла в сторону.

Крысы обычно живут кланами по 10—15 особей. Во главе группировки стоит доминант — взрослый сильный самец. Он охра-

няет территорию клана от вторжения чужих самцов, патрулирует границы, оставляя пахучие метки (главным образом, порции мочи). Правда, предупреждение останавливает не каждого чужака, но если он все-таки пересекает чужие границы, то хозяин-доминант кидается в атаку и в большинстве случаев обращает пришельца в бегство, вцепляясь ему в основание хвоста или кусая за бедра. У крыс часто видны в этих местах кровотокающие раны или рубцы от заживших ран.

Ниже рангом в клане крыс стоят субдоминанты — самцы, подчиненные иерарху и помогающие ему охранять границы владения. Есть и «изгои» — обычно молодые, «забитые» самцы, которые всех боятся. Именно они выходят на кормежку днем, когда «хозяева» спят. Самки редко принимают участие в потасовках и не выясняют иерархические отношения, но самка с выводком яростно охраняет свое гнездо и гонит оттуда всех, даже доминанта.

В городе крысам редко удается рыть норы, они часто устраивают гнезда в местах повреждения стройматериалов, в пустотах стен или просто среди хлама, набросанного в подвалах. Для устройства гнезда самка использует пенопластовые звуко- и теплоизолирующие прослойки, ветошь, бумагу и многие другие материалы. При хорошем корме взрослая крыса приносит обычно 7—9 детенышей, но иногда их может быть и 18. Находясь в гнезде, крысята в первые дни жизни при дискомфорте издают ультразвуки, которые человек не слышит, но их мать хорошо воспринимает: всегда находясь недалеко от гнезда, она быстро мчится на помощь. В месячном возрасте крысята уже могут существовать самостоятельно, а в три месяца способны размножаться.

Крысы обитают в самых разнообразных зданиях, но предпочитают деревянные постройки, теперь сохранившиеся только на окраинах больших городов. Однако эти грызуны прекрасно приспособились жить в зданиях из современных строительных материалов, независимо от хозяйственного использования, лишь бы был корм. Серая крыса не только живет в холодильных установках при —11—12 °С, но и размножается там, устраивая гнезда из сухожилий прямо в мясных тушах. Очень высокая температура тоже для нее не препятствие, она может жить, например, в обшивке паровых котлов.

Больше всего крыс обычно в городских мясокомбинатах и жилых домах (на первых этажах). Эти любители полумрака и сырости предпочитают селиться в подвалах, где часто



Некоторые полусинантропные животные: полевая мышь (с л в а), обыкновенная полевка и обыкновенный хомяк.



скапливается какое-то количество воды, а если в доме есть мусоропровод, им не приходится даже искать корм: бытовые отходы собираются в мусорокамеры, стоящие тут же в подвале, и крысы обеспечены пищей. В жилых домах их привлекают трубы горячего водоснабжения: на них крысы греются, иногда скапливаясь группами. Много крыс перемещается по канализационной системе. Есть наблюдения, например во Львове, что когда из-за обильных дождей повышается уровень воды в канализации, резко возрастает численность крыс в домах.

Особенности поведения, исключительная плодовитость, забота о потомстве, хорошая обеспеченность кормом — вот причины высокой численности крыс в городах. Экономический ущерб такого соседства огромен. Исходя из того, что одна серая крыса за сутки съедает 40—60 г продуктов, и зная примерную численность этих животных в Москве, Симферополе и Томске, ежегодно уничтожаемое ими продовольствие можно оценить в 78,4; 9,35 и 10,8 тыс. т соответственно.

На мясокомбинатах крысам достаточно 30 г концентрированного корма в сутки. По расчетам В. А. Судейкина, за год одна крыса съедает около 10 кг мясных продуктов, а 9 тыс. крыс (столько их бывает на мясокомбинате) уничтожают 90 т мяса. Убыток только на одном мясокомбинате составит десятки миллиардов рублей. На самом деле ущерб во много раз больше — ведь пасюки не только съедают продукты, но и портят их, загрязняют.

Но и это не все. В 20 % пожаров виноваты крысы, они повреждают свинцовую оболочку электрокабеля, и возникает короткое замыкание. Пасюки — носители целого ряда инфекций. Проникая в кварти-

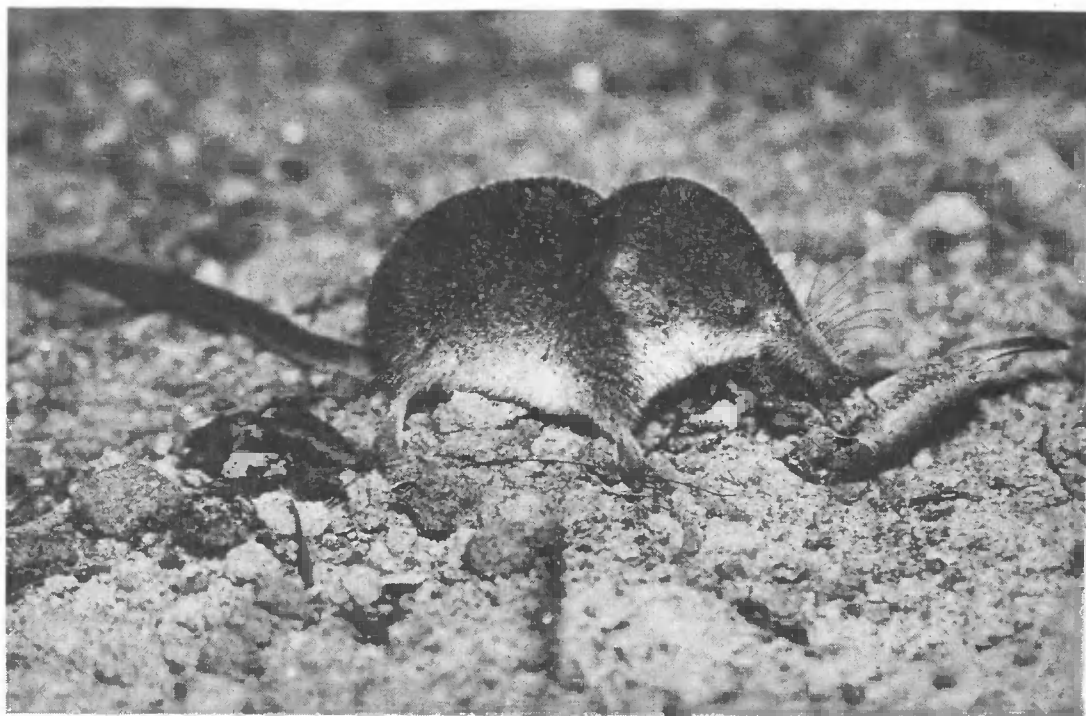
ры, на склады, в магазины, столовые и т. д., они загрязняют продукты питания мочой, в которой содержится, например, лептоспира — возбудитель лептоспироза. В последние годы крысы стали распространять его особенно интенсивно. В Одессе, Киеве, Харькове, Краснодаре люди болеют им ежегодно, а нередко и умирают. Систематическая борьба с применением ядохимикатов-антикоагулянтов дает свои плоды (больше крыс в той части города, где дератизация проводится менее интенсивно), без нее ущерб был бы во много раз больше.



Однако пока в большинстве городов процветает антисанитария, борьба с ними очень затруднена.

Черная крыса повадками и образом жизни похожа на пасюка, но многим и отличается от него. В естественных условиях

она большую часть времени проводит в кронах деревьев и устраивает там гнезда, похожие на сорочьи. Поэтому и синантропные формы стремятся жить на чердаках и в верхних этажах зданий. Только при очень высокой численности они заселяют и нижние этажи, в



Насекомоядные: обыкновенный еж, малая белозубка (длина тела 60—70 мм), обыкновенная бурозубка (длина тела 70—90 мм), крот.



то время как пасюк предпочитает подвалы и первые этажи. Черная крыса гораздо миролюбивее серой в отношениях как друг с другом, так и с человеком. Этологи отмечают, что черная крыса очень любопытна, ей свойственна интенсивная исследовательская активность. Обследуя территорию, она проявляет исключительную ловкость, виртуозно лазает по вертикальным столбам с

гладкой поверхностью, может передвигаться по натянутой проволоке и даже по потолку вниз головой.

Эта крыса заселяет далеко не всякий город, наиболее многочисленна она в южных городах, а также в Таллинне, Риге, Львове, Новгороде, Липецке, Туле; есть во Владивостоке и многих других городах, но в Москве, Санкт-Петербурге и городах Сибири ее





Городские хищники: ласка (в летнем меху), горноста́й (в летнем наряде), обыкновенная лисица и енотовидная собака, или уссурийский енот.

нет. Если серая и черная крысы живут в одних и тех же городах, первая, как более сильная и агрессивная, подавляет вторую. Оба вида никогда не встречаются в одном здании. Там, где черная крыса достигает высокой численности, она приносит не меньший вред, чем серая.

Домовая мышь (*Mus musculus*) встречается в большинстве городов бывшего СССР. Склады бакалейных продуктов, продуктовые магазины, предприятия пищевой промышленности, зернохранилища — места, где мышь находит и стол и дом, но особенно привязана к жилью. Там мышь не концентрируется в подвалах, а селится на всех этажах, предпочитательнее верхних и нижних. Меньше всего, как установила В. К. Мелкова, мышей на средних этажах; видимо, здесь не очень подходящий для них микроклимат. Домовая мышь живет и расселяется группами по 7—10 особей в каждой с доминантом во главе. Благодаря гибкости тельца она может проникнуть через очень небольшое отверстие, чаще всего расселяется через санузел — здесь почти всегда имеются небольшие строительные или коммуникационные дефекты.



Мыши приносят очень большой вред, поедая, а главное, загрязняя и портя продукты. Мало того, они разносят ряд опасных для человека болезней, например псевдотуберкулез, туляремию и др. Бороться с этим видом нелегко из-за высокой устойчивости к ядам-антикоагулянтам.

ПОЛУСИНАНТРОПЫ — НЕПРОШЕННЫЕ ГОСТИ

Сборная и очень пестрая группа полусинантропов вмещает в себя огромное количество видов животных. Их разнообразие определяется географическим положением города.

Один из наиболее типичных грызунов-полусинантропов — полевая мышь (*Apodemus agrarius*). Этот рыжеватый подвижный зверек внешне отличается от других мышей хорошо заметной черной полоской, идущей вдоль хребта. Рацион этой мыши очень разнообразен, в него входят не только семена, вегетативные части растений, но и животные компоненты. Благодаря непритязательности она приспосабливается к самым разнообразным местам обитания и склонна к соседству с человеком. В пределах своего большого ареала полевая мышь — постоянная обитательница многих крупных городов: Санкт-Петербурга, Москвы, Ярославля, Твери, Нижнего Новгорода, Полтавы, Одессы, Львова, Томска, Хабаровска, Кургана, Уссурийска, Киева и др. Зверек заселяет незастроенные участки больших городов (сады, кладбища, околотовные заросли), особенно многочислен на пустырях, заросших бурьяном и кустарником, а также во внутригородских парках, несмотря на обилие там людей. Видимо, для этих грызунов важнее дополнительная белковая пища, которую они находят в остатках трапез отдыхающих.

В Белгороде полевая мышь прекрасно себя чувствует в отстойниках сахарного завода, куда сбрасывают отходы производства. Осенью множество этих грызунов переселяется в здания разного хозяйственного назначения, больше всего их бывает в теплицах, овощных базах, оранжереях, в постройках зоопарков и животноводческих ферм.

Обыкновенная полевка — самый массовый и многочисленный зверек открытых пространств восточной Европы и северо-западной Азии — тоже встречается в городах. Этот вредитель полей и огородов к осени обычно собирается в ометах и скирдах. Только в 70-х годах М. Н. Мейер и В. Н. Орлов установили, что это не один вид, а два. Внешне они почти неразличимы, но имеют

разное количество хромосом: у собственно обыкновенной полевки (*Microtus arvalis*) их 46, а у ее двойника — восточноевропейской полевки (*M. rossiaemerredionalis*) — 58. При экспериментальном скрещивании они дают не способное к размножению потомство. Интересно, что поведение и образ жизни зверьков этих видов различны. Восточноевропейская полевка менее агрессивна, склонна к скучиванию (именно она осенью концентрируется в ометах и стогах), питаясь, как и обыкновенная полевка, вегетативными частями растений, чаще потребляет семена. Специальными исследованиями установлено, что в Москве обыкновенная полевка чаще встречается на окраине города: в поймах рек, на луговых участках, в садах и на пустырях, а гораздо более многочисленная восточноевропейская полевка заселяет не только окраины города, но и центральные районы, если туда «языками» внедряются природные биотопы; постоянно заселяет овощные хранилища, теплицы и другие строения. Таким образом, именно у восточноевропейской полевки четко выражены особенности грызуна полусинантропа.

Обыкновенный хомяк (*Cricetus cricetus*) — обитатель степной и лесостепной зоны — бывает не последним по численности в фауне городов. В Симферополе, например, он живет повсеместно. В центральных парках города стоит свернуть с дорожки, как буквально под каждым кустом увидишь типичные холмики земли, которую выбрасывает хомяк, очищая свою нору. Он роет их во всех парках и скверах, около домов, проникает также в разные строения, забирается в подвалы и поедает там запасы овощей. Н. Н. Товпинец сообщил мне, что хомяки в Симферополе постоянно заходят и в жилые многоэтажные дома, он сам ловил их на лестничной площадке шестого этажа. В этом городе обыкновенный хомяк столь многочислен, что жители города оценивают приносимый им вред даже большим, чем убытки от серой крысы.

Говоря о грызунах полусинантропах, нельзя обойти молчанием серого хомячка (*Cricetulus migratorius*). Будучи любителем сухих помещений, он селится в жилых домах, даже многоэтажных. Конкурирует с домовою мышью, случается, в этой борьбе выигрывает. В городах Армении серого хомячка гораздо больше, чем в окрестностях населенных пунктов. Он многочислен в городах Туркменистана, Кыргызстана.

Пластиночатоусая крыса (*Nesokia indica*) обитает вдоль рек, главным образом в

пустынной зоне. Этот грызун, который в основном держится в подземных норах, расплодился в Ашгабате, Мары, Иолотани, Чарджоу, Ташаузе, Бухаре и других городах.

В. В. Кучерук наблюдал устойчивые поселения этой крысы на неасфальтированных участках центральных улиц, скверов и площадей Бухары. По словам Н. А. Улитина, в Ашгабате пластинчатозубая крыса очень часто селится под полом жилых домов и на чердаках, а иногда прорывает норы в глинобитных стенках, но склады и хлебопекарни привлекают ее больше всех других мест.

Туркестанская крыса (*Rattus turcestanicus*), обычная обитательница фруктовых, чаще абрикосовых, садов, встречается в разных постройках городов Средней Азии.

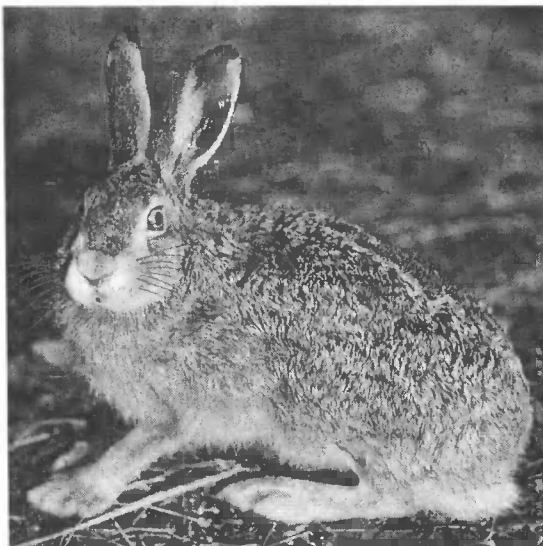
Конечно, перечисленные виды грызунов играют весьма отрицательную роль в жизни городов, особенно опасны как переносчики многих болезней. Так, на овощных базах полевки загрязняют калом и мочой овощи, и если их потом недостаточно тщательно промывают перед приготовлением пищи, то могут вспыхнуть такие желудочно-кишечные заболевания, как псевдотуберкулез, иерсиниоз и др. Чаще всего они поражают детей в детских учреждениях.

СОСЕДИ ПОНЕВОЛЕ

В городах есть такие виды грызунов, которые сами не стремятся к соседству с человеком, но, оказавшись в черте города, доставляют людям большую радость. Это в основном обитатели городских парков и садов.

Белка (*Sciurus vulgaris*) — один из ярких представителей этой группы. От близости с человеком, к которому быстро привыкает, она необычайно выигрывает. Основной свой рацион из семян хвойных и грибов в городе она дополняет хлебом, семечками, овощами, т. е. всем тем, что посетители парков выкладывают в кормушки. «Ручные» белки берут подкормку из рук, иногда садятся на плечи, руки. Грациозный, ярко окрашенный зверек — прекрасное дополнение к растительному миру парков. Наблюдение за белкой, общение с ней пробуждает у детей, да и у взрослых ростки бережного отношения к природе.

Под покровительством человека за последние 15—20 лет белка заселила все лесопарки и парки Москвы, в которых численность ее выше, чем в окружающих лесах. Увеличилось количество белок в Томске, Киеве, Полтаве и других городах.



Соседи горожан поневоле: белка, заяц-русак.

По территории парков эти зверьки распределяются не беспорядочно, а стремятся жить поближе к кормушкам (на одной кормушке бывает до 10 белок) и отдают предпочтение тем, которые находятся в старовозрастных хвойных насаждениях. На 100 га таких насаждений живет в среднем 40—45 особей, а в лесопарках средневозрастных лиственных пород редко бывает больше 10—12. Однако чрезмерно размножившись, белка приносит существенный ущерб певчим птицам, прежде всего открыто гнездящимся: певчим дроздам, зяблякам, зарянкам и др., так как разоряет их гнезда. Мне приходилось бывать в прекрасном



Стадо кабанов.

парке Варшавы, где было множество белок, но не слышалось ни одного птичьего голоса.

Зайцы беляк (*Lepus timidus*) и русак (*L. europeus*) — постоянные обитатели многих городов. В Москве, например, беляк обитает в парках, лесопарках и на пустырях, где сохраняется подлесок. Здесь плотность населения зайца иногда достигает 6—8 особей на 100 га. «Плановые рубки» вынуждают беляка покидать места обитания, а вообще его численность в черте города сильно колеблется. При увеличении строительства небольшие лесные массивы оказываются в изоляции и беляки исчезают.

Заяц-русак в Москве не так многочислен, как беляк. Русак обитает лишь в тех лесопарках, которые граничат с сельскохозяйственными угодьями, пустырями, широкими полосами «отчуждения», в глубину лесопарковых массивов он заходит редко. Ночью во время кормежки русак не боится появляться в жилых кварталах, где облаживает кору яблони, рябины и других деревьев и кустарников.

Для рукокрылых — летучих мышей — в современных больших городах условия мало благоприятны, так как мелких летающих насекомых — основного корма этих зверьков — здесь очень мало из-за

загазованности воздуха. Видовой состав летучих мышей, конечно, определяется географическим положением города. В Средней Азии и на Кавказе, т. е. зоне большой численности и видового разнообразия летучих мышей, в городах много оседлых видов. Зона умеренного климата бедна рукокрылыми, и число видов летучих мышей в городах невелико. В основном это перелетные виды, которые, подобно мелким насекомоядным птицам, временно залетают в города, а иногда проводят в них все лето. Летучие мыши — обитатели преимущественно широколиственных лесов — и в городе находят убежища в дуплистых деревьях парков или в пустотах, образовавшихся за отставшей корой, но нередко поселяются и в строениях.

Усатая ночница (*Myotis mystacinus*), двухцветный кожан (*Vespertilio murinus*), рыжая вечерница (*Nyctalus noctula*) поселяются на чердаках, в щелях домов, на колокольнях и т. п. Водяная ночница (*M. daubentonii*), кроме того, используют пустоты под арками мостов.

За последние десятилетия численность летучих мышей в городах резко падает. В конце 30-х годов в Москве часто можно было видеть этих зверьков в бредущем полете в центре города (возле Крымского моста). Здесь они охотились за комарами.

Теперь летучие мыши встречаются только на окраине города. Эти безобидные зверьки приносят большую пользу, уничтожая вредных насекомых, но почему-то многим людям они несимпатичны, и, обнаружив скопление зимующих зверьков, их стремятся уничтожать.

Некоторые представители отряда насекомоядных млекопитающих, в отличие от рукокрылых, хорошо уживаются в городах. Например, малая белозубка (*Crocidura suaveolens*), многочисленная в Москве, в окрестностях встречается относительно редко. Вероятно, это связано с тем, что для зверька южного происхождения больше подходит микроклимат города. Белозубка склонна к синантропизму: ее постоянно отлавливают на овощных базах и в жилых домах, причем даже на 15-м этаже.

Другой представитель насекомоядных — обыкновенная бурозубка (*Sorex araneus*) — обычная обитательница парков и лесопарков, она как бы прошивает мертвую лесную подстилку, суетливо двигаясь в разных направлениях в поисках корма — беспозвоночных. В помещениях она попадает гораздо реже малой белозубки.

Крот (*Talpa europaea*) в силу своего образа жизни легко мирится с условиями в незастроенных участках города. Он встречается здесь повсеместно, но наиболее многочислен в тех местах парков, где преобладают широколиственные породы, или в пойменных лугах, почвы которых изобилуют дождевыми червями и другими беспозвоночными. Пройти под шоссе или дорогой, плотно утрамбованными дорожками и тропинками крот не может и вынужден выходить на поверхность, чтобы, миновав такое место, снова зарыться в землю. Много животных гибнет в таких путешествиях. Роль крота в городе, как и в природных биоценозах, всегда благородна, он рыхлит почву, способствуя лучшей ее аэрации, перемешивает плодородные слои с менее плодородными. Питаясь в основном дождевыми червями, он, кроме того, уничтожает и вредных насекомых, например личинок майского жука.

Обыкновенный еж (*Erinaceus europaeus*) обычен в незастроенных частях города. Если есть хорошие убежища, то благодаря своей всеядности этот колючий зверек в какой-то степени даже выигрывает от близости человека: кормится в парках остатками его пищи, некоторые особи питаются, подобно крысам, на свалках и помойках. Все же ежей в городах становится все меньше и меньше, животным негде скрыться, найти убежище. В небольших лесопарках,

которые оказались в окружении жилой застройки и где бывает множество жителей, ежи вскоре исчезают. Здесь их часто беспокоят и даже уничтожают собаки, а люди не прочь отловить, чтобы насладиться общением с этими милыми животными у себя дома. Но очень скоро их выпускают обратно в лес. Побыв в квартире, ежи теряют осторожность и становятся жертвами собак или вновь оказываются в чьих-нибудь руках.

Итак, все перечисленные представители насекомоядных легко уживаются в больших городах, полезны для человека, и в большинстве случаев не требуется много усилий, чтобы численность их не уменьшалась.

Хищные млекопитающие тоже встречаются в городах, но их меньше, чем уже упомянутых животных. Не избегают соседства с человеком зверьки из семейства куньих. Первый из них — каменная куница (*Martes foina*). В природе она обитает на горных лесных и безлесных склонах, каменных скалах, в каньонах и ущельях, в городах же очень часто поселяется в строениях. Зоолог В. И. Гулай считает, что на западе Украины есть два экологических типа каменной куницы. Один населяет природные биотопы, другой живет в разных населенных пунктах, в том числе в городах: в захламленных сараях, подвалах и чердаках жилых домов, складах и прочих помещениях. Зверьки держатся там весь год и, имея в достатке корм (они охотятся на мышей, крыс, голубей, воробьев, кур и кроликов), размножаются.

Живет в городах и ласка (*Mustella nivalis*) — мелкий зверек с длинным телом и короткими ножками, меняющий свой наряд летом и зимой. В городе ее чаще встретить в парках, но бывает она и на пустырях, кладбищах, свалках. Поймав рек, «полосам отчуждения» ласка может заходить в глубь городских застроек и поселяться на небольших участках, заросших древесной растительностью. Она отдает предпочтение тем местам, где много рыжих полевок, полевых и лесных мышей и других мелких грызунов — основы пропитания, которых она добывает в их же норах. Численность ласки полностью зависит от количества грызунов.

Горностай (*Mustella erminea*) в городах встречается гораздо реже ласки. Внешне он очень походит на нее, пожалуй, черный кончик хвоста горностая в белом зимнем наряде — самый яркий отличительный признак.

Европейская норка (*M. lutreola*), черный хорь (*M. putorius*) и лесная куница (*Martes*

maries) в городах бывают еще реже. Более крупные виды хищных, даже если и появляются в городских лесопарках, то надолго не удерживаются в них: несмотря на строгий запрет на добычу, браконьеры истребляют животных. Кроме того, они страдают от беспокойства и вырубки подлеска.

Пример этого — енотовидная собака (*Nyctereutes procyonoides*). До середины 60-х годов она обитала во всех крупных парках Москвы, бывала на свалках и даже на улицах. Но лесные массивы исчезали, усиливалось браконьерство, и вид стал очень редким в черте города, а теперь малочислен и в Подмоскovie.

Лисица (*Vulpes vulpes*) гораздо лучше приспосабливается к городским условиям, чем енотовидная собака. Если нашлось место для норы где-нибудь под фундаментом разрушенного дома, железобетонными плитами или в другом малодоступном для браконьеров убежище, то лисе удается выкормить свой выводок. Основная добыча лисы — рыжая и обыкновенная полевки, а если год не урожайный на них, то приходится искать пищу на свалках и помойках. Городские парки и лесопарки, пустоши — места, где живет лиса. Это весьма смелое животное быстро привыкает к людям, если ее не преследуют. Известны случаи, когда лисы поселялись в огороженных дворах, рыли норы под зданиями. Полезна или вредна лиса в городе? Если преимущественно «мышкует» — полезна, но если добывает зайцев, диких куриных и домашнюю птицу — конечно приносит вред. Но в любом случае рыжую красавицу в городе надо охранять — встреча с ней доставляет удовольствие любому горожанину.

Бродячие одичавшие собаки, конечно же, несчастье города, в котором виноват человек. Когда растущий вишь город сметает на своем пути деревни, их жители получают городские квартиры, а своих дворовых собак чаще всего бросают. Жители городов тоже грешат этим. Из лишившихся опеки собак сильные выживают, сбиваются в стаи, дичают и живут в основном на окраинах города. Кормятся они на свалках и помойках, куда ходят по определенным, хорошо заметным тропам одна за другой, обычно с крупным самцом во главе. В пустотах под заброшенными домами, в старых канализационных трубах они устраивают убежища, там же и щенятся (или роют для этого норы). Собаки могут заражать людей и животных бешенством, уничтожают полезных животных.

Есть ли в черте города парнокопытные, а если есть, то какие и сколько —

всецело зависит от емкости угодий. Сравнительно небольшие по площади лесопарки, считает Б. Л. Самойлова, не выдерживают поголовья копытных. В подмосковной части Лосиног острова лоси (*Alces alces*) были многочисленны, но так как они сильно повредили ель, осину, рябину и другие молодые деревья, в городских частях этого лесничества (3 тыс. га) сочли возможным оставить всего 12 особей. В другие крупные лесопарки города, например Измайловский, Битцевский, Кузьминский, переходящие в загородные леса, лоси иногда заходят только в бесснежный период. Осенью, когда опадает листва, звери слишком хорошо заметны в лесопарках и уходят из них.

Пятнистые олени (*Cervus pippon*), выпущенные на Лосином острове в начале 50-х годов, примерно через 10 лет достигли максимальной численности. После прокладки через этот лесной массив кольцевой автомобильной дороги, массовой застройки окрестностей численность оленя начала сокращаться. В последние годы здесь обитает всего 15—20 этих копытных, их охраняют служители национального парка, а зимой и подкармливают.

Лань (*C. dama*) в 70-х годах размножалась в вольерах и выпускали на волю на том же Лосином. Но теперь этих изящных животных там нет — их уничтожили бродячие собаки. Очень сходная участь постигла косулю (*Capreolus capreolus*). Кабан (*Sus scrofa*) гораздо лучше приспособился к жизни в городских лесопарках, из числа московских он встречается только в тех, которые связаны с загородными лесами. Поздней осенью кабаны уходят за кольцевую автодорогу, одиночки иногда укрываются на день вблизи автостреды в изолированных колках леса и оврагах, а ночью выходят кормиться в окрестные огороды, нередко забредают во дворы и даже на улицы города. По словам Г. Э. Фельдмана, он часто видел кабанов на помойках на улице Правды и свалках овощных баз.

Млекопитающих в городе немало, и если с синантропными и полусинантропными видами грызунов надо бороться, то других зверей нужно всемерно охранять — они богатство и украшение парков и лесопарков больших городов. Изучать животных, которые приспособились жить в соседстве с нами, — увлекательнейшее занятие. Жаль, что большинство териологов стремятся работать в поле, ведь города множатся и растут, и дикие животные оказываются совсем в иных условиях, новой для себя среде обитания.



ВАМ НЕОБХОДИМО ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ

О ВАШЕЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В УДОБНОМ КОМПЬЮТЕРНОМ ВИДЕ -

МЫ ГОТОВЫ ПОМОЧЬ...

Мы обладаем новейшей компьютерной технологией создания электронных географических справочников **ЭЛГЕС**, основанных на использовании дисплейных картографических изображений территории с быстрым доступом к информации об объектах различного назначения, включая слайдовые изображения объектов и их любые текстовые описания.

Электронный справочник **ЭЛГЕС** – эффективный способ представления информации о производственной, деловой и коммерческой деятельности на территории любого региона, о его культурных и исторических достопримечательностях, объектах туристско-развлекательной индустрии.

Технология **ЭЛГЕС** дает возможность создавать электронные визитные карточки предприятий, отображающие территориальное распространение их деловой активности, расположение филиалов, дочерних предприятий и предприятий-партнеров в России и за ее пределами.

Электронные справочники и визитные карточки **ЭЛГЕС** позволят Вашим деловым партнерам и гостям получить в удобной форме необходимую информацию о Вашем предприятии и регионе и одновременно оригинальный сувенир на память.

ЛЮБЫЕ УДОБНЫЕ ДЛЯ ВАС ФОРМЫ

ВЗАИМОВЫГОДНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА

129594, Москва, 5-й проезд Марьиной рощи, 15А.
Тел.: (095) 971-67-90, 288-61-96
Факс: (095) 971-66-88
E-mail (Relcom) root@face.msk.su

Древняя Рязань

В. П. Даркевич



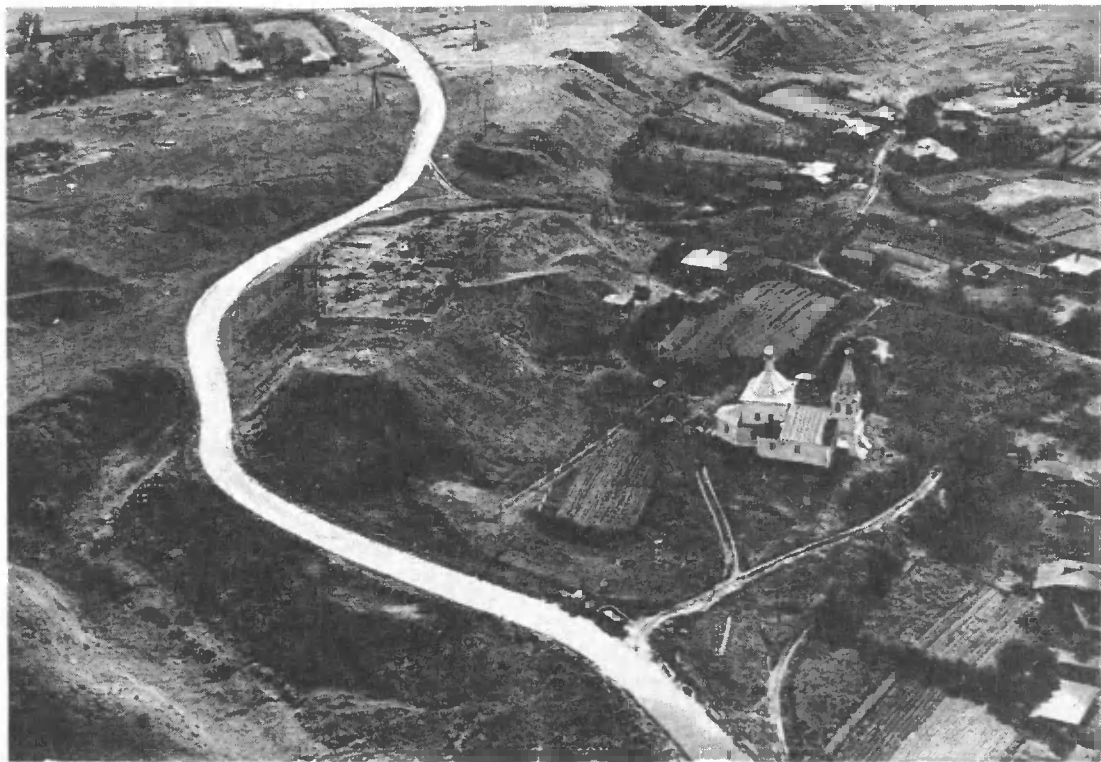
Владислав Петрович Даркевич, доктор исторических наук, ведущий научный сотрудник Института археологии РАН. Специалист по истории и археологии древней Руси, ее культурным связям с Западной Европой, Византией, странами мусульманского Востока. Автор свыше 100 научных работ, в том числе 10 монографий. Ряд работ посвящен общекультурным проблемам средневековья: Народная культура средневековья. Пародия в литературе и искусстве IX—XVI вв. (М., 1992); Аргонавты средневековья (М., 1976); Путиями средневековых мастеров (М., 1972). В качестве полноценного исторического источника им широко привлекаются материалы изобразительного искусства: Художественный металл Востока (М., 1976); Светское искусство Византии (М., 1975).

С 1970 г. возглавляет Старорязанскую археологическую экспедицию.

СРЕДИ крупнейших древнерусских городов XII—XIII вв. Рязань (теперь это дер. Старая Рязань Спасского района Рязанской обл.) предстает перед нами как один из самых величественных и богатых центров земель-княжений, как город-страж у юго-восточных, граничащих с половецкой степью окраин Руси и одновременно как средоточие интенсивной созидательной деятельности — экономической, политической, культурной. В числе других центров такого же масштаба Рязань может служить эталоном высших достижений древнерусской цивилизации: это многоликий сложный мир, сконцентрированный на небольшом пространстве. Подобно живому существу, каждый средневековый город в зависимости от множества факторов обладал индивидуальным обликом, над каждым витал свой «гений места». Выявление своеобразия любого городского организма, в чем бы оно ни выражалось, — увлекательная задача для историка и археолога. Вместе с тем стольные города Руси отличало единство материальной и духовной культуры, основанной на христианских началах. Многие города, разрушенные при монгольском завоевании 1237—1240 гг., прошли тот же путь развития, что и Рязань; им присущи близкие системы планировки и застройки, фортификационные сооружения, типы жилых и хозяйственных построек.

Наша попытка представить именно Рязань как «модель» южнорусского города домонгольского времени, как один из очагов интеллектуальной и эстетической средневековой культуры вполне закономерна. Дело в том, что на Старорязанском городище, где находилась столица княжества до перенесения ее в Переяславль Рязанский после Батыева разгрома, развернулись крупнейшие археологические исследования.

История изучения Старорязанского городища насчитывает уже 170 лет. Со времени находки в 1822 г. замечательного клада золотых женских украшений Старая



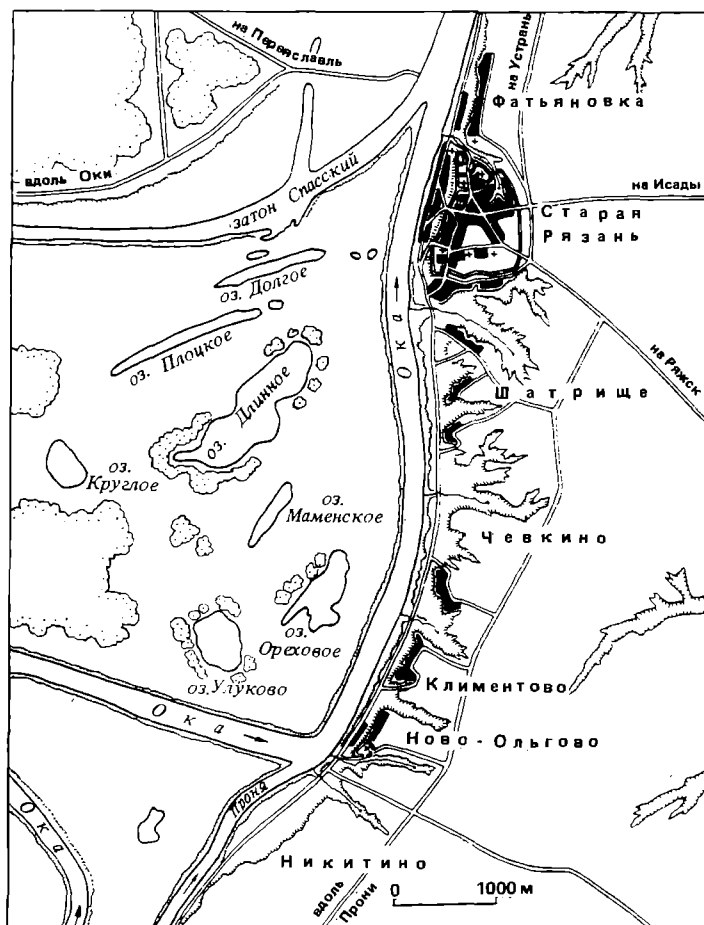
Городище Старая Рязань, расположенное в 60 км от современной Рязани. Древний город возник на мысу при впадении речки Серебрянки в Оку. В центре — самая старая часть городища, у подножия которого — на территории древнего подола — находится современная деревня с церковью Преображения XVIII в.; дорога проходит по трассе XI в. Фото В. М. Пескова

Рязань стала вызывать все усиливающийся интерес любителей отечественной старины. Ее организованное исследование начинается после создания в 1884 г. Рязанской ученой архивной комиссии, но раскопки зачастую проводились на дилетантском уровне и плохо документированы. В 1926 г. экспедиция выдающегося археолога В. А. Городцова, несмотря на недостатки методики (вскрытие культурного слоя траншеями), положила начало подлинно научному изучению домонгольской Рязани. Планомерные исследования городища связаны с экспедицией 1945—1950 гг. во главе с А. Л. Монгайтом, в ходе которой были вскрыты важные участки городской территории, обнаружены остатки жилищ и ремесленных мастерских, изучались укрепления¹. Однако

многие кардинальные проблемы оказались нерешенными, и в 1966 г. экспедиция возобновила работу (до 1970 г. — под руководством А. Л. Монгайта, затем — В. П. Даркевича)². Исследования велись по единому, четко разработанному плану Институтом археологии РАН и Рязанским историко-архитектурным музеем-заповедником. Поскольку, в отличие от большинства крупнейших городов древней Руси, подобных Киеву, Чернигову, Смоленску, Владимиру, Новгороду и др., на городище Старая Рязань почти нет культурных слоев позднее XIII в., раскопки приняли широкомасштабный характер и велись большими площадями. Это обстоятельство, наряду с хорошей сохранностью рельефа городища и микроландшафта вокруг него, позволило изучить градостроительную структуру и социальную топографию древней Рязани, определить время ее возникновения и пути колонизации славянским населением. Фиксация объектов, лишенных культурного слоя, — проселочных дорог, проходящих по старым трассам, разветвленной овражной системы с ее ручьями и источниками — дополняет целостную картину Рязан-

¹ Монгайт А. Л. Старая Рязань // Материалы и исследования по археологии СССР. М., 1955. № 49.

² Результаты раскопок на городище в 1966—1969 гг. изложены в кн.: Археология Рязанской земли. М., 1974.

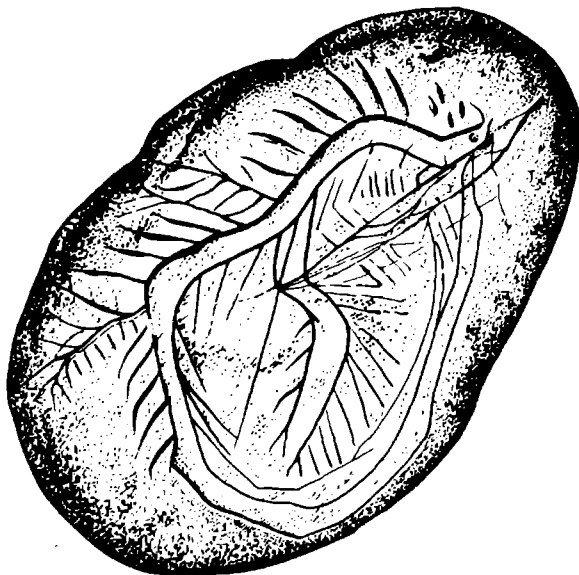


Ландшафт в районе Рязани XII—XIII вв. В отличие от широко разбросанных нынешних деревень древние селения располагались узкими полосами по высокому берегу реки.

- Поселения XII—XIII вв.
- Церкви
- Овраги
- Пойменные кустарники и перелески

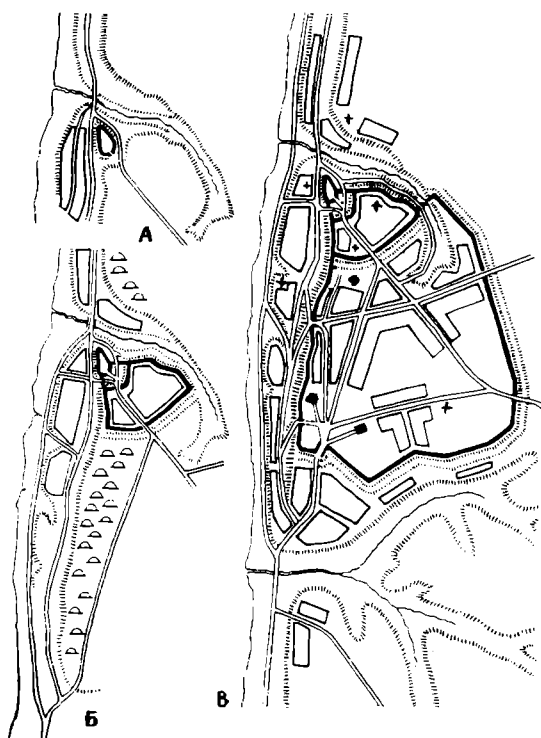
План Старорязанского городища. Современные дороги проходят по трассам древних улиц. Археологические раскопы сосредоточены в наиболее заселенной части города; на севере показаны траншеи, проложенные при раскопках В. А. Городцова в 1926 г.

- Раскопы (с 1966 г.)
- Раскопы экспедиций В.А. Городцова и А.Л. Монгайта
- Вали
- Изолинии высот над уровнем р. Оки, м



Речная галька с «планом» Оки в районе Старой Рязани. Показано главное русло реки, которая при впадении в р. Прони круто поворачивает на север. Проня обозначена тонкой двойной линией с короткими черточками — ручьями. Условно представлены и мелкие речушки и ручьи — правые притоки Оки. Посредине древний «картограф» прочертил старицу Оки, на песчаном берегу которой ныне расположен г. Спасск.





Рост городской территории. А — Кром и древнейшая часть подола; Б — Средний город до середины XII в. и относившийся к нему курганный могильник; В — Стольный город («Южное городище») с середины XII в. по 1237 г. Здесь показаны основные уличные магистрали, выводящие к воротным башням, вдоль них густо заселенные кварталы; на юго-западе — Успенский и Борисоглебский соборы, на северо-западе — Спасский нияжеский храм рубежа XII—XIII вв.; крестиками обозначены предполагаемые места деревянных церквей.

ского микрорегиона в XI—XIII вв. Внешний вид «града Рязани» с его предместьями и сельской округой благодаря комплексным исследованиям предстал по-новому, во всей сложности многоплановых композиций. Примечательно, что Рязань среди других древнерусских городов выделяется обилием кладов драгоценных украшений из золота и серебра (всего 13 — второе место после Киева), причем девять из них обнаружены нашей экспедицией. Этим уникальным произведением прикладного искусства древней Руси посвящены многочисленные публикации³. В настоящее время ввиду финансовых трудностей архео-

логические работы на Старорязанском городище, к сожалению, приостановлены.

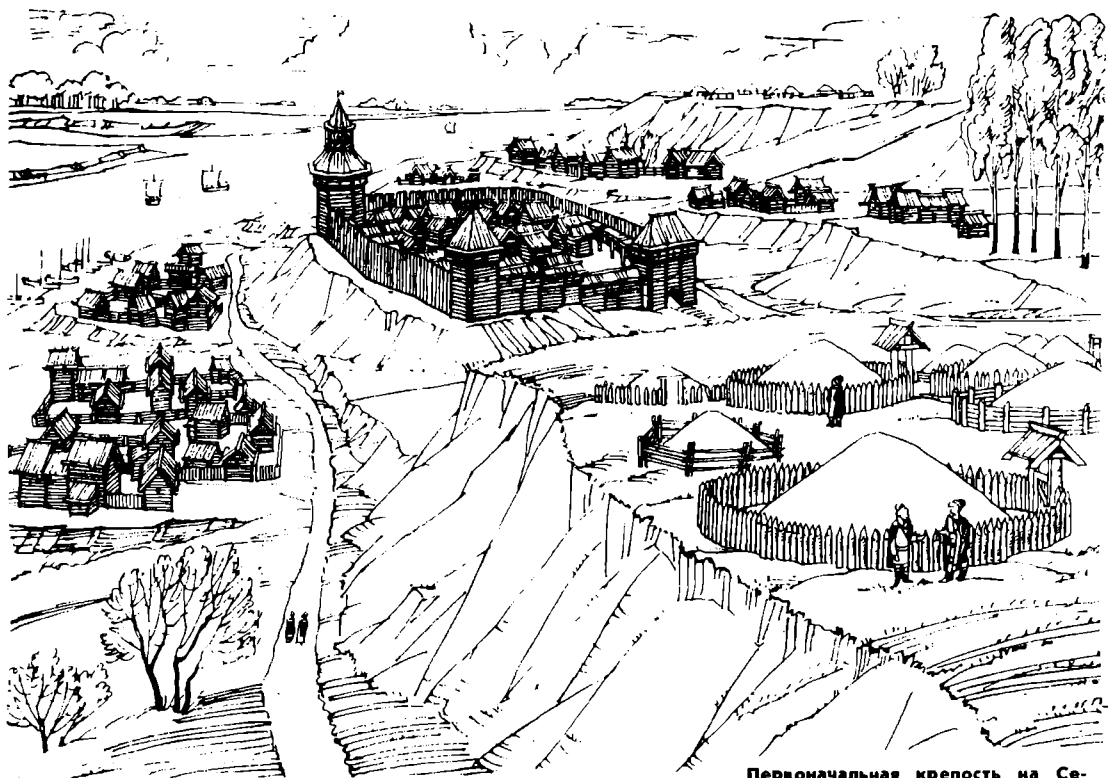
Конкретное археологическое изучение этого памятника, о котором сохранились довольно скудные летописные свидетельства, вынуждает весьма критически относиться к некоторым тенденциозным построениям советской историографии. Несвободный в своих суждениях историк эпохи тоталитарного режима, недопустимо переоценивая экономический фактор в обществе и человеческом духе, а в социологии руководствуясь идеями «классовой борьбы», подгонял факты под заранее заданные концепции. Они достаточно примитивны, ибо, как правило, не учитывают многообразия и неоднозначности процессов и явлений, а, напротив, стремятся к их унификации и нередко — к грубой модернизации дофеодальных и раннефеодальных отношений. Рассуждение входит в порочный круг: обязательная для всех теория априори рассматривается как факт, а затем утверждается, что теория подтверждается фактами. Поскольку фальсификация в зависимости от политической конъюнктуры охватила не только новейшие, но и все периоды русской истории, считаю своевременным внести в статью элемент полемики.

ДРЕВНЕРУССКИЙ ГОРОД И ЕГО СЕЛЬСКАЯ ОКРУГА

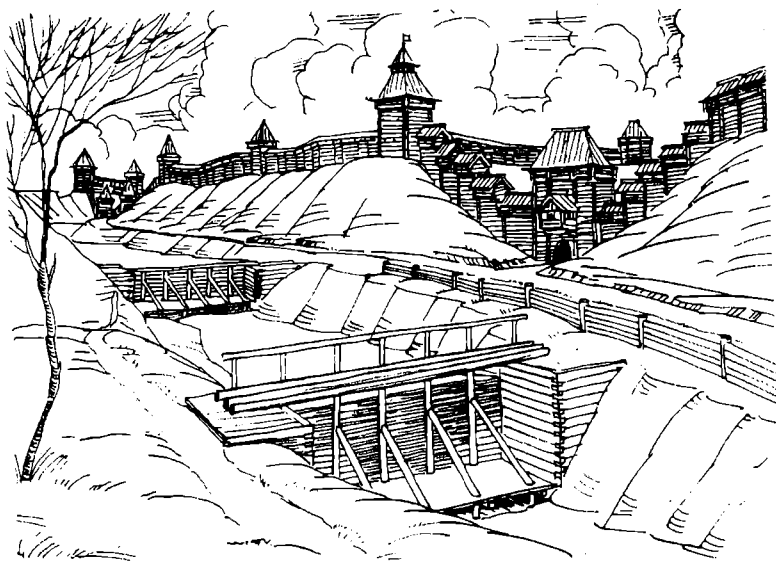
Показательным примером упрощенного экономического детерминизма и непонимания природы средневековой экономики является следующая дефиниция: «Древнерусским городом можно считать постоянный населенный пункт, в котором с обширной сельской округи — волости концентрировалась, перерабатывалась и перераспределялась большая часть произведенного там прибавочного продукта»⁴. В «Советском энциклопедическом словаре» (1982 г.) читаем: «В эксплуататорских формациях прибавочный продукт безвозмездно присваивается господствующими классами и служит источником их обогащения и паразитического существования». Для домонгольского времени о подобных фактах угнетения не сохранилось ни одного документа. Не учитывается роль агрикультуры в самом средневековом городе, обитатели которого вели полукрестьянскую жизнь: хозяйство рядового горожанина, как и крестьянина, включало, по данным раскопок

³ См. например: Монгайт А. Л. *Художественные сокровища Старой Рязани*. М., 1967; Даркевич В. П., Монгайт А. Л. *Клад из Старой Рязани*. М., 1978.

⁴ *Археология СССР. Древняя Русь. Город. Замок*. Сел. М., 1985. С. 52.



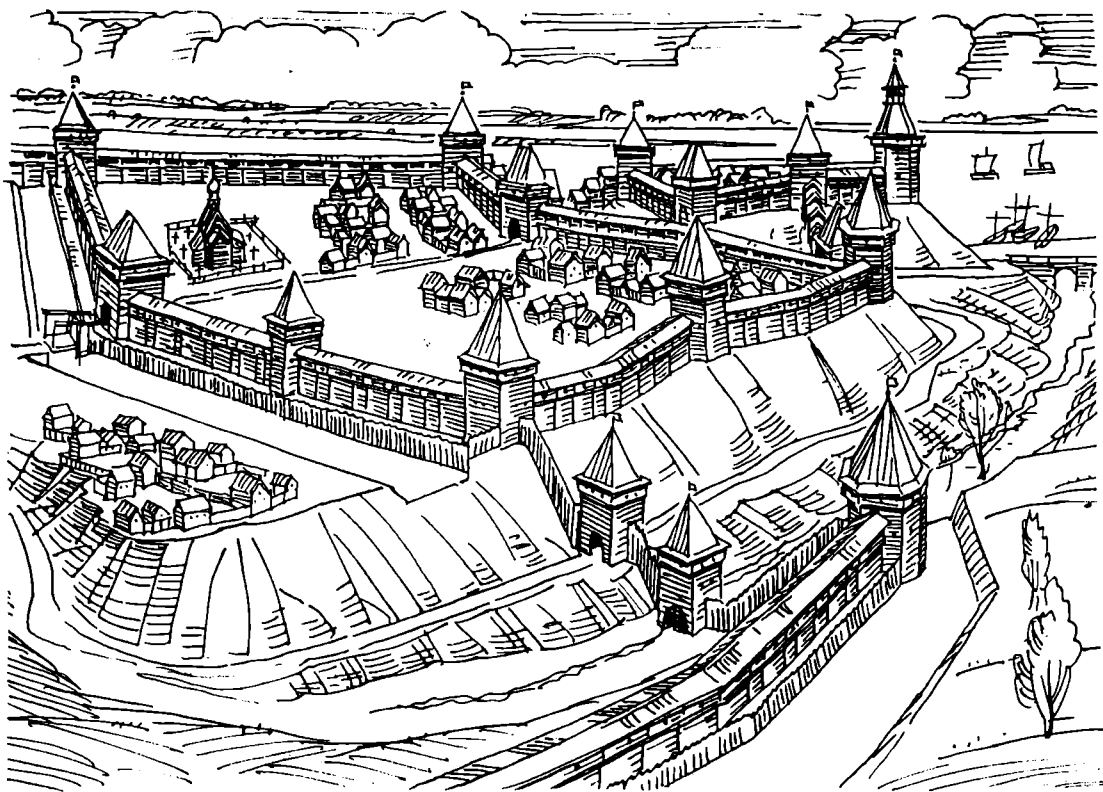
Первоначальная крепость на Северном мысу (Кром — верхний город). Со стороны реки и текущей по дну глубокого оврага реки Серебрянки он ограничен крутыми склонами. На переднем плане справа — часть курганного могильника. Все архитектурные реконструкции выполнены Г. В. Борисевичем.



Въезд в город со стороны устья Серебрянки. Справа — стены Крома, слева — Среднего города, между ними в ложбине — «Серебряные ворота». Со стороны поля сохранился вал с сухим ровом.

на городище и близлежащих селищах, двор (усадьбу) с дворовыми постройками («дворище»), сады, огороды, нивки. Места для содержания скота располагались как в пределах укреплений, так и вне их. Сохранялись права на пользование общинными

угодьями (луга, леса, воды). О каком «прибавочном продукте», отчуждаемом из сельского хозяйства, может идти речь, если Рязань, как показали археологические исследования, возникла около середины XI в., т. е. веком раньше окружающих ее сель-



Кром и Средний город с восточной стороны. На первом плане «Водяные ворота» и частокол, защищавшие верховья Серебрянки — источник водоснабжения Рязани на случай осады.

ских поселений? Город в данном случае служил не только базой расселения, но и опорным пунктом для близлежащих деревень: при военной угрозе крестьянское население укрывалось за стенами Рязани. Селища концентрируются длинными цепочками вдоль Оки — в ближайших окрестностях укрепленного города и центрального транспортного узла на Окском пути. С середины XII в. Рязань превращается в участника сельской колонизации в крупных масштабах.

Хозяйственное освоение окского правобережья почти на 10-километровом отрезке от дер. Фатьяновка на севере до дер. Никитино на юге было обусловлено исключительно благоприятными природными условиями. Так называемый северный чернозем южнее Рязани (с 5—6 % гумуса) — переход от среднерусских дерновых суглинков на лёссе, распространенных узкой полосой по правому высокому берегу Оки,

к типичному чернозему. Южнее Рязани перемежались полосы дубово-березовой лесостепи со степными островами, вторгавшимися с юга. Издавна славилась луговые угодья левобережья Оки напротив Рязани, где ширина поймы достигает 12 км. В прошлом пойма была занята липо-дубравами, она изобилует озерами. На Мещерской стороне простирались огромные массивы хвойных лесов северного типа со множеством окруженных болотами озер. В краю рязанского Поочья все благоприятствовало занятиям хлебопашеством, рыболовством, промыслами, домашними ремеслами. Город и окрестные селища составляли единый хозяйственный комплекс, что подтверждает их топография.

Изрезанность балками придает особую живописность некоторым участкам правого берега, особенно у дер. Чевкино, где он напоминает скопление причудливых пирамид или зубчатых башен. По дну балок текут почти пересыхающие летом мелководные ручьи, берущие начало от ключей с чистой ледяной водой. Окрестности Рязани — это «страна источников»; их близость влияла на выбор места поселения. Чрезвычайно

интересна найденная в одном из жилищ XII в. речная галька с вырезанным на ней загадочным рисунком. Можно предположить, что изображен схематичный план Оки в районе Рязани, включая Спасский затон и устье Прони, но — зеркально перевернутый.

Исследование поселений в рязанской округе не подтверждает тезиса, распространенного в советской историографии, будто уже к XII в. среди членов сельской общины (верви) выделилась группа зажиточных людей, царило имущественное неравенство. Археологические материалы говорят о социально однородном составе крестьянского населения.

Историческое ландшафтоведение, палеоэкология помогают воссоздать не только хозяйственную жизнь, но и мировосприятие человека древней Руси. Он стоял лицом к лицу с лесом, рекой, степью — основными стихиями русской природы, то ласковой, то гневной. Она задавала ему нелегкие вопросы, и решать их приходилось, рассчитывая только на свои силы и сноровку. Люди Средневековья стояли гораздо ближе, чем мы, к девственной, неупорядоченной природе. Они видели в ней источник жизни, но хорошо сознавали, что ее неукротимые силы таят в себе постоянную угрозу.

НАЧАЛО

Среди еще не обжитой бесконечной земли, в мире непроходимых лесов и нераспаханных равнин, город с крепкими стенами и монументальными храмами, возвышающийся на берегу реки, производил на приближающихся путников впечатление чуда. Природной хаотической дикости противостояло архитектурно организованное, очеловеченное пространство, упорядоченный и «одомашненный» мир, где человеку не грозит опасность, где он всегда среди своих. Тем более, что открытые южные рубежи Рязанщины в представлениях горожан ассоциировались с чуждым и враждебным «диким полем», откуда появляются «поганные» (т. е. язычники) половцы, «скорые на кровопролитье». «Человечный» и «разумный» образ жизни с его служением земле, которую надо ежегодно обихаживать, противостоял полудикому существованию кочевников, подвижных, как морской прибой. С опаской смотрели земледельцы и ремесленники в сторону «чистого поля», где господствовал словно слившийся с конем беспощадный лучник.

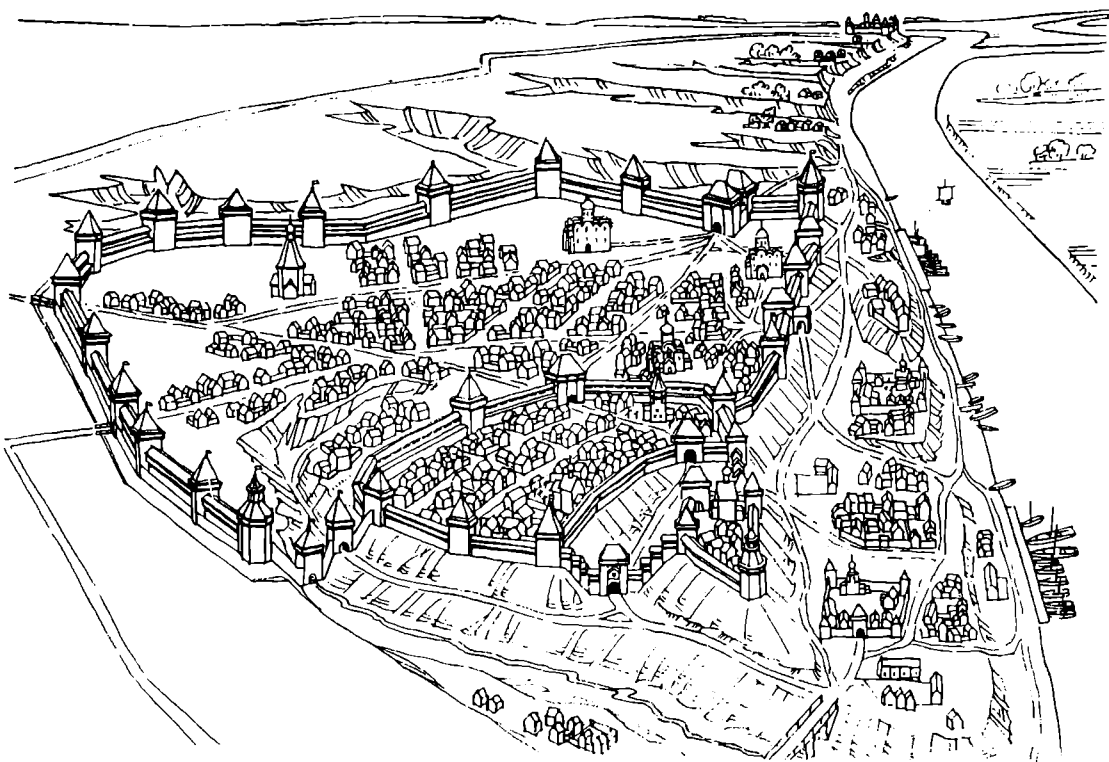
С XI—XII вв. на Руси, как и в Западной Европе, вместе с оживлением торгового

Скульптурный портрет женщины, жившей в Рязани в XII в. Реконструкция лица по черепу из погребения сделана Г. В. Лебединской.

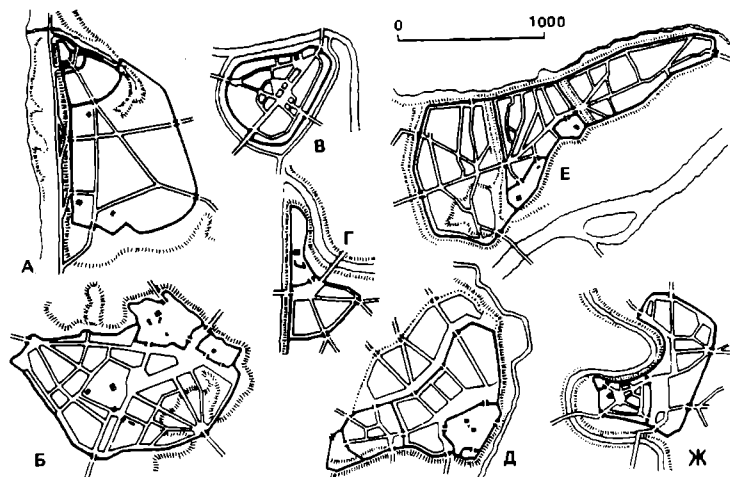


обмена и ремесла происходит стремительная урбанизация. Взлет градостроительства в эпоху Ярослава Мудрого и его сыновей не мог не поражать воображения русских людей. Тогда же славянскими переселенцами в районе плодородных земель и в центре пересечения речных и сухопутных дорог была основана Рязань (около середины XI в.; первое упоминание в Лаврентьевской летописи под 1096 г.). Ее положение в «контактной зоне» на границе леса и степи наложило отпечаток на занятия и культуру населения. Естественная граница между северной Мещерской и южной лесостепной сторонами Рязанской земли проходила по Оке. Благоприятные условия для лесного, промыслового и особенно земледельческого хозяйства, для расцвета торгово-ремесленной деятельности, необходимость стратегического центра вблизи от поля половецкого — все это и предопределило возникновение Рязани.

Город начинался с оборонительной стены, его «пояса»; с разрушением укреплений он переставал существовать. При непрерывных междоусобных войнах и набегах кочевников стены с башнями, определявшие наряду с каменным зодчеством лицо города, — это не романтическая деталь, а суровая необходимость. В литературе Руси первоначальное значение слова «город» — ограда, забор, стена, т. е. огороженное место. Поначалу Рязань занимала маленький Северный мыс (или, по нашей терминологии, Кром. — верхний город). Со стороны поля, где нет естественных преград, была сооружена засыпанная грун-



Рязань в первой трети XIII в. (вид с севера). Четко различаются три разновременных оборонительных пояса: на первом плане — крепость (Кром); к ней примыкают стены Среднего города; периметр внешних оборонительных стен Стольного города достигает 3,5 км. Между Окой и западной оборонительной стеной раскинулся обширный подол.



Планы городов XII — первой трети XIII в. А — Рязань; Б — Киев; В — Переяславль-Залесский; Г — Псков; Д — Чернигов; Е — Владимир; Ж — Суздаль.

том деревянная стена, от которой уцелело еле заметное всхолмление. По-видимому, крепость-убежище ограждал частокол из вертикально вкопанных заостренных бревен. Возникновение этого ядра будущего стольного города вполне закономерно: это и цитадель, призванная обезопасить окско-волжский путь, который вел в сказочно

богатые страны мусульманского Востока, это и погост — место стоянки «гостей», именитых купцов, и вместе с тем стан для князей и сборщиков дани — полюдья. Сюда стекались подати пушиной с подвластных финно-угорских племен.

В первой трети XII в. развивающейся Рязани, вокруг которой начинает сплаци-

ваться областная территория, стал необходимым свой князь. Возможно, им стал Ярослав Святославич, князь черниговский, позднее — муромо-рязанский (умер в 1129 г.). После смерти Ярослава в Рязани сели его сыновья Ростислав и Святослав; произошло фактическое отделение ее от Мурома. И хотя главный стол находился еще в Муроме, появление в Рязани собственных князей предвещало ее обособление в самостоятельный город-государство.

С ростом численности населения Рязани связано расширение городской территории, которая увеличивается в 18 раз — появляется Северное городище, или, как мы называем, Средний город. Рязань получает двухчастную планировочную организацию. Совершенствуется ее оборонительный комплекс: дорога от устья Серебрянки, где находилась пристань, на середине подъема была перегорожена стеной из городней (срубов, забитых землей), устроены проездные ворота с башней, условно названные нами «Серебряными». Между городскими стенами и Окой разрастается подол — неукрепленное предградьё.

Археологическое исследование первого периода истории Рязани с 60-х годов XI до середины XII в. заставляет с осторожностью относиться к таким положениям официальной советской историографии, будто города возникали прежде всего в крестьянских земледельческих районах, а внешняя торговля в их образовании не играла особой роли. Вполне очевидна ошибочность стремления объяснить происхождение городов и городского строя какой-либо одной причиной; многообразие конкретных путей их формирования ныне не подлежит сомнению. Эволюционистский подход к сложной проблеме происхождения городов — только из племенных центров (так называемых племенных городов) или только из поселений аграрного типа с их капищами, кладбищами и местами вечевых собраний — представляется непродуктивным и бездоказательным. В действительности города X—XIII вв. — качественно новые образования, жители которых в известной мере противопоставляли себя округе, «деревне», «земле». Это самоощущение подкреплялось административно-правовым оформлением, обособлением города как своеобразной общины, его ведущим положением в сфере образованности, художественном творчестве, в области культа. Это прежде всего административный, военный и культурный (религиозный) центр.

Искусственная подгонка фактов под

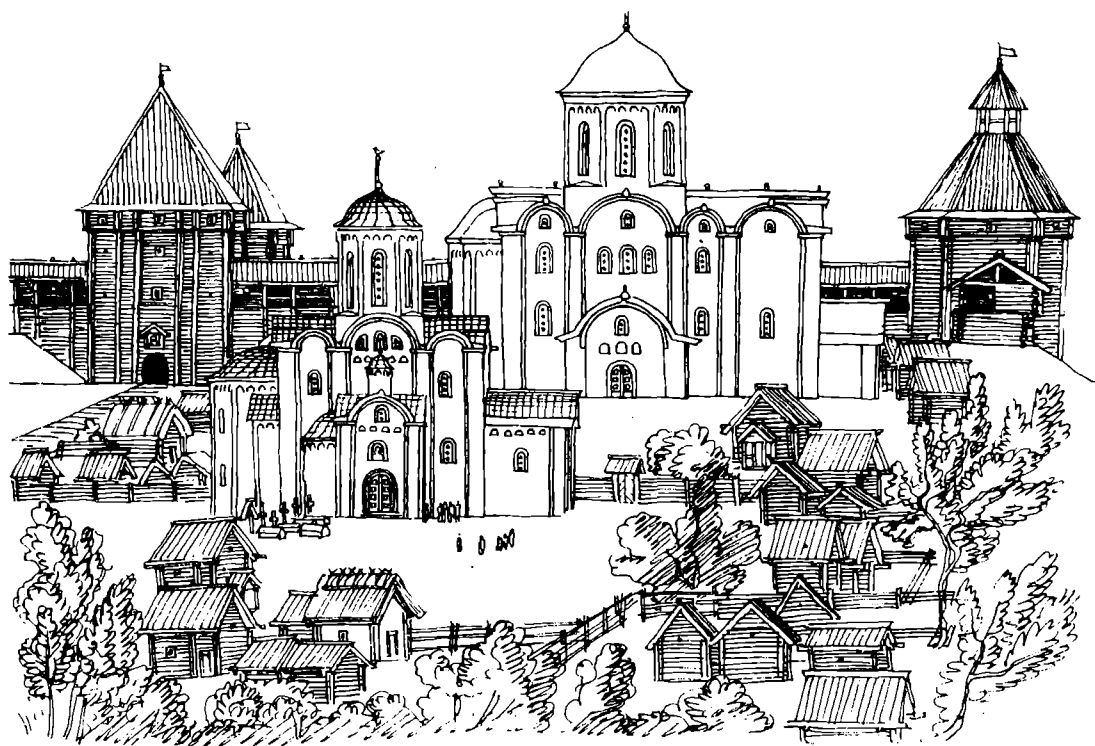
марксистско-ленинскую теорию привело ортодоксальных историков к не подлежащему обсуждению выводу: город с постоянным населением — итог общественного разделения труда, т. е. отделения ремесла и торговли от земледелия. Но эта абстрактная схема никак не отвечает исторической реальности: полусельским остается быт даже современного города Спасска, основанного в XVIII в. напротив Старорязанского городища. Налицо явная недооценка или даже полное игнорирование всех факторов развития человеческих коллективов, кроме одного — социально-экономического. Разумеется, ремесленное население, как свидетельствуют и раскопки, играло огромную роль: мастера разных специальностей устремлялись к городам, которые предоставляли им удобства и как пункты обмена, и как убежища на случай опасности.

ПИОНЕРЫ

Раскопки на Южном городище (Стольный город) ознаменовались открытием обширного курганного могильника, протянувшегося на 800 м вдоль кромки высокого берега Оки от Спасского собора до юго-западного угла Южного городища. Планомерное изучение этого некрополя второй половины XI — первой половины XII в., а также нижних культурных слоев Среднего города пролили свет на некоторые ключевые проблемы истории Рязани в первое столетие ее существования. Анализ вещевого инвентаря, особенно женских украшений, позволил решить вопрос о времени основания города (не X в., как считал А. Л. Монгайт, а середина XI в.), определить регионы, откуда в район средней Оки шло переселенческое движение. Переплетение языческих погребальных обычаев с новыми христианскими чертами помогает приблизиться к пониманию мировоззрения древних рязанцев.

Со второй половины XII в. при расширении городской территории к югу до Черной речки и интенсивной застройке «набережной» — самого «престижного» участка Стольного города, были проведены тщательные нивелировочные работы. В результате все могильные насыпи были скрыты. Тем не менее нам удалось исследовать свыше 200 захоронений, лежавших в неглубоких ямах или на уровне древнего горизонта.

Миграционные потоки в сторону Рязани двигались из разных славянских земель — об этом свидетельствует набор украшений в женских погребениях, в част-



Центральная часть Стольного города. На первом плане — Спасский собор, выстроенный смоленскими зодчими, за ним правее — Борисоглебский, ставший в конце XII в. резиденцией епископа. Сзади слева — южная проездная башня.

ности височные кольца, формы которых специфичны для каждого славянского «племени» (в действительности для этого времени речь идет не о племенах в социологическом значении этого слова, а об историко-этнографических областях, отделенных друг от друга дремучими лесами и реками). Восточнославянские «племенные» группы со своими диалектными особенностями чрезвычайно долго сохраняли общие черты в культуре: своеобразные обычаи, обряды, традиционные одежды и украшения женского костюма. В Рязани оседали переселенцы со смоленского запада (смоленско-полоцкие кривичи), для которых типичны браслетообразные завязанные височные кольца. Одновременно по маршруту верхняя Волга—Нерль—Клязьма—Ока с плотно освоенных плодородных ополей Волго-Окского междуречья (Ростовского, Суздальского, Юрьевского) шло продвижение на его периферийные муромские и рязанские тер-

ритории. Другой колонизационный поток двигался из земли радимичей, обитавших в бассейне Сожа; их отличают семилучевые височные кольца. В области расселения радимичей и в восточной части Днепровского бассейна известны объемные костяные подвески-уточки. Височные кольца с тремя напускными зерновыми бусами — излюбленное украшение женщин этнографической группы дреговичей, живших в низовьях Припяти и по Березине. Родиной многих переселенцев была также область обитания полян с центром в Киеве и вятичей — по верхней Оке. Височные украшения полян среднего Приднепровья представлены проволоочными перстнеобразными колечками с сомкнутыми, заходящими или загнутыми в трубочку концами; часто встречаются литые пуговицы грушевидной формы, нашивавшиеся на ворот рубахи, а также перстни — провололочные гладкие или витые. В мужских погребениях обычны лировидные поясные пряжки и ножи у левого бедра.

Этнокультурный состав первых насельников Рязани восстанавливается и по данным погребальной обрядности. Так, в некоторых снесенных курганах обнаружено несколько труположений на кострищах, а также следы кольцевых оградок вокруг могил, что

сближает их с синхронными курганами дреговичей, смоленских кривичей, обитателей Волго-Окского междуречья, радимичей и полочан. Итак, постепенное заселение города происходило из разных регионов восточнославянской территории в результате миграции нескольких «племенных» группировок.

Вначале Рязань — сравнительно небольшой город (около 1500 жителей), созданный в ходе вольной внутренней колонизации, которая во многом обуславливалась ростом народонаселения на Руси и несовершенством систем землепользования, когда плодородие полей быстро истощалось. Первоначальная Рязань по занятиям жителей — еще полуаграрный город, но в него уже стекаются ремесленники. При раскопках в Среднем городе найдены остатки кузнечных, бронзолитейных, гончарных, костеобрабатывающих мастерских. Возникновение новых городов, где смешивалось пришлое население, сопровождалось заменой древних родоплеменных связей территориальными. Под защитой городских стен кровнородственные коллективы при свободе выделя женатых сыновей легко делились на малые семьи. Исследование дворов-усадеб и могильника Рязани, включавшего и коллективные усыпальницы (от двух до четырех человек), свидетельствует о преобладании в городе автономных малых семей, ведущих индивидуальное хозяйство.

Средневековый город — это мир не столько кровных родственников, сколько соседей. Непременным условием их выживания были взаимопомощь и солидарность в решении общих насущных задач. До середины XII в. Рязань представляла собой суверенную городскую общину из лично свободных людей, вчерашних отважных пионеров-колонистов. Верховную власть в городе наряду с представителями княжеской администрации могло осуществлять народное собрание — вече.

ЭПОХА РАСЦВЕТА

Археологическое изучение Крома, Среднего города и относившегося к ним могильника показало, что социально однородное население раннего города, не затронутое имущественным расслоением, в основной массе состояло из недавних выходцев из местностей Руси, слабо затронутых христианизацией. В женских могилах украшения почти не различаются по качеству исполнения, в мужских набор вещей небогат или их нет вовсе. Вот почему на примере Рязани никак нельзя признать универ-

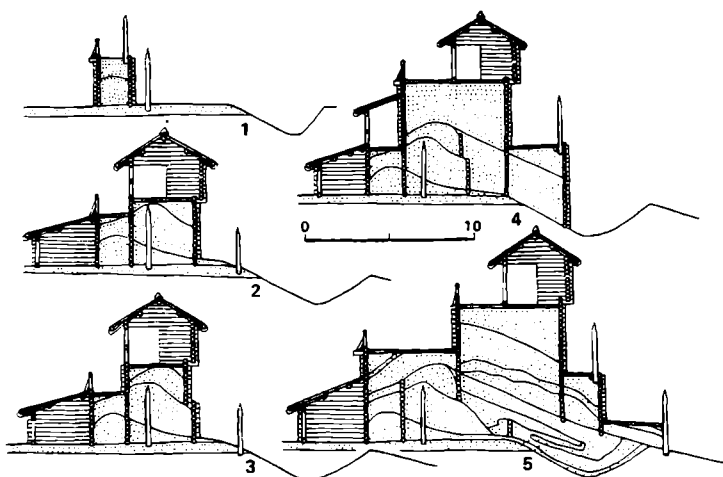
сальным прочно внедрившийся в умы исследователей тезис о неперменной социально-топографической структуре древнерусских городов по схеме: княжеско-дружинный детинец (внутренняя крепость, кремль) и прилегающий к нему торгово-ремесленный посад (предградье, или предгорье). В основе лежит попытка археологически обосновать постулат о развитой классовой борьбе в Киевской Руси. Советские историки начиная с 20-х годов, исходя из ложной предпосылки, что уже в домонгольское время развитие феодализма на Руси не уступало его «классическим моделям» в Западной Европе, например во Франции XI—XII вв., объявили древнерусский город центром феодального властвования. «Нам думается, что город XI—XIII вв. есть не что иное, как феодальный замок — бург западноевропейского средневековья... Это прежде всего центр феодального властвования над окружающей сельской округой (ошибочность этого положения показана выше. — В. Д.). Бурги и города строились как в целях защиты от внешних врагов, так, в не меньшей степени, и в целях охраны феодальных хищников от крестьянских восстаний»⁵. Наши раскопки с очевидностью показали, что Средний город Рязани — это никак не резиденция «феодальных хищников», а более древняя часть поселения.

Переселенческое движение в Рязань шло непрерывно, ибо смертность в средневековых городах, особенно детская, была выше рождаемости. Радикально обновлялось население после войн, катастрофических голодовок и эпидемий, уносивших множество жизней.

По мере концентрации населения в районе Рязани к ней постепенно переходит роль первенствующего в земле города, и около середины XII в. происходит обособление Рязанского княжества. Возрастает правительственная роль князя, его боярской администрации и дружины из профессиональных воинов. Центры земель, объединявшие волостную территорию, нуждались в князьях для дипломатических отношений, но прежде всего в качестве военных вождей. Князья руководили наступательными и оборонительными операциями, отвечали за состояние городских укреплений. Они способствовали распространению христианства, материально поддерживая духовенство и организацию «храмовое строение».

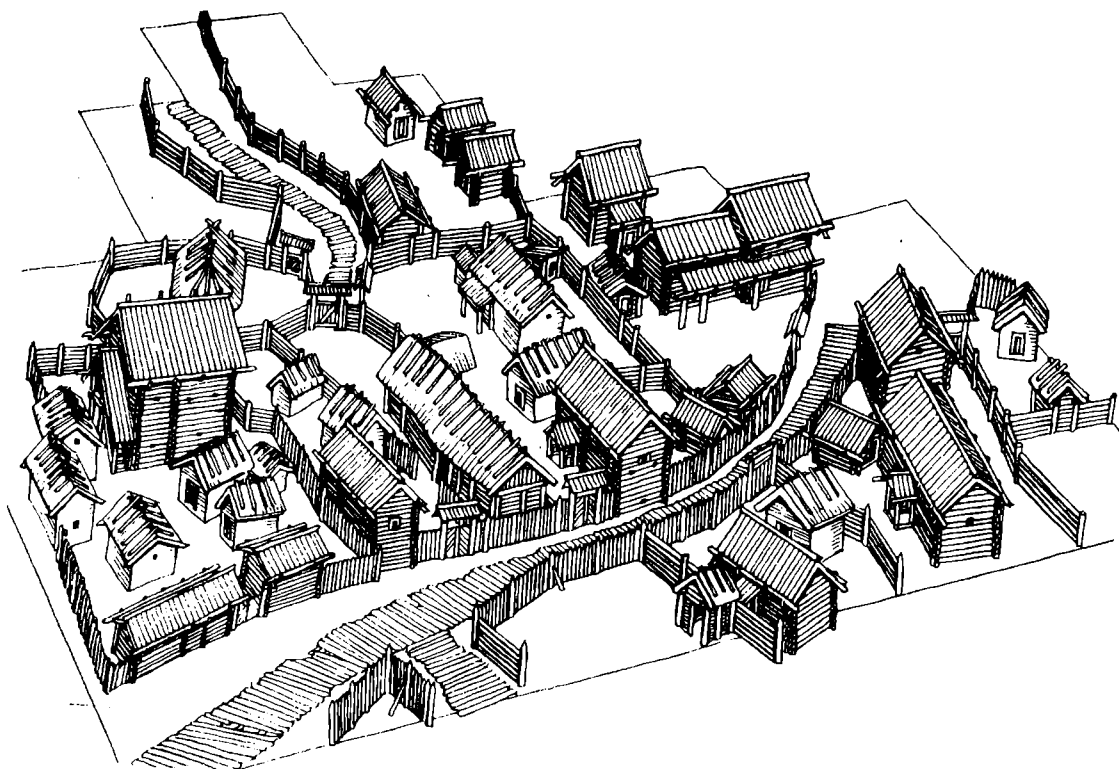
Только централизованная княжеская власть оказалась способной возглавить гран-

⁵ Юшков С. В. Очерки по истории феодализма в Киевской Руси. М.-Л., 1939. С. 134, 135.



Развитие оборонительной стены (по разрезу вала у Исадских ворот). Видно, как первоначальная простая стена из городен с частоколом наверху постепенно превращается в мощное фортификационное сооружение с трехстенными срубам-контрфорсами, осадными клетями с тыльной стороны, заборами для защиты наверху и двумя рядами частоколов. С напольной стороны был вырыт глубокий ров.

Дворовая застройка ремесленного квартала Рязани. Жилые дома располагались в глубине дворов, улицы окаймляли заборы и стены хозяйственных помещений.



диозное по масштабам строительство практически нового стольного города (Южное городище — Стольный город). Размеры его укрепленной части увеличиваются в восемь раз и достигают 60 га, а вместе с предместьями — 75 га. Основные градостроительные работы, произведенные по единому

замыслу, вероятно, развернулись в начале правления Глеба Ростиславича в конце 50-х — начале 60-х годов XII в. В Рязань приглашались высококвалифицированные мастера, главным образом из Киевского и Черниговского княжеств: градодельцы, храмоздатели, «кузнецы железу, меди и сереб-

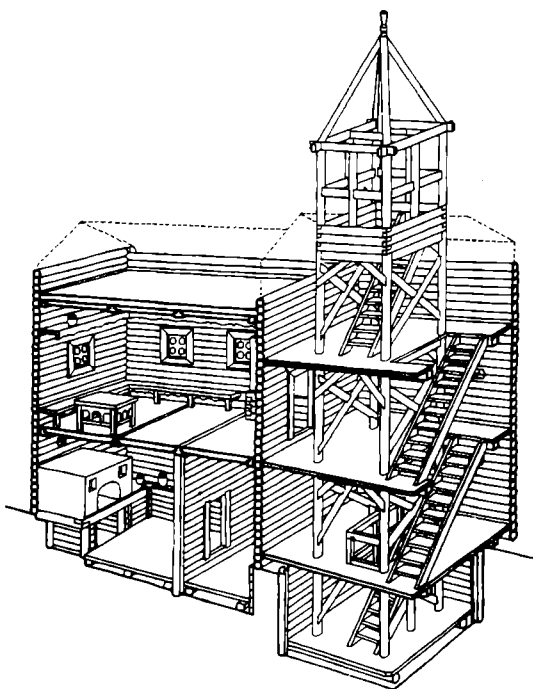
ру», а также купцы и представители духовенства — «книжные люди». Административный центр города перемещается в его юго-западную часть, где по образцам черниговской архитектуры воздвигаются княжеский Борисоглебский и общегородской кафедральный Успенский соборы. Городовые мастера проводили трассировку улиц, ведущих к главным воротам, межевание усадебных участков. При средней площади двора-усадыбы в 400 м² и размерах семьи в четыре—пять человек окажется, что к началу XIII в. в Рязани проживало около 8 тыс. жителей. По средневековым меркам Рязань — большой город. Достаточно сказать, что в XII в. Париж насчитывал около 25 тыс. обитателей, а такие крупнейшие города Германии, как Регенсбург, — около 25 тыс., Кельн — около 20, а Страсбург — 15 тыс.

СТЕНЫ ГРАДСКИЕ

Создание укреплений — прекрасного памятника военно-инженерного искусства — рязанцы рассматривали как великое общее дело, требовавшее огромных материальных и людских ресурсов. Именно всеобщая заинтересованность в возведении неприступной цитадели, а не принудительный труд, как это часто пытаются представить, двигала огромными массами строителей. «Город ставили» коллективно, «всемирно» — отсюда удивляющий и поныне колоссальный размах работ.

Как показала расшифровка разреза вала у Исадских ворот в восточной стене, укрепления Стольного города трижды ремонтировали и один раз восстанавливали после того, как в 1208 г. Рязань сжег владими́ро-суздальский князь Всеволод III Большое Гнездо: «И повеле великий князь всем людем изити из града и с товаром, и яко изидоша вси, повеле зажещи град»⁶. В 1237 г. при нашествии Батыя стены Рязани были окончательно уничтожены и более не восстанавливались.

Исследование рязанских валов, высота которых местами достигает 10 м, подвигает серьезному сомнению бытующее среди археологов мнение, что они являлись укреплениями, но только с внутренними деревянными конструкциями. В действительности валы — это остатки самих стен: при исчезновении деревянных срубов-городен остаются расплывшиеся массы заполнявшие



Остатки боярского «теремного строения» — живописных зданий дворцового типа. Реконструировано сооружение в виде двухэтажного дома с горницей и башней-вежей, которую венчала дозорная вышка-смотрильня.

го их грунта. Материковый лёссовидный суглинок для засыпки клетей городен брали рядом со стеной, выкапывая ров. Клетки примыкавших друг к другу городен — звеньев «стен города» — требовали ремонта и восстановления после пожаров. В итоге сравнительно простая стена середины XII в. ко времени монгольского завоевания превратилась в труднодоступное и развитое фортификационное сооружение. Со стороны поля была воздвигнута трехъярусная стена с боевыми площадками-заборами наверху.

По мере совершенствования оборонительной системы Рязани усложнялась архитектура башен-веж, особенно монументальных воротных. Никак нельзя согласиться с бытующим представлением, что вплоть до XIII в. башни в русском оборонительном зодчестве не имели широкого распространения. Чтобы обеспечить фланговую стрельбу, башни примерно на 1,5 м выступали за линию стены, в верхней части имели расширения, образующие круговой верхний бой, и завершались шатровыми кровлями.

⁶ Полн. собр. русских летописей. М., 1962. Т. 1. Стб. 434.



Вид на Оку с юго-западной части древнего вала. Слева на горизонте просматривается Новый Ольгов городок — военный форпост XII—XIII вв. в устье Прони. На низменном левом берегу Оки раскинулись обширные заливные луга.

ЖИЛАЯ ЗАСТРОЙКА

Детально изучая планы и разрезы сооружений, мы смогли дать объяснение почти всем остаткам строительных конструкций (несмотря на плохую сохранность дерева), иногда с восстановлением интерьера и целостной постройки до конька крыши. На материалах раскопок в Рязани традиционное в археологической литературе деление жилищ в русских городах X—XIII вв. на наземные, полужемляночные и земляночные не подтверждается. Выяснилось, что все жилые дома («строение хоромное»)

как в срубной, так и в каркасной технике относятся к наземному типу. В большинстве случаев при небольшой площади раскопок за жилые землянки принимают разнообразные погреба и подполья наземных изб. Как и верхние части сооружений, подпольные помещения, иногда равные по размерам самому дому, могут иметь дощатые полы с ямами под ними для хранения припасов. Некоторые погреба отапливались маленькими очажками в виде подбоя в стене. По сути «полужемлянки» — это те же наземные дома с подклетом или углубленные в землю на несколько венцов для сохранения тепла зимой. Если в подпольях находят остатки печей (один из аргументов в пользу «теории землянок»), то легко доказать, что они рухнули сверху при пожаре жилища. На материалах Рязани и Киева, где на Подоле исследованы усадьбы с наземными постройками, следует



Открытый в 1992 г. клад золотых украшений от праздничного женского головного убора (уцелел почти полный набор вещей). Светозарная цветовая гамма украшений, особенно «магия золота», олицетворяла земное богатство и знатность; вместе с тем золото знаменовало стихию солнечного света и божественную энергию.

Вверху слева — колт (лицевая сторона). Золото. Перегородчатая эмаль, скань, жемчуг. В центре — щиток с изящной женской головкой, увенчанной узорчатым кокошником; по сторонам лица — колты, подобные найденному в кладе. «Портрет» этой знатной дамы окаймлен сканными кольцами, полушариками и жемчужными обнизями. Сканный узор оборотной стороны колта (вверху справа) не имеет аналогий среди украшений из древнерусских кладов. «Ковровый» орнамент в виде плавно закругляющихся завитков мог воплощать идею райского сада.

Внизу слева — деталь оборотной стороны колта. Для его орнаментики характерно изобилие растительных мотивов, символизирующих плодородие, возрождение жизни.

Внизу справа — деталь пластины от края очелья с трехбусинным полукольцом. Золото. Перегородчатая эмаль, скань, зернь, вставки цветного стекла и альмандинов (гранатов).

Фото автора

отказаться от представлений о застройке городов периода расцвета древнерусской культуры какими-то архаичными «земляными норами» в непосредственном их соседстве с каменными храмами и боярскими теремными комплексами. Как на севере, так и на юге Руси доминировали наземные

дома, причем постройки не были типизированы: каждая из них обладала ярко выраженными индивидуальными чертами. В северных городах (например, в Новгороде) ввиду почвенных условий сложная система подземных хозяйственных помещений отсутствует.



Реконструкция древнерусского женского головного убора XII в. (по материаламклада 1992 г.) «Очелье» из трехбусинных полуколец нашито на валики в нижней части кокошника; крупные подвески-копты свисают на матерчатых лентах по сторонам щен.

«ФЕОДАЛЬНАЯ» И «НАРОДНАЯ» КУЛЬТУРЫ

От градостроительных проблем неотделимы историко-социологические и культурологические. На базе не только рязанских, но и всей совокупности археологических данных не выдерживает критики основанный на догмах «исторического материализма» тезис о двух культурах в средневековом обществе. Само по себе спорное высказывание В. И. Ленина о двух культурах при капитализме (буржуазной и пролетарской) было механически перенесено на эпоху древней Руси. При этом «феодалная культура», отождествляемая с дружинной и городской, противопоставляется культуре «народной», т. е. деревенской (как будто городское население — это не народ!). В этой безапелляционно декларируемой противоположности отчетливо проявляется тенденция идеализации язычества на Руси. До середины 80-х годов в официальной советской историографии утверждалась изначальная классовая сущность русской «феодалной церкви», учение и искусство которой оставались якобы чуждыми народным массам. В подобных утверждениях психология людей минувших эпох, средневековая ментальность, не говоря уже об отношениях и особенностях мировоззрения разных социальных и социoproфессиональных групп, предстают в крайне упрощенном и искаженном виде.

Культура Рязани и других городов Руси — это единая система, несмотря на то, что около середины XII в. усложняется сословная структура населения, дифференцируется его производственная деятельность. Хотя имущественное и социальное расслоение обозначается гораздо резче, чем в предшествующую эпоху, размежевание знати с демократическими кругами

углубляется — резкого антагонизма между разными общественными группами не наблюдается, что не исключало возникавших противоречий. Социальное расслоение почти не отразилось в топографии города: боярские дворы и усадьбы ремесленников соседствуют друг с другом, хотя аристократические и церковные владения обнаруживают явное тяготение к прибрежной части Рязани, ее «набережной». В городе преобладало среднеимущее ремесленно-торговое население, а число богатых было невелико.

Как «первые люди», так и «черные» спланивались на духовной основе христианства при сохранении и в глубинах сознания, и в ритуальной практике вплоть до XX в. сильнейших архаических пластов, уходящих корнями в отдаленнейшие времена. Но дело в том, что суверенитет и магические действия, фольклорные начала в культуре, тяга к светским празднествам, связанным с языческой обрядностью, были присущи и верхам и низам общества. Разумеется, при усложнявшейся сословной структуре, когда город создавал новое общество из разнообразных социальных элементов, сосуществовали и разные уровни культуры, в целом более разветвленной и многогранной. Но тем не менее между интеллектуальной элитарной культурой даже высших представителей клира, светской дружинной и простонародной мифо-поэтической культурами не было непроницаемых перегородок. Так, произведения художественного ремесла Рязани служат важным источником для изучения коллективного сознания не только бояр и профессиональных воинов, но и любого человека той эпохи, в воззрениях которого совмещались церковная ортодоксия и представления о мире, близкие народным верованиям. Например, на серебряном браслете-обруче из клада, найденного во «дворе воеводы», сцены скоморошских игрищ переносят нас в мир языческой старины, рисуют «служения идольские», может быть, приуроченные к аграрным празднествам. Самый темный крестьянин из «медвежьего угла», сохраняя языческие традиции предков, веру в оберегающую силу всевозможных талисманов, постепенно приобщался к истинам христианства, несмотря на весьма своеобразное их усвоение.

Судя по топографии рязанских кладов драгоценных женских украшений из золота и серебра, запрятанных при разгроме города Батыем в декабре 1237 г., они принадлежали не только княжеско-боярской верхушке, но и зажиточным горожанам, например ювелирам высшей квалификации.

МИКРОМИР ВЕЩИ

Шедевры рязанских мастеров золотых и серебряных дел — свидетельство технического и художественного расцвета городского ремесла XII—XIII вв., высокого уровня русских златокузнецов, в совершенстве владевших техникой перегородчатой эмали на золоте, создававших изощренные узоры с использованием зерни и скани, украшавших изделия вставками из драгоценных камней и жемчужными обнизями, что придавало их произведениям светозарную красоту. Яркий пример их искусства — клад золотых украшений, найденный при раскопках на Старорязанском городище летом 1992 г. Он позволил реконструировать великолепный головной убор знатной владелицы узорочья⁷.

Типология древнерусских украшений, техника их изготовления достаточно хорошо изучены. Ноклады, подобные старорязанским, дают и другую информацию, позволяющую выявлять символические и этические начала, заложенные в производстве. Средневековый художник, вкладывая в свою работу великое терпение и прилежание, в первую очередь ценил духовную красоту вещи, равнозначную божественно прекрасному. По его представлениям, он только подчинял материал изначально заданной Богом форме, а в создаваемых образах выражал коллективные мысли своей эпохи, в которых не последнее место занимали языческо-христианские фольклорные

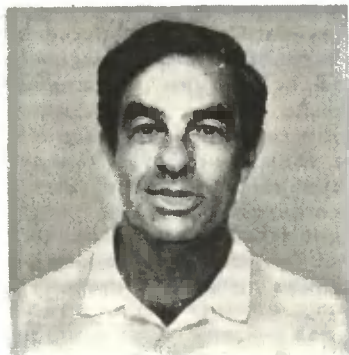
мотивы. При существовавшей в обществе единой христианской системе коммуникации и миропонимания менталитет различных социальных и профессиональных групп имел свою специфику, что, естественно, не привлекало внимания советских историков. Духовно-психологическая природа личности-микрокосма, в том числе глубинные истоки творчества средневековых мастеров, оставались непонятыми ввиду господства вульгарного социологизма и воинствующего атеизма. При этом упускалось из виду, что, по воззрениям средневековья, все сотворенное Всевышним, совершенно и, следовательно, одним из признаков сверхземного происхождения рукотворной вещи является ее зримая красота. Отсюда — стремление к совершенству воплощения, редкостный дар тщательной отделки, когда преобладает одно стремление — сделать как можно лучше. Так возникал шедевр — изделие, доведенное до высшей степени артистизма.

Слова В. И. Вернадского, что «победа какого-нибудь научного взгляда и включение его в мировоззрение не доказывают еще его истинности», в полной мере применимы к истории и археологии. На основе исследования только одного города сделана попытка показать, какими сложными и кружными путями мы движемся к познанию прошлого. При междисциплинарном подходе к изучению древней Руси, когда подвергаются сомнению казавшиеся еще вчера нерушимыми догматы, роль археологии с ее практической неисчерпаемостью материалов будет неизменно возрастать.

⁷ Подробнее об этом кладе см.: Даркевич В. П. // Наука и жизнь. 1993. № 3.

«Великий аннигилятор» в центральной области Галактики

И. Ф. Мирабель



Игорь Феликс Мирабель родился в Монтевидео (Уругвай), изучал философию в Университете Буэнос-Айреса и астрономию в Университете Ла-Плата (Аргентина). Эмигрировал из Уругвая в 1976 г. после переворота и работал в исследовательских центрах Аргентины, Великобритании, США и Франции. Основные научные интересы лежат в области галактической и внегалактической астрономии; известен как специалист по наблюдениям в радио-, инфракрасном и оптическом диапазонах. С 1990 г. — сотрудник Центра астрофизических исследований в Сакле (Франция).

МРАЧНОЕ МОЛЧАНИЕ СВЕРХМАССИВНОЙ ЧЕРНОЙ ДЫРЫ

Почти два десятилетия астрономы, наблюдающие центр нашей Галактики с помощью специальных приборов, размещенных на спутниках и баллонах, регистрируют переменное γ -излучение, которое возникает при аннигиляции позитронов и электронов. Позитроны (те же электроны, но с положительным электрическим зарядом) аннигилируют при встрече с обычной материей. При этом каждая e^-e^+ -пара рождает два фотона с суммарной энергией 511 кэВ, равной массе покоя этих частиц.

Спорадическое появление такого типа излучения в центральной области Галактики

указывало на существование здесь компактного объекта (или объектов), способного произвести огромное количество позитронов за короткий промежуток времени. Плохое угловое разрешение детекторов, использовавшихся до сих пор, давало основание предполагать, что этим загадочным компактным объектом могла быть и черная дыра, расположенная в динамическом центре Галактики и обладающая массой порядка нескольких миллионов солнечных масс.

Однако российско-французский гамма-телескоп «Сигма», размещенный на борту космической обсерватории «Гранат», обнаружил, что сильный источник излучения с энергией 511 кэВ лежит в 50'' от динамического центра Галактики¹. 13—14 октября 1990 г. гамма-телескоп «Сигма» зарегистрировал мощнейшую аннигиляционную вспышку от этого объекта², позволяющую считать его самым сильным (из известных на сегодня) галактическим источником аннигиляционного излучения. За то, что он может производить около 10 млрд. т позитронов всего за 1 с, его назвали «Великим аннигилятором».

Возможно, что «Великий аннигилятор» — это черная дыра звездной массы, поскольку по форме рентгеновского спектра и характерной светимости (в спокойном состоянии) он близок к известному кандидату в черные дыры — Лебедю X-1, масса которого составляет несколько солнечных масс. Кроме того, исследования динамики источников, открытых телескопом «Сигма» в области энергий свыше 100 кэВ, показывают, что они, скорее всего, представляют собой двойные системы, одним из компонентов которых являются сколлапсировавшие объекты массой около $3 M_{\odot}$.

«МИКРОКВАЗАР», ВПРЫСКИВАЮЩИЙ ПОЗИТРОНЫ В ХОЛОДНУЮ МЕЖ- ЗВЕЗДНУЮ СРЕДУ

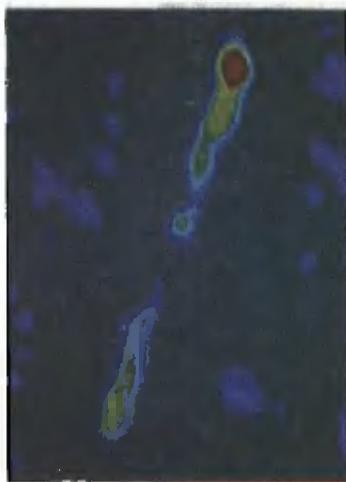
Чтобы понять природу этого необычного объекта и определить, действительно ли

¹ Sunyaev R., Churazov E., Gilfanov M. // *Astronomy and Astrophysics*. 1991. V. 247. L. 29.

² Sunyaev R., Churazov E., Gilfanov M. et. al. // *Astrophys. J. Lett*. 1992. V. 383. L. 49.



Изображение «Великого аннигилятора» позитронов в области галактического центра (получено с помощью гамма-телескопа «Сигма» космической обсерватории «Гранат»). Вопреки ожиданиям, наиболее сильный источник рентгеновского излучения [в диапазоне энергий 40—120 кэВ] находится не в динамическом центре Галактики (белый крест), а в 30" от него.



Радиоизображение джетов (струй) длиной в 3 св. года, выходящих из «Великого аннигилятора» (получено с помощью VLA на длине волны 20 см). По-видимому, джеты представляют собой потоки электронов и позитронов.

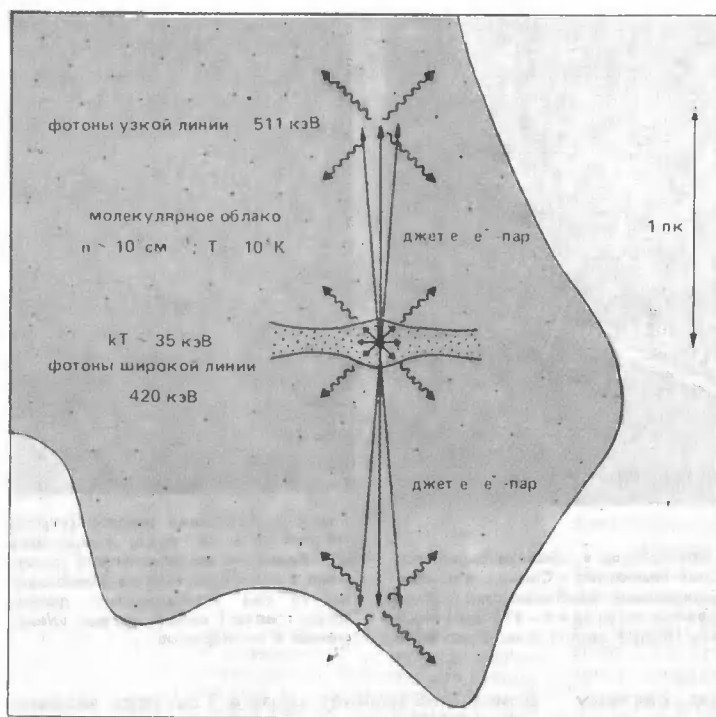
он представляет собой двойную систему типа тех, о которых говорилось выше, были проведены наземные наблюдения на нескольких длинах волн, скоординированные с внеатмосферными наблюдениями телескопа «Сигма». Однако из-за большого межзвездного поглощения вдоль луча зрения в направлении на центральную область Галактики очень трудно найти второй (оптический) компонент предполагаемой двойной системы. Поэтому была выполнена программа наблюдений на сантиметровых и миллиметровых волнах, а также в инфракрасном диапазоне с использованием американской системы радиотелескопов со сверхдлинной базой — VLA, французско-немецкого 30-метрового радиотелескопа, расположенного в Сьерра-Неваде (Испания) и телескопа Европейской южной обсерватории на горе Ла-Силла (Чили).

Наши поиски радиокомпаньона компактного источника позитронов приняли неожиданный оборот. Ведя наблюдения на VLA, мы обнаружили, что в квадрате ошибок рентгеновского и γ -телескопов есть компактный объект, изменения яркости которого в радиодиапазоне синхронизованы с вариациями потока излучения высокой энергии. Этот компактный переменный объект и есть радиодвойник «Великого аннигилятора». Вскоре были найдены и два радиоджета (струи радиоизлучения), чей центр совпадал с этим переменным источником³. Джеты

длиной по крайней мере в 3 св. года являются, вероятно, струями электрон-позитронных пар, истекающими из аннигиляционного источника и излучающими за счет синхротронного механизма.

Широкую аннигиляционную линию в спектре «Великого аннигилятора», зарегистрированную телескопом «Сигма», нужно отличать от переменного компонента узкой аннигиляционной линии, наблюдающейся в излучении центральной области Галактики уже два десятилетия. Широкую линию зарегистрировали лишь однажды и наблюдали недолго — меньше одного дня. Это означает, что аннигиляция происходит в области размером меньше 200 а. е. Полагая, что на 20 % наблюдаемое красное смещение линии 511 кэВ имеет гравитационное происхождение, получаем более строгое ограничение на размеры области аннигиляции: ее радиус должен быть меньше 10 шварцшильдовских (напомним, что для черной дыры звездной массы шварцшильдовский радиус равен нескольким десяткам километров). Итак, область аннигиляции должна занимать объем, радиус которого меньше нескольких сот километров, иметь температуру, превышающую 10^8 K, при этом прозрачность среды для фотонов с энергией 511 кэВ, рождающихся в ходе аннигиляции, должна быть весьма высокой.

³ Mirabel I. F., Rodriguez L. F., Cordier B. et al. // Nature. 1992. V. 358. P. 215.



Теоретическая модель «Великого аннигилятора», согласно которой он представляет собой массниую черную дыру, находящуюся в молекулярном облаке. Электрон-позитронные пары спорадически аннигилируют на расстоянии нескольких сот километров от черной дыры, приводя к образованию широкой эмиссионной линии, которая смещена в красную часть спектра; центр этой линии приходится на энергию 420 кэВ (наблюдения «Сигма»). Часть высокоскоростного потока $e^+ e^-$ -пар, двигаясь в молекулярном газе высокой плотности, почти полностью замедляется на расстоянии 1 пк от черной дыры; их аннигиляция ответственна за образование узкой эмиссионной линии 511 кэВ.

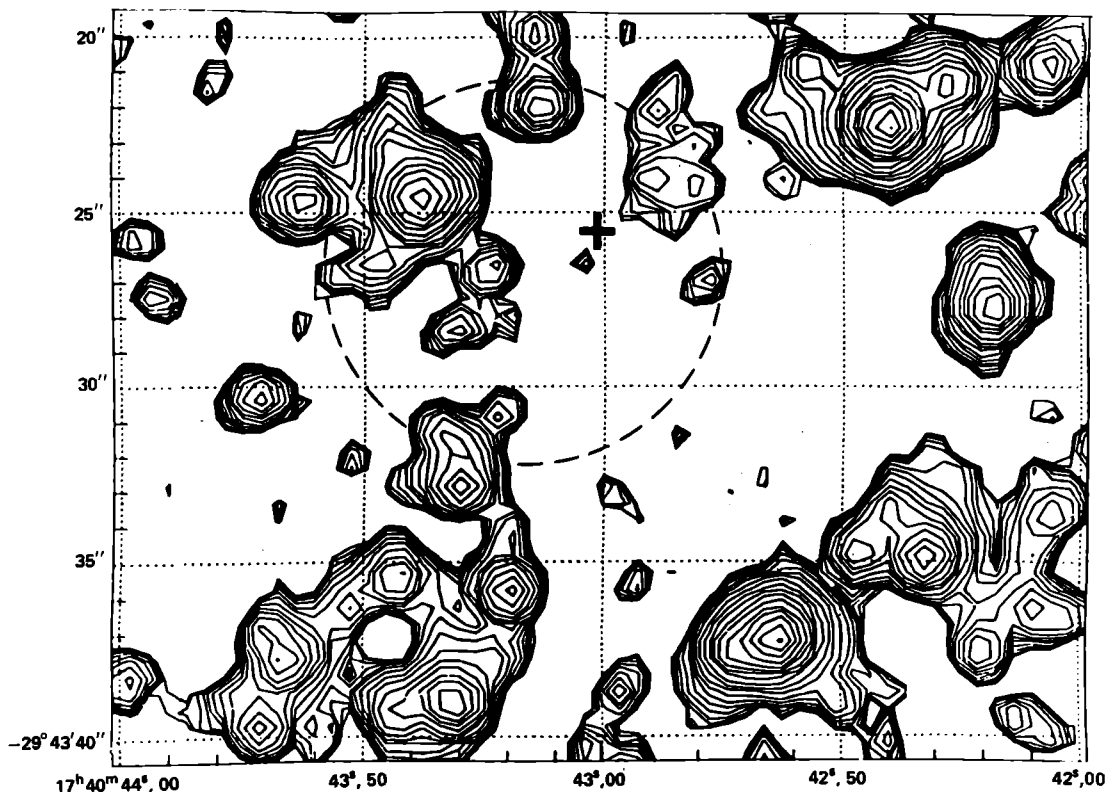
Следует подчеркнуть, что в спектре одного и того же источника позитронов могут присутствовать одновременно и широкая, и узкая линии переменной интенсивности. Однако аннигилирующее вещество, ответственное за образование широкой линии, должно отличаться от вещества, ответственного за формирование узкого компонента. Ограничение сверху на красное смещение узкой линии составляет 10^{-5} , ее малая эквивалентная ширина показывает, что эта часть излучения образуется в холодной ($\leq 10^5 \text{ K}$) и очень плотной ($n \geq 10^4 \text{ cm}^{-3}$) среде. Для сравнения: средняя плотность межзвездной материи в Галактике составляет 1 cm^{-3} . Приведенные значения плотности и температуры близки к характерным для молекулярных облаков, имеющих, как правило, температуру ниже 100 K и плотность, превышающую 10^4 cm^{-3} . Поэтому вполне естественно возникает вопрос: не может ли «Великий аннигилятор» быть черной дырой, расположенной в таком молекулярном облаке?

ЧЕРНАЯ ДЫРА, МЕДЛЕННО ДВИЖУЩАЯСЯ СКОЗЬ ПЛОТНОЕ МОЛЕКУЛЯРНОЕ ОБЛАКО?

Чтобы ответить на этот вопрос, автор с коллегами провели наблюдения в милли-

метровом диапазоне длин волн, где можно видеть излучение, возникающее при переходах с одного молекулярного энергетического уровня на другой. Для этого удобен 30-метровый инфракрасный радиотелескоп в Серра-Неваде (южная Испания). Наблюдения на нем позволили обнаружить молекулярное облако в центральной области Галактики⁴. Удалось измерить его массу (50 тыс. $M_{\odot}$) и среднюю плотность (10^5 cm^{-3}). Поглощение мягких рентгеновских квантов в направлении на «Великого аннигилятора» позволяет предположить, что компактный источник лежит внутри облака или возле самой его поверхности. Хотя физическая связь γ -источника и молекулярного облака еще не доказана, вероятность случайного совпадения меньше 7 %.

Для построения модели, воспроизводящей наблюдаемое многообразие свойств «Великого аннигилятора», будем следовать декартову подходу — от простого к сложному. Наиболее простая картина (полная, впрочем, нерешенных вопросов) иллюстрируется на приведенном рисунке модели. Неустойчивости в аккреционном диске вокруг черной дыры ведут к усиленному темпу рождения γ -фотонов, которые, взаимодействуя, дают



Изображение области, прилегающей к «Великому аннигилятору» (получено на телескопе с инфракрасной камерой на длине волны 2,2 мкм в июне 1992 г.). Показаны: область ошибок приборов рентгеновского спутника «ROSAT» (окружность) и радиодвойник источника высокой энергии (крест).

резкий рост числа e^+e^- -пар. Те, в свою очередь, аннигилируют уже на расстоянии в несколько сот километров от черной дыры, обуславливая появление широкой линии в спектре, увиденной приборами «Сигма». Некоторая доля частиц ускоряется под давлением излучения компактного источника и коллимируется магнитным полем. Поток этих пар, удаляющихся от черной дыры с релятивистской скоростью, будет создавать сильно вытянутый радиоджет, излучающий за счет синхротронного механизма. Эта структура размером в несколько световых лет наблюдается на VLA. Позитроны, двигаясь в плотном сгустке молекулярного облака, замедляются, а их последующая аннигиляция приводит к образованию узкой линии переменной интенсивности.

Черная дыра «молчит», когда к ней нет притока газа извне. Она может обнаружить

себя как источник фотонов высокой энергии и частиц, рождающихся в аккреционном диске или вблизи от него за счет вещества, перетекающего с соседнего компонента двойной системы. Например, в Лебеде X-1, который считается наиболее надежным кандидатом в черные дыры, вторым компонентом двойной системы является голубой сверхгигант. Поверхностные слои этой звезды сдуваются давлением излучения, идущего из ее недр, приводя к появлению сильного звездного ветра, часть вещества которого и перехватывается черной дырой.

Другие кандидаты в черные дыры имеют напарником холодные и неспособные создавать звездный ветер звезды малой массы. В этом случае вещество звезды может перетекать на черную дыру через особую точку, которая лежит на линии, соединяющей оба компонента. Это так называемая точка Лагранжа, в которой сумма всех сил, действующих на пробную частицу, обращается в нуль. Нужно только, чтобы звезда достаточно расширилась в ходе эволюции.

В попытке найти второй компонент П. А. Дюк и автор этой статьи совершили поездку в Анды, на Европейскую южную обсерваторию, где провели наблюдения на 2,2-метровом телескопе с инфракрасной ка-

мерой. Были получены изображения различных областей неба, прилегающих к компактному источнику, видимому на VLA, расположение которого известно с точностью не хуже чем $1''$. Несмотря на высокую концентрацию звезд в исследуемом участке неба, инфракрасный напарник радиисточника (более яркий, чем 17^m) не был найден. Этот результат согласуется с наблюдениями другой группы исследователей. С учетом межзвездного поглощения и полученного предела на ИК-яркость, надо предполагать, что вторым компонентом «Великого аннигилятора» не может быть массивная звезда, как это имеет место в случае с Лебедем X-1. Более того, как следует из вычислений, никакая массивная звезда со светимостью $L > 10^3 L_\odot$ не может быть связана с источником высокой энергии.

Столь же трудно объяснить излучение «Великого аннигилятора» и «подпиткой» диска веществом, перетекающим на черную дыру с маломассивной звезды. Здесь имеет смысл рассмотреть иную возможность: компактный источник «подпитывается» веществом, черпаемым непосредственно из окружающего газового облака. Оценки показывают⁴, что компактный объект звездной массы, медленно двигаясь сквозь плотное молекулярное облако, может поглощать $10^{-8} M_\odot/\text{год}$. Такой поток вещества эквивалентен темпу аккреции газа из звездного ветра массивного компаньона.

В рамках рассматриваемой модели естественно задать вопрос: почему в пределах ближайших нескольких градусов от центра Галактики виден лишь один мощный источник аннигиляционного излучения высокой энергии? Ведь здесь молекулярного газа значительно больше, чем где-либо в Галактике. Нет также никаких причин ожидать, что именно в этой области массивные звездные остатки встречаются редко. Согласно нашей гипотезе, необычные свойства «Великого аннигилятора» — результат выполнения двух условий (вероятность каждого из которых невелика): объект должен находиться внутри плотного молекулярного облака; он должен иметь низкую скорость относительно газа этого облака. Эти условия обеспечивают необходимый уровень светимости аккрецирующей черной дыры в отсутствие второго компонента. Оценки показывают, что удовлетворить подобным условиям мог бы только один из 40 тыс. массивных звездных остатков, расположенных в пределах 200 пк от центра Галактики. Неудивительно поэтому, что, не-

смотря на большое число компактных объектов в центральной части Галактики, здесь только один «Великий аннигилятор».

Хотя с теоретической точки зрения предложенный сценарий вполне возможен, еще предстоит показать, насколько он соответствует действительности во всех деталях. Так, открытым остается наиболее важный вопрос: как наполняется газом аккреционный диск вокруг черной дыры?

Дополнительная проблема — отсутствие рекомбинационных линий позитрония с высокими квантовыми числами в радиодиапазоне. Вычисления В. Бурджуи и его коллег показывают, что интенсивность этих линий круто убывает с возрастанием квантового числа⁵. В этой связи представляется очень интересным предложение этих авторов попытаться найти линии позитрония H_α в ближнем ИК-диапазоне.

ВТОРОЙ МИКРОКВАЗАР В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ГАЛАКТИКИ

После «Великого аннигилятора» вторым сильнейшим источником γ -излучения в галактическом центре является объект GRS1758-258. Недавно нами был идентифицирован компактный радиокомпонент этого γ -источника⁶. Исследования его окрестностей в инфракрасных лучах, проведенные на 2,2-метровом телескопе Европейской южной обсерватории П. А. Дюком и автором статьи, показали, что эта область населена еще в меньшей степени, чем окрестности «Великого аннигилятора». И тем не менее, как и в случае самого «Великого аннигилятора», мы не обнаружили какого-либо компонента с предельной звездной величиной 17^m .

Недавнее открытие симметричных радиоджетов, истекающих от второго сильного источника γ -излучения в области галактического центра⁷, предполагает, что струи электрон-позитронных пар могут быть общим явлением для источников высокой энергии. Результаты наших наблюдений позволяют предположить, что этот класс объектов представляет собой уменьшенную копию активных галактических ядер, которые проявляют себя как «микроквезары» — звездные остатки, расположенные в местах повышенной плотности межзвездного газа.

Перевод с английского С. Г. Симакова

⁴ Burdzyuzha V. V., Kauts V. L., Yudin N. P. // *Astronomy and Astrophysics*. 1992. V. 255. P. 459.

⁶ Mirabel I. F. et al. // *International Astronomical Union Circular*. N 5655.

⁷ Rodrigues L. F., Mirabel I. F., Marti J. // *Astrophys. J. Lett*. 1992. V. 401. L. 15.

⁴ Mirabel I. F., Morris M., Wink J. et al. // *Astronomy and Astrophysics*. 1991. V. 251. L. 43.

Бесстрашный гурман



В. В. Ивановский,
кандидат биологических наук
Витебск (Республика Беларусь)

НЕ ИСТРЕБИМА в человеке боязнь змей, потому, вероятно, он нередко покровительствует тем животным, которые их истребляют. В древней Индии мангусту — основному врагу королевской кобры — даже поклонялись.

В наших северных широтах нет ни кобры, ни мангуста, но гурман, предпочитающий любой другой пище змей, есть и у нас. Он и название получил по своему пристрастию — змееяд (*Circus cyaneus*). Об этой хищной птице слышаны лишь немногие, а большинство и не подозревают о ее суще-

ствовании. Между тем змееяд одного семейства — ястребиных — с хорошо известными дневными пернатыми хищниками: коршунами, орлами, ястребами.

Птиц рода *Circus* в мировой фауне всего четыре вида, один из них, уже упомянутый, гнездится на территории стран СНГ. Гнездовой ареал этой перелетной птицы охватывает Южную и Центральную Европу, Северо-Западную Африку, Кавказ, Переднюю и Среднюю Азию, юго-западную Сибирь.

Змееяд — крупный хищник (размах крыльев 185—195 см) с большой разнообразной головой и пронзительными ярко-желтыми глазами.

Верх тела — серовато-бурый, низ — белый с редкими пестринами, горло и зоб — темные. На длинном (25—30 см) белом хвосте три темные поперечные полосы. Змееяд явно крупнее канюка. От других крупных пернатых хищников отличается белым низом и темными горлом и зобом. Окраской он похож на скопу, но у той нет крупных темных пятен на сгибе широких развернутых крыльев, которые у скопы к тому же заметно согнуты в суставах. Когда змееяда держишь в руках, заметна голубовато-серая восковица (неоперенная кожа у основания клюва) и такого же цвета лапы, цевки (цевка, плюсна, пятка — кость между голенью и пальцами) которых покрыты сетью мелких многосторонних чешуек. Самка немного крупнее самца: 1,73 кг против 1,66. Птица легкого сложения, чем-то напоминает луня. Легко и подолгу парит, нередко зависает на одном месте, «став» против ветра.

Змееяд молчалив, но все же можно услышать его двусложное, как у канюка, мяуканье вроде «кииок-кииок» или явственное «кво-кво-кво», подобное голосу чаек. Человек с музыкальным слухом различит еще около десятка звуков, которыми общаются между собой самцы, самки и птенцы.

У нас в Беларуси змееяд гнездится по окраинам моховых болот, поросшим очень старым, но невысоким — до 10 м — сосняком, и в сосновых борах на песчаной почве, изреженных болотами и вырубками.

На моховом болоте я и нашел первое гнездо змееяда — случайно. На охоте за глухарем прохладным и туманным майским утром от выстрела с сосны сорвалась крупная, светлая снизу хищная птица. Неужели змееяд?! Не верю своим глазам: на плоской вершине сосны в 7 м от земли — небольшое гнездо, небрежная постройка немного больше вороньего сооружения, с пушистыми краями. С трудом влезаю на сосну, и сомнения рассеиваются. В гнезде, аккуратно выложенном веточками сосны, лежит очень крупное, величиной с гусиное, белое яйцо. Оказалось, самка невозмутимо насидивала его в 5 м от току-



В кладке всегда одно яйцо.

Черно-белые фотографии
И. И. Бышнева

щего глухаря. С той случайной находки гнезда я с особо пристальным вниманием слежу за жизнью змееяда, очень редкого и скрытного пернатого хищника, внесенного во все республиканские Красные книги и «Красную книгу СССР».

В районе гнездования змееяды появляются обычно парой (если только одна из птиц не погибла во время зимовки или перелета) в первых числах апреля, когда земля полностью освободится от снега. К этому времени и пресмыкающиеся покидают свои зимние убежища. Сразу по прилету пара занимает гнездовой участок и в течение двух-трех недель ремонтирует старое гнездо или строит новое. Строительством занимается самка, самец только носит ветки.

Гнезда строятся на вершинах кроны в 6—19 м над землей, так что ни снизу, ни с боков не видны. Эти постройки, очень небольшие по сравнению с размерами птицы, внутри выкладываются зелеными веточками сосны, ели и березы. Отыскать гнездо змееяда в однообразных сфагновых сосняках необычайно трудно. Ежедневно видишь птиц в одном и том же месте, исходящий в поисках десяти километров, а гнезда все нет. Надежный метод поиска мы открыли случайно — проводя

зимний авиаучет лосей. Пролетая над сфагновым сосняком у края болота, на фоне однообразной зелени заметили две шапки снега правильной округлой формы, которые резко выделялись белизной. Мелькнула догадка: не гнезда ли это? Поставили отметки на карте и в мае проверили предположение — оказалось, действительно гнезда змееяда.

Пара этих птиц очень привязана к месту гнездования и, если ее не беспокоят, ежегодно возвращается сюда. С годами на небольшом участке она может построить несколько гнезд, в Витебском районе, например, на площади 200×200 м мы насчитали их восемь (1).

Во время строительства или ремонта гнезда можно увидеть брачные игры птиц. Чаще всего брачный танец совершает самец, он особенно активен, если не имеет партнерши. Поднявшись в небо, он скользит вниз по плавной кривой, затем, расправив крылья, вновь набирает высоту, и так несколько раз подряд, пока не опустится. Изредка в верхних точках плавных дуг змееяд зависает, коротко взмахивая крыльями и держа тело почти вертикально. Своим танцем самец как бы приглашает пролетающих мимо самок на свой участок, а в гнездо привлекает даже принесенными туда змеями (мне случилось находить в свежем, украшенном зелеными веточками гнезде сразу трех гадюк).

Если пара змееядов занимает старое гнездо, она начинает гнездиться дней на 10 раньше новоселов. Обычно в последних числах апреля — первых числах мая самка откладывает единственное (попробуй прокормить больше одного птенца-гурмана!), очень крупное (в среднем 74,5×58,3 мм) белое яйцо.

Насиживает кладку в основном самка, самец сменяет ее лишь эпизодически. Во время насиживания, которое длится 46—48 дней, самка очень интенсивно линяет, и потому в гнезде и вокруг него много перьев: мелких, белых с коричневыми пятнами на конце, и крупных (из хвоста и крыльев) — светлых снизу с тремя-четырьмя темными поперечными полосами. За три-четыре дня до проклевывания птенца в яйце уже слышен писк. Птенцы, покрытые белым коротким и очень плотным пухом, выплываются с открытыми глазами на несурзано крупную пучеглазую голову.

Все 70—75 дней, что птенец находится в гнезде, родители заботятся о своем потомке, строго распределив обязанности: самка согревает, укрывает от дождя и в самые жаркие часы защищает от палящих солнечных лучей, кормит его; самец же добывает пищу. Он один кормит все семейство в этот очень ответственный период жизни. Правда, когда птенец начинает оперяться и требует пищи все больше и больше, на охоту вылетает самка, но не далее чем на 2 км от гнезда (самец охотится и за 30 км).

Пища змееядов довольно разнообразна, в Белорусском Приозерье состоит в основном из гадюк, реже — ужей. Кроме того, птицы добывают ящериц, лягушек и мышевидных грызунов, причем последних только ранней и холодной весной, когда холоднокровные жертвы еще не вышли из зимних убежищ.

Охотится змееяд на открытых местах: моховых болотах, полянах, поймах рек, просеках и лесных дорогах. Птица облетает охотничий участок на высоте 15—30 м, порой зависает на одном месте, трепеща крыльями, реже высматривает добычу с телеграфных стол-



К гнезду с добычей.

бов, стогов сена или деревьев. Охотничьи повадки интересовали меня больше всего — ведь змееяд справляется с такой опасной добычей! Мне долго не удавалось застать его во время нападения — я видел его низко парящим над болотами, вырубками, зарастающими гарями или сидящим на одиночных деревьях. Как-то в изнуряюще жаркий июльский полдень я тихо пробрался по краю болота. Вдруг в 30 м от меня почти отвесно спикировал змееяд. Я бросился вперед и вспугнул хищника с моховой кочки, куда он только что приземлился. На ней в предсмертных конвульсиях извивалась гадюка, у основания головы рубиновыми каплями крови светились два прокола от когтей.

Пойманную жертву змееяд несет в гнездо (если кормит свое семейство) или «столовую». Опасная снедь, заглоченная (с головы) только наполовину, свешивается из клюва, и, бывает, если змея еще жива, извивается. Не рискует ли птица жизнью? Мне не приходилось

видеть укушенных гадюкой птиц: считается, что иммунитета к яду у них нет, победу над змеями они, как и мангусты, одерживают благодаря исключительной ловкости и мгновенной реакции, которая позволяет избежать укусов. Однако в экспериментах ужаленные змеей пернатые гурманы не погибали, они лишь хромали некоторое время на укушенную лапу.

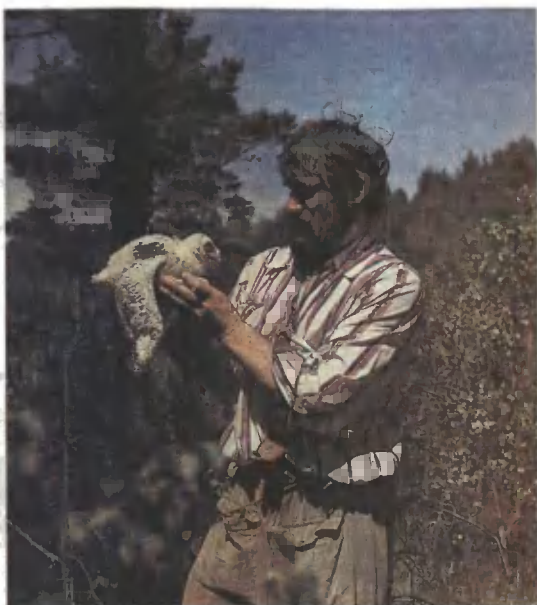
Сев на гнездо, змееяд лапой вытягивает змею из зоба, разрывает на кусочки и кормит птенца. К концу своей жизни в гнезде тот и сам вытаскивает принесенную родителем добычу из его глотки и, начиная с головы, заглатывает целиком. Интересно, что и лягушек змееяд приносит полузаглоченными.

Пища в желудке переваривается почти полностью, остаются только роговые покровы (чешуйки и брюшные щитки) змей и ящериц и шерсть мышевидных грызунов. Эти остатки отрываются в виде погадок — комков овальной формы. Погадки взрослых птиц чаще всего можно найти под сухостойными

деревьями, на которых змееяды отдыхают и ночуют. Птенцы же отрывают погадки прямо себе под ноги, в гнездо, там они высыхают, рассыпаются, и лоток покрывается тонким слоем чешуек.

Сколь велик успех гнездования змееяда? В Витебской области из 100 гнезд, в которых были отложены яйца, вылетают 67 молодых птиц. Чаще всего гибнут кладки, так как родители перестают насиживать их во время затяжных дождей, когда очень трудно поймать добычу.

Молодые змееяды покидают гнезда в первой декаде августа и затем еще долго, до второй декады сентября, держатся в районе гнездования и продолжают получать пищу от родителей. На зимовку птицы отправляются с середины сентября и летят обычно семейными группами. В октябре в наших краях не встретишь уже ни одного змееяда. Большинство этих хищников направляются через Гибралтарский пролив в акациевые саванны северных



Этому пуховичку всего несколько дней.

Цветные фото
В. В. Ивановского

Чтобы замерить и окольцевать птенца, его приходится вынимать из гнезда.

Птенец начал оперяться.

тропиков Африки. Наибольшая продолжительность жизни гнездящегося в Европе змееяда зафиксирована методом кольцевания — 17 лет и 3 мес.

В «Красной книге СССР» он значится как редкий вид, численность которого постепенно сокращается. Он включен в Приложение II Конвенции о международной торговле вида-

ми дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой исчезновения. В странах СНГ змееяд полностью охраняется, успешнее всего охрана вида в заповедниках.

Редкость этого хищника на большей части ареала обусловлена строгой избирательностью в пище и, как следствие, жесткими требованиями

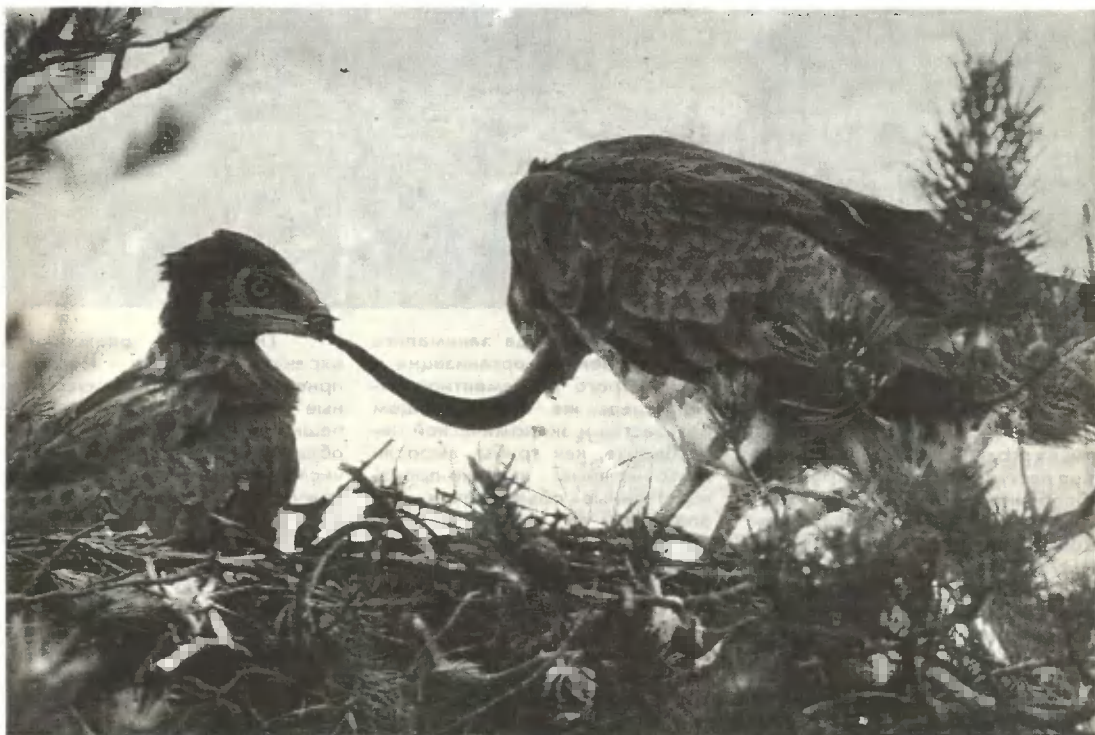
к условиям обитания. Кроме того, будучи одной из самых пугливых и недоверчивых к человеку дневных хищных птиц, змееяд страдает от беспокойства. Главные же факторы снижения численности — осушение заболоченных территорий и повсеместное сокращение численности змей.

До последнего времени



Корм еще в зобу у родителя.

Подросший птенец сам вытаскивает лакомство.





Птенец подростом, что готов покинуть гнездо.

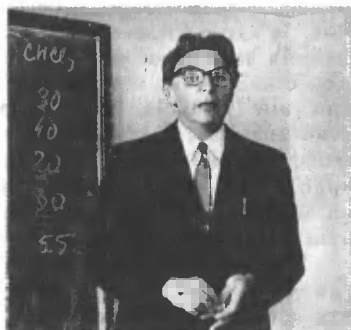
самая стабильная группировка змеяда была в Беларуси (из числа стран СНГ). Но и здесь для нее наступают тяжелые времена. Особенно сказывается на «здоровье» популяции осушение моховых болот для разработки и добычи торфа. Теперь появилась и еще одна угроза — с самой неожиданной стороны. Общеизвестно, что сухой змеиный яд — один из самых ценных сырьевых ресурсов в фармацевтической промышленности. Раньше отловом змей и полу-

чением от них яда занимались государственные организации и отлов строго регламентировался. Теперь же при всеобщем безвластии и экономической неразберихе, как грибы, выросли всевозможные «научно-производственные» объединения и кооперативы по добыче змеиного яда. Естественно, ни отлов змей, ни их падеж во вновь возникших серпентариях никто не контролирует. И змеяды становятся жертвой своей специализации в питании. Чтобы обеспечить себе «стол», им приходится увеличивать охотничий участок в два-три раза.

При таком положении и охрана самих птиц, и меры по привлечению их в искусственные гнезда (такие опыты успешно проводятся в Витебской области) пойдут прахом. Чтобы численность змеяда не падала, нужно спасать змей от новых змееловов — упорядочить и строго контролировать выдачу лицензий на отлов гадюки для добычи яда. Но самое главное, как уже упоминалось, сохранить основные гнездовые и охотничьи биотопы этого бесстрашного гурмана. Любая потеря невосполнима — зачем же их множить?

Специфика живого на молекулярном уровне

Е. М. Попов



Евгений Митрофанович Попов, доктор химических наук, член-корреспондент АЕН РФ, профессор Российского заочного института пищевой промышленности. Специалист в области биофизики, строения молекул и молекулярной спектроскопии. Монографии: *Естествознание и проблема белка* (М., 1989); *Структурная организация белков* (М., 1989); *Структурно-функциональная организация белков* (М., 1992).

В О ВСЕ времена люди пытались понять, что такое жизнь, почему существует живая и неживая природа, в чем причины особенностей растительных и животных организмов и неорганических тел, есть ли между ними что-либо общее. Однако только сейчас, с появлением единой для органической и неорганической природы атомно-молекулярной основы и становлением физики неравновесных процессов в открытых системах, проблема живого впервые обрела форму подлинно научной проблемы.

ДВА ПУТИ ЭВОЛЮЦИИ

Л. Больцман, выступая в 1886 г. в Венской Академии наук, сказал своим коллегам: «Если вы желаете знать мое глубокое убеждение в том, как назовут со временем наш век — веком ли железа, пара или электричества, то я отвечу не задумываясь: его назовут веком механического объяснения природы, веком Дарвина»¹. Позволю предположить, что выделение среди немалого числа великих достижений естествознания XIX в. прежде всего достижений механики и биологии было продиктовано, помимо ряда других причин, также еще одним, чрезвычайно интригующим своей парадоксальностью обстоятельством. Основоположника статистической физики, безусловно, не могли не удивлять противоположная направленность и очевидная взаимоисключаемость эволюционных концепций, сформулированных почти одновременно в середине XIX в. в физике и биологии.

Идея эволюции в физике была провозглашена Р. Клаузиусом в 1850 г. посредством второго начала термодинамики — закона необратимого возрастания энтропии в изолированных системах. Больцман, установив связь между энтропией и вероятностью состояния, дал второму началу статистическую трактовку, согласно которой необратимость обусловлена стохастическим характе-

© Попов Е. М. Специфика живого на молекулярном уровне.

Цит. по: Таннери П. Исторический очерк развития естествознания в Европе. М.-Л., 1934. С. 239.

ром и спонтанной эволюцией макроскопических систем к наиболее вероятному, т. е. отвечающему максимальному беспорядку, состоянию. Спустя полвека Н. Винер пишет: «По мере того, как возрастает энтропия, Вселенная и все замкнутые системы во Вселенной естественно имеют тенденцию к изнашиванию и потере своей определенности и стремятся от наименее вероятного состояния к более вероятному... к состоянию хаоса и единообразия»². В наши дни П. Гленсдорф и И. Пригожин эту же мысль облекают в предельно краткую и выразительную форму: «Классическая термодинамика есть в сущности теория разрушения структур, а производство энтропии можно рассматривать как меру скорости этого разрушения»³.

Эволюционная теория в биологии — это теория не разрушения структур, а их возникновения, прогрессирующего усложнения и совершенствования путем расхождения (дивергенции) видовых признаков и свойств живых организмов. Исторический переход от низших структурных организаций биосистем к более высоким происходит за счет ненаправленных изменений, вызываемых случайными отклонениями исходных форм, подпавших под действие естественного отбора.

Таким образом, физическая концепция развития утверждает, что самопроизвольно протекающие стохастические процессы должны непременно сопровождаться хаотизацией системы, выравниванием свойств всех ее составляющих во всех возможных отношениях. Продуктом свободы может быть только еще большая свобода. Биологическая концепция имеет противоположную направленность и декларирует возможность спонтанного возникновения порядка из хаоса. Продуктом свободы здесь является необходимость.

Эволюционные концепции в физике и биологии базировались на огромном экспериментальном материале. Но поскольку между физическими и биологическими опытными фактами долгое время не находили прямых связей и одна концепция касалась явлений только неорганического мира, а другая — только мира растений и животных, то утвердилось представление, имевшее широчайшее распространение вплоть до середины XX в., о несовместимости законов

физики и биологии, об особой сущности явлений живой природы.

Эволюционные процессы самоорганизации биосистем, не находя естественно-научного объяснения, представлялись загадочными и поражали воображение ученых и философов. Спустя полвека после выхода в свет «Происхождения видов» Ч. Дарвина (1859) С. Булгаков писал: «Теория эволюции вводит нас, сама того не замечая, в мир чудес, в мир нового непрерывного творения, в мир постоянных преобразований. Теория эволюции устанавливает лишь порядок становления нового создания, и, описывая эти условия, она делает нас нечувствительными к тому, что мы живем в атмосфере непрерывного чуда. Разве не чудо, не новое творение — появление жизни на нашей планете, новых видов, наконец, культуры? ...

Центр вопроса состоит именно в том, где же искать мирового демиурга, творящего эту «естественную необходимость»?»⁴.

Одни искали «мирового демиурга» в вещественном мире, другие, их было значительно больше, — в мире трансцендентном. Первые пытались создать на материальной, чисто научной основе целостную картину живой и неживой природы, выявить и изучить связи между биологическими и физическими явлениями и тем устранить противоречивость двух эволюционных теорий. Вторые, не находя или не пытаясь искать самостоятельного пути и полагая, что на вещественной основе это сделать принципиально невозможно, объясняли эволюцию и особенности биосистем действием духовного начала.

Философы и естествоиспытатели материалистической позиции объясняли различия между живым и неживым существованием разных форм движения материи — биологической, в первом случае, и механической, физической и химической — во втором. Считалось, что формы находятся в иерархической субординации: высшие качественно отличаются от низших и не сводятся к ним. Бытующее и сейчас учение о формах движения материи по своему уровню соответствует натурфилософскому, достойному античных времен воззрению на мир. Оно не опирается на опытные факты и по существу представляет простую декларацию, материалистический вариант витализма.

Сторонники той и другой концепции

² Винер Н. Кибернетика и общество. М., 1958. С. 27.

³ Гленсдорф П., Пригожин И. Термодинамическая теория устойчивости и флуктуаций. М., 1973. С. 9.

⁴ Булгаков С. Интеллигенция и религия. М., 1908. С. 50.

восприятия мира связывали специфику живой природы с присущей только ей особой активной формой материи, склонной к самовоспроизведению, усложнению и совершенствованию. Трактовки же этой формы отражали лишь символы веры и ничего не добавляли к констатации самого факта отличия живого от неживого, не вносили ничего нового ни в физику, ни в биологию.

Такая ситуация сохранялась почти неизменной с момента постановки проблемы о специфике живого и неживого (что впервые было сделано, по-видимому, еще античными мыслителями) до последней четверти XX в. И это не было случайностью, ибо проблема все это время не могла быть сформулирована в корректной для естествознания форме. Только в наши дни возможности естественных наук оказались адекватными сложности проблемы.

СТАНОВЛЕНИЕ ОБОБЩЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

Если сегодня, в самом конце XX в., попытаться ответить на вопрос, аналогичный тому, на который столетие назад отвечал Больцман, то, полагаю, можно сказать, что наш век потомки назовут веком молекулярной биологии и веком физики открытых систем.

На протяжении всей своей истории биология всегда шла от изучения сложно-организованных, но достаточно легко наблюдаемых объектов и явлений живой природы, к изучению более простых. Такое развитие диктовалось возможностями естествознания, определяемыми главным образом состоянием физики и химии. В своем движении от сложного к простому биология к середине XX в. подошла к самому универсальному и простейшему уровню организации биосистем — своему молекулярному «дну». С возникновением молекулярной биологии наука о живой природе впервые получила возможность начать свое развитие также и в противоположном направлении — от изучения простейших молекулярных биосистем и элементарных процессов жизнедеятельности вверх по иерархии биологической организации.

Биология, приступив к физико-химическому изучению молекулярного строения белков, нуклеиновых кислот и других природных веществ, их взаимодействий и превращений в живых организмах, соединилась на том же элементарном уровне с физико-химическими исследованиями явлений неорганического мира. Это событие имело огромное значение для всего естество-

знания, поскольку ранее оно представляло собой совокупность отдельных наук, которые хотя и тесно взаимодействовали друг с другом, но тем не менее не имели общего теоретического и опытного фундамента. Получив единую для всех своих областей атомно-молекулярную основу, естествознание предстало как цельная, обобщенная наука, изучающая с общей естественнонаучной позиции органический и неорганический мир и их взаимоотношения. Благодаря этому проблема специфики живого и неживого может быть теперь отнесена к строго научной проблеме, решаемой на простейшем и едином для всех объектов и явлений атомно-молекулярном уровне.

Однако создание общего элементарного базиса оказалось только необходимым, но еще недостаточным условием для установления внутреннего единства в трактовке физических, химических и биологических процессов и эволюционного развития живой и неживой природы. Проблема не могла быть решена без еще одного эпохального события в естествознании, которое произошло совсем недавно, в последней четверти XX в. Речь идет о становлении нелинейной неравновесной термодинамики (физики Пригожина, синэргетики) — теоретической основы изучения открытых систем, и в частности явлений спонтанного возникновения порядка из хаоса.

Всего несколько десятилетий назад в науке считалось незыблемым положение о причинной обусловленности всех явлений. Любая случайность признавалась не более чем иллюзией, а вероятность трактовалась как неполное знание. Однако представление о мире исключительно как о стационарной, устойчиво функционирующей системе, в которой необходимость порождает только необходимость, оказалось несостоятельным и было опрокинуто напором многочисленных фактов из всех областей естествознания. Мир предстал многовариантным, темпоральным, полным случайных явлений и непредсказуемых иррациональных событий, в полной мере не поддающихся логическому познанию. Возникла убежденность, что вероятность и необратимость являются объективными реальностями, благодаря которым стало возможным научное объяснение эволюции как процесса усложнения и совершенствования структур и способности природы спонтанно конструировать порядок из хаоса.

С момента становления нелинейной неравновесной термодинамики открылся новый диалог человека с природой. Он стал возможен благодаря созданным Пригожи-

ным теории открытых систем, теории особого типа динамических состояний макроскопических систем — диссипативных самоорганизующихся структур — и теории бифуркаций, дифференцирующей беспорядочные флуктуации на обратимые (равновесные) и необратимые (неравновесные).

Возникновение обратимых и необратимых флуктуаций одинаково случайно, но сам факт их появления не случаен. При соблюдении соответствующих внешних условий содержание и последовательность реализации необратимых флуктуаций детерминированы и определяются исключительно индивидуальными свойствами микроскопических составляющих. «Материя, — пишут И. Пригожин и И. Стенгерс, — становится «активной»: она порождает необратимые процессы, а необратимые процессы организуют материю»⁵.

Нелинейная неравновесная термодинамика — это основа для рассмотрения явлений, суть которых заключается в неразрывной связи макроскопических свойств большого ансамбля, т. е. явлений, имеющих статистико-детерминистическую природу. Общие закономерности этой области знаний справедливы для описания процессов самоорганизации, протекающих как в чисто физических открытых системах, так и в химических, и биологических системах.

Итак, становление молекулярной биологии и возникновение обобщенного естествознания сделало возможным постановку проблемы живого и неживого применительно к простейшим биосистемам (молекулярным). Создание же теоретических основ нелинейных неравновесных процессов сняло принципиальную остроту с вопроса о противоположной направленности физической и биологической эволюционных концепций и открыло путь к изучению конкретных механизмов спонтанного возникновения порядка из хаоса.

СТРУКТУРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ БЕЛКОВ

Среди многочисленных компонентов биосистем молекулярного уровня исключительная роль в процессах жизнедеятельности, безусловно, принадлежит белкам — классу макромолекул, представляющих собой полипептидные последовательности 20 стандартных аминокислот. Активно участвуя почти во всех процессах, протекающих в клетках и организме, они наделены поистине

универсальными биохимическими и биофизическими свойствами.

Белки обладают способностью к взаимному превращению всех необходимых для жизни видов энергии: тепловой, механической, химической, электрической и световой.

Белки несопоставимы по своему функциональному разнообразию с действиями какого-либо другого класса молекул живой и неживой природы. Они «умеют» делать все, и именно поэтому назначение генетического аппарата любого живого организма сведено к хранению информации только о белках и к их синтезу. В силу этого биосистемы всех уровней, в том числе и молекулярного, можно считать «произведениями» белков.

При функциональной универсальности природных аминокислотных последовательностей деятельность отдельного представителя этого класса уникальна в отношении функции, механизма, природы лиганда и внешней среды. И наконец, белки проявляют высочайшую активность в физиологических, очень мягких условиях и не образуют при этом побочных продуктов.

Ничем подобным, хоть отдаленно напоминающим свойства белков, не обладает ни один класс веществ живой и неживой природы и ни один класс искусственных, синтезированных человеком соединений. Таким образом, из всего того, что составляет молекулярный уровень биосистем, только белки могут быть ответственны за фундаментальные особенности живого — великое разнообразие органического мира, избирательность и эффективность процессов жизнедеятельности, наличие активного начала и удивительной целесообразности в организации живой материи. Количество различных белков, участвующих в работе организма, определяет его морфологическую и физиологическую сложность, а следовательно, и положение в иерархической организации живой природы.

Чем же могут быть обусловлены столь необычные как по своему характеру, так и по разнообразию свойства белковых молекул?

Белки представляют собой фактически единственный класс соединений, химические свойства которых нельзя непосредственно соотнести с химическим строением молекул. Поведение белков всецело определяется исключительной, присущей только им структурной организацией. За очень редким исключением, лишь белковые цепи способны самопроизвольно сворачиваться в строго детерминированные структуры, геометрия и

⁵ Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. М., 1986.

конформационная динамика которых полностью определяются в физиологических (нативных) условиях составом и порядком аминокислотных остатков в цепи.

Синтезированные же человеком полимеры находятся в растворе в состоянии статистического клубка и значительно реже — в виде линейных регулярных форм. Ни при каких условиях они не образуют стабильных, идентичных для всех макромолекул трехмерных структур. Качественно отличаются искусственные полимеры и по своим химическим свойствам, которые в той или иной мере воспроизводят свойства соответствующего мономера и, следовательно, могут быть, в отличие от белков, описаны ограниченным набором реакций, определяемых химическим строением повторяющегося звена.

Физические и химические свойства белков во многих отношениях также сопоставимы со свойствами жиров, углеводов и нуклеиновых кислот — других молекулярных компонентов биосистем. Химическое поведение последних подчиняется классической теории Бутлерова, по сравнению с белками оно крайне просто и, как и соединения неживой природы, определяется в основном локальными участками цепи. Жиры, высокомолекулярные углеводы, полидезоксирибонуклеиновые и матричные полирибонуклеиновые кислоты не образуют в растворе фиксированных трехмерных структур. Из огромнейшего класса полинуклеиновых кислот только транспортные и рибосомальные РНК, т. е. очень ограниченный набор последовательностей, могут спонтанно обретать детерминированные пространственные структуры.

Таким образом, можно сделать вывод, что причина исключительной роли белков в процессах жизнедеятельности заключается в особой структурной организации их макромолекул. Иными словами, белки — это активное начало живой материи (в той же мере, в какой ДНК — ее потенциальное начало), и делает их таковым присущая лишь им способность к структурной самоорганизации.

В зависимости от внешнего окружения белковые цепи могут находиться по крайней мере в двух равновесных состояниях: в виде флуктуирующего статистического клубка и в форме компактной трехмерной структуры. Первое состояние лишено каких-либо специфических черт живого и своим поведением мало отличается от синтетических полимеров в растворе⁶. Аминокислот-

ные последовательности обретают свои исключительные свойства — становятся белками — лишь во втором, равновесном состоянии, когда цепи свертываются и принимают фиксированные формы, обладающие биологической активностью.

Активные формы, согласно разработанным мною количественным теориям структурной и структурно-функциональной организации белковых молекул, не относятся к какому-то особому состоянию материи, поведение которой не соответствовало бы законам, установленным при изучении иных систем, в том числе неорганических⁷. Исключительность активных форм белков не в принципиальной новизне природы их физических и химических свойств, сколь бы необычными они, действительно, ни казались, а в самом факте образования таких форм, в неизбежности этого явления только у природных аминокислотных последовательностей. В этом убеждают совпадение результатов расчета трехмерных структур белков с данными рентгеноструктурного анализа⁸ и независимые количественные описания всех стадий ферментативного катализа как спонтанно протекающего процесса⁹.

Таким образом, можно утверждать, что обретение белком качеств живой материи осуществляется в процессе самопроизвольного перехода аминокислотной последовательности от состояния флуктуирующего статистического клубка к нативной трехмерной структуре, уникальной по своей биологической функции. Именно спонтанное образование фиксированной активной пространственной формы молекулы белка, а не сама форма есть изначальная причина фундаментальных особенностей живой материи.

Каков же механизм пространственной самоорганизации белка и в чем его уникальность?

МЕХАНИЗМ САМООРГАНИЗАЦИИ БЕЛКА

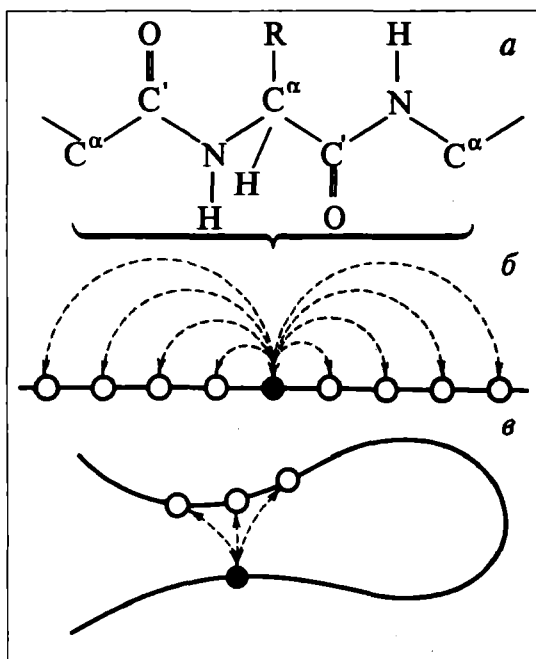
Имеющиеся опытные данные позволяют представить макроскопическую систему, в которой происходит укладка ли-

⁷ Попов Е. М. Структурная организация белков. М., 1989; Попов Е. М. Структурно-функциональная организация белков. М., 1992.

⁸ Завальный А. А., Попов Е. М. // Молекуляр. биология. 1982. Т. 16. № 2. С. 129—141; Попов Е. М., Годжаев Н. И., Измайлова Л. И. и др. // Биоорган. химия. 1986. Т. 8. № 5. С. 776—816.

⁹ Попов Е. М. // Молекуляр. биология. 1977. Т. 11. № 1. С. 5—41; Попов Е. М., Годжаев Н. И., Алиев Р. Э. // Молекуляр. биология. 1986. Т. 20. № 2. С. 367—387.

⁶ Подробнее об этом см.: Попов Е. М. Естественное и искусственное начало белка. М., 1989. С. 323—383.



Ближние (а), средние (б) и дальние взаимодействия валентно несвязанных атомов аминокислотных остатков, определяющие пространственную структуру белковой молекулы.

нейной полипептидной цепи, как двухкомпонентную, состоящую из гетерогенной аминокислотной последовательности и водной фазы. Сборка белка определяется внутри- и межмолекулярными взаимодействиями этих компонентов и изменением энтропии всей системы. В условиях изоляции и при постоянных давлении и температуре процесс идет с понижением свободной энергии Гиббса (т. е. с соблюдением второго начала термодинамики) и заканчивается, когда энергия достигает минимума.

Макроскопичность водной фазы системы очевидна, а белковой подсистемы — следует из большого числа образующих молекулу атомов (порядка 10^3 – 10^4) и значительного количества конформационных степеней свободы (10^2 – 10^3). Это в принципе позволяет полипептидной цепи принимать множество микроскопических состояний (порядка 10^n , где n — число аминокислотных остатков). Однако ни ту ни другую подсистему, строго говоря, нельзя представить совокупностью беспорядочно перемещающихся и не взаимодействующих друг с другом микрочастиц. Что касается белковой макромолекулы, то в водном окружении она подвержена лишь одному виду истинно

хаотического движения — броуновскому движению.

Предположим, что в начальный период белковая цепь находится в состоянии статистического клубка и все флуктуации цепи — периодические вращения атомных групп вокруг простых связей — не синхронизированы. В равновесных процессах они обратимы и поэтому, за редким исключением, не оказывают заметного влияния на переход системы в равновесное состояние. В рассматриваемом случае подавляющее большинство флуктуаций также обратимо и неустойчиво. Но некоторые из них приводят к сближению определенных аминокислотных остатков, и тогда те могут эффективно взаимодействовать между собой. Благодаря этому возникают и сохраняются поначалу случайно появившиеся, но не случайно стабилизированные конформационные состояния тех или иных участков белковой цепи.

Очевидно, состояние белка окажется стабильным только при условии, что вполне определенные, согласованные между собой флуктуации, получившие название бифуркационных, смогут проявиться одновременно. При этом каждая из них должна отвечать такому взаимному расположению всех звеньев на определенном участке белковой цепи, которое является наиболее предпочтительным по энергии внутриостаточных и межостаточных взаимодействий валентно несвязанных атомов.

Что нужно, чтобы такое событие, несмотря на случайность и беспорядочность всех флуктуаций, непременно произошло бы?

Необходимо, чтобы единственно возможный при самопроизвольном характере процесса беспорядочно-поисковый механизм сборки белка осуществлялся бы быстро и безошибочно, т. е. приводил бы одинаковые последовательности к идентичным пространственным структурам за время, затрачиваемое при биосинтезе белков (от десятых долей до нескольких секунд).

На первый взгляд, это условие для рассматриваемой модели выглядит нереальным, так как число возможных комбинаций случайных и беспорядочных конформационных флуктуаций белковой цепи невероятно велико, и появление среди них бифуркационных флуктуаций как будто бы ничтожно мало. Перебор всех микроскопических состояний даже у самых низкомолекулярных белков занял бы не менее 10^{30} лет.

Противоречие между характером процесса и его продолжительностью снимается,

если предположить, что актуальные на первом этапе сборки бифуркационные флуктуации возникают независимо и одновременно на разных участках полипептидной цепи. Иными словами, начало пространственного структурирования белка представляется рядом параллельно идущих процессов формообразования как бы не связанных друг с другом олигопептидных фрагментов молекулы. Чтобы это действительно могло происходить при вполне определенном сочетании необратимых флуктуаций, следует допустить возможность образования конформационно достаточно жестких структур только за счет взаимодействий остатков в пределах сравнительно коротких участков цепи. Время, требуемое для локальной структурной самоорганизации при беспорядочно-поисковом механизме, согласно Д. Уетлауферу, ориентировочно равно $t=10^{n-14}$, где n — число остатков¹⁰. Следовательно, для фрагмента белковой цепи, например с $n=12$, время сборки составит всего 10^{-2} с.

Чтобы процессы структурирования разных участков аминокислотной последовательности могли идти параллельно и независимо друг от друга, требуется также предположить чередование в белковой цепи конформационно жестких и лабильных участков.

Неизбежность появления особых необратимых флуктуаций, вызывающих зарождение порядка из хаоса — это уникальное свойство белковых молекул, обусловленное их химическим строением. Гетерогенность природной аминокислотной последовательности порождает термодинамическую неоднородность флуктуаций, дифференцируя их на обратимые и необратимые. Это ведет к специфической конформационной гетерогенности — чередованию вдоль цепи конформационно жестких и лабильных участков, которое в конечном счете обеспечивает свертывание белковой молекулы, делает этот процесс быстрым и безошибочным.

При неминуемом появлении в статистическом клубке устойчивых необратимых флуктуаций одни участки примут стабильные формы, а другие, промежуточные, останутся подвижными, хотя и их конформационная свобода значительно ограничится. Переход клубка в первое промежуточное состояние — результат действия первых бифуркаций на локальных участках. Это поворотный момент, который определяет направленность процесса сборки и характер

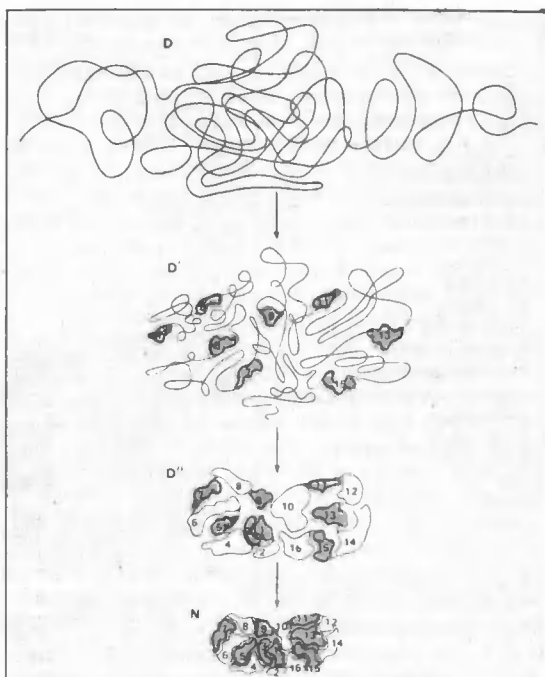
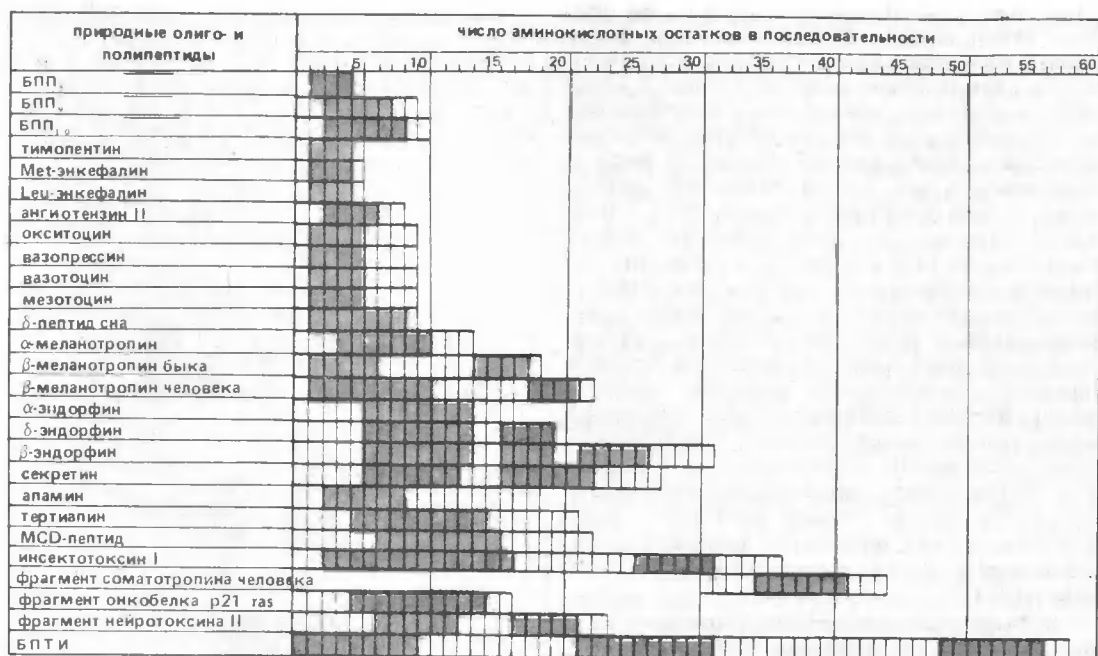


Схема самопроизвольного свертывания полипептидной цепи в биологически активную трехмерную структуру белка. Пространственное структурирование — это ряд параллельно идущих процессов: за счет ближних и средних взаимодействий в статистическом клубке [D] возникают конформационно-жесткие фрагменты [состояние D'], которые сближаются благодаря дальним взаимодействиям, и одновременно структурируются лабильные фрагменты [состояние D'']; последующее сближение жестких и лабильных фрагментов приводит к образованию конечной пространственной конфигурации белковой молекулы [N].

его дальнейшего развития. Впоследствии, также за счет случайно возникших флуктуаций, в специфические взаимодействия вовлекаются удаленные по цепи остатки из разных ее участков, и белок переходит во второе промежуточное состояние. Структурирование, вызванное новым набором согласованных необратимых флуктуаций, осуществляется за счет сближенности комплементарных и избирательно взаимодействующих конформационно жестких и лабильных фрагментов.

Появление в течение разумно короткого времени на завершающем этапе сборки необратимых флуктуаций на значительно больших, но уже частично структурированных участках также неизбежно. Увеличение количества взаимодействующих между собой остатков сопровождается уменьшением конформационных степеней свободы.

¹⁰ Wetlauffer D. B. //Proc. Nat. Acad. Sci. USA. 1973. V. 70. N 3. P. 691—701.



Чередование в природных олиго- и полипептидах конформационно-жестких (темные клетки) и лабильных фрагментов, полученное в расчетах (по Е. М. Попову, 1992). БПП₁, БПП₂, БПП₃ — пептиды брадикининового действия; БПТИ — бычий панкреатический ингибитор трипсина.

Так что и здесь вполне возможно выявление за короткое время необратимых флуктуаций при действии беспорядочно-поискового механизма.

Итак, благодаря избирательности бифуркационных флуктуаций и их строгой согласованности структурная самоорганизация белка приобретает детерминистические черты. Из конформационно жестких фрагментов возникают нуклеации, которые через ряд чисто случайных, но тем не менее неизбежных и строго последовательных событий входят или в домены, или в нативную трехмерную структуру белка. Весь процесс самосборки пространственной структуры не требует времени больше, чем затрачивается на синтез белковой цепи. Устойчивый и конструктивный характер бифуркационных флуктуаций обусловлен уникальной аминокислотной последовательностью, отобранной в ходе эволюции.

Может показаться, что описанный механизм структурирования белковой цепи принципиально не отличается от кристаллизации низкомолекулярных соединений или образования у некоторых синтетических

полимеров линейных регулярных форм. Это, однако, не так, хотя природа взаимодействий валентно несвязанных атомов безусловно едина. Существенно то обстоятельство, что кристаллизацию малых молекул и формирование ближнего порядка (одномерных кристаллов) у искусственных полимеров можно представить равновесным, включающим лишь обратимые флуктуации, чисто статистическим процессом. Сборку же белковой последовательности в трехмерную структуру нельзя даже мысленно провести через непрерывную цепь равновесных состояний. Механизм пространственной самоорганизации белка имеет статистико-детерминистическую природу и поэтому является принципиально неравновесным, его реализация невозможна без необратимых флуктуаций. С позиции равновесной термодинамики подобные явления просто не могут существовать.

Саму по себе истинную неравновесность процесса самосборки белка тем не менее нельзя еще считать бесспорным отличительным признаком живой материи. В настоящее время известно много неллинейных неравновесных процессов в неорганическом мире, протекающих в физических и химических открытых системах с фазовым диспропорционированием энтропии: конвекционные ячейки Бенара, когерентное лазерное излучение, явления сверхпроводимости и сверхтекучести, реакция

Белоусова — Жаботинского и др. Однако во всех случаях, кроме обсуждаемого, поддержание возникшего из хаоса порядка в стационарном режиме оказывается возможным только при постоянном потреблении энергии извне и увеличении энтропии окружающей среды. Ячейки Бенара будут сохраняться лишь при подогреве, лазер излучать при накачке и т. д. Для белков повышение энтропии водного окружения происходит только в период их структурной самоорганизации. Созданная же структура белково-водного комплекса отвечает не стационарному, а равновесному состоянию и поэтому не нуждается в постоянной энергетической инъекции из окружающего белок физиологического раствора и как угодно долго сохраняется в нем.

Самопроизвольное возникновение трехмерной структуры белка — уникальное явление органической природы, не имеющее прямых аналогий. С чисто физической точки зрения этот акт творения живого заключается в спонтанной трансформации тепловой энергии необратимых флуктуаций в целенаправленную механическую работу создания высокоорганизованной

системы. Белки представляются почти единственными в природе (по меньшей мере самыми совершенными и распространенными) автоматическими молекулярными преобразователями энергии хаотического теплового движения в энергию более высокого ранга — механическую и энергию стереоспецифических внутримолекулярных взаимодействий. Появившаяся спонтанно из хаоса упорядоченная трехмерная структура белка далее способна к трансформации всех других, необходимых для жизни видов энергии.

С точки зрения равновесной термодинамики самопроизвольное возникновение в изолированной системе порядка из беспорядка нереально. Действительно, в протекающих в неживой природе процессах происходят спонтанные превращения всех известных видов энергии в тепло, которое рассеивается, т. е. наблюдаются лишь самопроизвольные переходы порядка в хаос, но не наоборот.

Присущая белкам способность к структурной самоорганизации представляет собой элементарное фундаментальное качество живой материи, обуславливающее специфические особенности биологических систем всех последующих ступеней иерархической лестницы живого.

Режим природных катастроф

М. В. Родкин, Н. В. Шебалин



Михаил Владимирович Родкин, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник Геофизического центра РАН. Научные интересы связаны с физическим моделированием геофизических процессов, анализом рядов данных, геоинформатикой.



Николай Виссарионович Шебалин, доктор физико-математических наук, профессор, главный научный сотрудник Института физики Земли им. О. Ю. Шмидта РАН. Круг научных интересов наряду с сейсмологией включает также изучение природных катастроф. В «Природе» опубликовал статью (совместно с Б. А. Борисовым) «Слитакское землетрясение» (1989, № 4).

ХАРАКТЕРНЫЙ для большинства стран высокий уровень потерь от землетрясений, наводнений, тайфунов и других стихийных бедствий привел к разработке ряда национальных и международных программ, направленных на уменьшение ущерба. ООН объявила 90-е годы «Десятилетием борьбы со стихийными бедствиями». Все это резко активизировало исследования в данной области.

Вскоре выяснилось, что из-за большого разнообразия проявлений стихийных бедствий в этой важной в практическом отношении области знаний нет единой терминологии. Зачастую неясно даже, какие именно параметры и каким образом следует оценивать. Проблема выработки общих подходов, позволяющих исследовать весь комплекс связанных со стихийными бедствиями явлений с единых позиций и в согласованной системе терминов представляется, таким образом, весьма актуальной.

Даже при самом поверхностном рассмотрении воздействия природных катастроф на техносферу легко обнаружить, что исследуемый процесс развивается как бы на трех уровнях. Принято различать порождающий катастрофу геофизический процесс, воздействие этого процесса на техносферу и стихийное бедствие, т. е. вызванный катастрофой ущерб.

Общезвестно, что количественное исследование любого явления невозможно без своей системы отсчета, позволяющей производить соответствующие измерения. Трехуровневая система описания катастроф предусматривает существование трех шкал. Подобно тому, как это принято в сейсмологии, для описания силы порождающего катастрофу геофизического процесса предлагается использовать термин «магнитуда». (Понятно, что для каждого вида катастроф этот термин наполняется своим содержанием, возникает своя числовая шкала оценки.) Воздействие катастрофического явления на пространство предлагается оценивать геофизической балльностью (в столь же широ-

ком понимании этого термина), а величину ущерба — описывать категорией бедствия, определяемой количеством жертв или материальным ущербом.

НЕАДЕКВАТНОСТЬ СРЕДНИХ ОЦЕНОК УЩЕРБА

Одна из важнейших задач, возникающих при исследовании природных катастроф и их последствий, — ранжирование различных видов катастроф по тяжести воздействия на народное хозяйство. После того как вопрос, что именно оценивать, в основных чертах можно считать решенным, такое ранжирование, на первый взгляд, не должно вызывать принципиальных затруднений. Общепринятым и удобным методом подобной оценки является вычисление средних многолетних значений величины ущерба или количества жертв, а также среднеквадратичных отклонений от этих значений. Именно такой подход применяется в настоящее время для представления генерализованных данных о величине ущерба от стихийных бедствий¹.

Однако подобный подход трудно реализуем из-за недостатка надежного статистического материала, что особенно характерно для развивающихся стран с их административными ограничениями доступа к такого рода информации. Впрочем, это не основное препятствие на пути ранжирования природных катастроф. Продемонстрируем возникающие трудности на примере возможно более полной совокупности статистических данных по ущербу от стихийных бедствий, для чего обратимся к статистике по США².

Средние многолетние значения экономических потерь в США в 1925—1964 гг. составили³: от ураганов — 132 [216]; от наводнений — 279 [312]; от торнадо — 40,2 [43,7]; от землетрясений — 15,4 [52,8] млн. долл. Средние многолетние потери от всех видов природных катастроф равны 467 [403] млн. долл. Как видим, во всех случаях отношение среднеквадратичных отклонений к средним значениям весьма велико.

Для отдельных регионов США неопределенность средних многолетних значений еще больше. Так, для северо-востока США эти величины составляют 98 [290],

для юго-востока — 90 [119], для северного и южного центральных районов 94 [183] и 60 [85] млн. долл. соответственно и для запада США 51 [128] млн. долл. Везде среднеквадратичные отклонения существенно превышают средние значения. В результате доверительные интервалы широко перекрываются, что делает статистически неоправданным ранжирование видов катастроф в зависимости от средних многолетних значений величины ущерба.

Описанная ситуация кардинально отличается от той, что имеет место в медицинской статистике. В случае дорожно-транспортных происшествий, например, или заболеваемости раком, или при производственном травматизме среднеквадратичные отклонения по сравнению со средними значениями относительно малы. Соответственно подобные негативные воздействия могут быть естественным образом ранжированы на основе информации об их средних значениях. (Трудности, подобные случаю природных бедствий, возникают в медицинской статистике только при описании эпидемий, т. е. существенно кооперативных процессов⁴.)

Главная проблема, возникающая при ранжировании природных катастроф по величине среднего воздействия — их аномально высокие флуктуации. Столь высокая флуктуационность привела к тому, что наиболее опасные виды катастроф выделялись, по сути дела, по факту последнего сильного воздействия. Так, резкие увеличения ассигнований на сейсмологические исследования и асейсмические мероприятия явились в бывшем СССР прямым следствием нескольких разрушительных землетрясений.

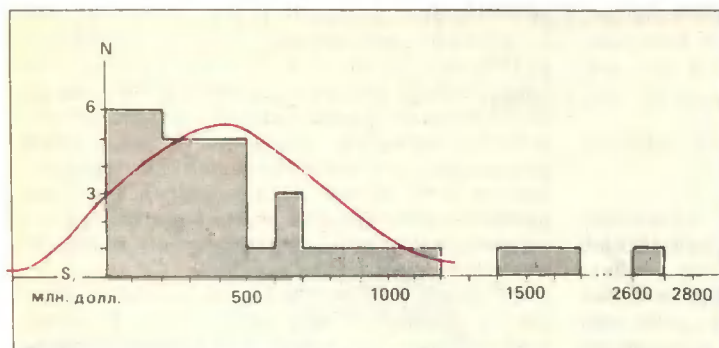
Что же порождает столь сильную неопределенность средних многолетних значений ущерба от природных катастроф? Чтобы разобраться в этом, обратимся к гистограмме распределения ежегодных экономических потерь в США за 1925—1965 гг. Подобные эмпирические данные принято аппроксимировать гауссовским распределением. И хотя мы использовали распределение с минимальным из приведенных выше отношением среднеквадратичного отклонения к среднему значению, модельное гауссовское распределение оказалось неприемлемым для аппроксимации фактических данных. Таким образом, представление эмпирического распределения средним значением и среднеквадратичным от-

¹ Alexander D. Natural Disasters. Amherst, 1990; Стихийные бедствия: изучение и методы борьбы. М., 1978.

² Dacy D. C., Kunreuther H. The economics of natural disasters. Toronto, 1969.

³ В скобках приведены значения среднеквадратичных отклонений.

⁴ Кооперативными принято называть явления, связанные с согласованным взаимодействием большого числа частиц, т. е. с многочастичными корреляциями.



Гистограмма годовых потерь в экономике США, связанных со стихийными бедствиями (N — количество стихийных бедствий, S — убытки в млн. долл.). Видно, что стандартное гауссовское распределение (красная кривая) далеко не во всех случаях можно рассматривать как приемлемую аппроксимацию реального распределения потерь от стихийных бедствий. При использовании менее генерализованных данных (ущерб от отдельных видов катастроф) неприемлемость гауссовского представления становится еще более очевидной.

клонением не отражает реального характера распределения среднегодовых величин ущерба.

При использовании любого другого из упомянутых выше рядов данных противоречие между реальным характером распределения экономических потерь и аппроксимирующим его гауссовским распределением становится еще более разительным. Отсюда мы делаем важный вывод о негауссовском характере распределения ущерба от стихийных бедствий. Соответственно, средние значения и среднеквадратичные отклонения не могут использоваться для адекватного описания такого рода данных и должны быть заменены иными статистическими характеристиками.

Возникает вопрос, какие статистические характеристики следует использовать при описании режима стихийных бедствий. Мы не в состоянии в настоящий момент представить рекомендации, отвечающие как потребностям практики (простота оценки), так и строгим теоретическим представлениям о характере исследуемых процессов. Однако некоторые соображения по этому поводу могут быть высказаны. Для этого обратимся к анализу режима порождающих бедствия природных явлений.

Наиболее полно режим природных катастроф исследован для случая землетрясений. Зависимость количества землетрясений от их силы описывается хорошо известным эмпирическим законом Гутенберга — Рихтера: $\lg N = A - B \cdot M$, где A и B — эмпирические константы, N — количество землетрясений магнитуды M . За последние годы в исследовании природы этого соотношения были достигнуты значительные успехи⁵. Было показано, что закон Гутен-

берга — Рихтера отражает самоподобие сейсмического процесса, выполняющееся в широком диапазоне пространственно-временных масштабов.

В дальнейшем самоподобие было выявлено при эмпирическом анализе многих природных систем, характерными чертами которых являются нелинейность и сильно выраженная неравносность. Важная роль в генезисе таких явлений отводится кооперативным процессам. Большинство опасных геофизических процессов, приводящих к стихийным бедствиям (ураганы, торнадо, лавины и др.), относятся именно к таким, существенно нелинейным неравновесным явлениям. В связи с этим можно предположить, что все эти явления обладают свойством самоподобия. Однако необходимые признаки развития самоподобия пока не сформулированы, поэтому в каждом конкретном случае это свойство выявляется в результате эмпирического анализа.

Разительная неадекватность описания катастрофических явлений средними значениями определяется не только самоподобием, но и свойственным многим видам природных катастроф соотношением вклада более сильных и более слабых событий в общую энергетику процесса. За примером вновь обратимся к сейсмичности.

В классической монографии К. Касархы «Механика землетрясений» приведены данные об относительной встречаемости землетрясений различной магнитуды (энергии). Из этой таблицы видно, что основной вклад в суммарное энерговыделение (и соответственно, в суммарный экономический ущерб) вносят редкие сильнейшие землетрясения. Следовательно, средний ущерб за некоторый интервал времени в решающей степени зависит от такого сугубо случайного события, как землетрясение максимальной магнитуды, произошедшее за это время. Таким образом, среднее значе-

⁵ См., например: Писаренко В. Ф., Садовский М. А. Сейсмический процесс в блоковой среде. М., 1991.

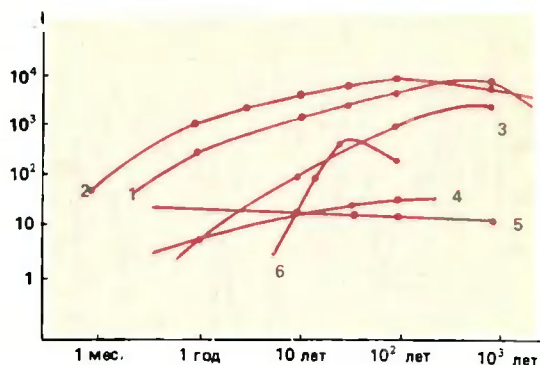
ние оказывается существенно неустойчивым, а величина ошибки этого среднего значения неприемлемо большой.

Приведенные выше рассуждения касались характера порождающих бедствия геофизических процессов. Естественно предположить, что подобные закономерности справедливы и для величин материального ущерба, вызываемого этими геофизическими процессами. Такое предположение находит эмпирическое подтверждение. Предварительные исследования статистических характеристик величин ущерба от природных катастроф разной природы, выполненные одним из авторов настоящей статьи⁶, свидетельствуют о самоподобии соответствующих распределений.

Отсюда заключаем, что продемонстрированная выше неопределенность среднегодовых значений ущерба от стихийных бедствий объясняется самоподобным характером распределений большинства порождающих эти бедствия природных процессов. В этом случае для получения устойчивых статистических оценок ущерба следует использовать характеристики, свойственные самоподобным законам распределения. Значительный опыт довольно изощренных наработок такого рода имеется в настоящий момент в Международном институте теории прогноза землетрясений и математической геофизики РАН. В качестве более примитивных (но также устойчивых и довольно информативных) параметров можно использовать, например, характерные величины ущерба от событий с определенной характерной повторяемостью, например раз в столетие. Поскольку основной ущерб связан с более редкими сильными событиями, подобная величина будет приемлемой (заниженной) оценкой характерного ущерба за соответствующий период.

ОПРЕДЕЛЯЮЩИЙ ВКЛАД РЕДКИХ СИЛЬНЫХ СОБЫТИЙ

Выше уже отмечалось, что во многих случаях редкие наиболее сильные события обеспечивают основной вклад в общую величину ущерба от природных катастроф. Этим-то главным образом и определяется неинформативность таких традиционно используемых статистических характеристик, как средние значения. Данная особенность режима природных катастроф важна и в ряде других отношений, в частности, о ней нельзя забывать при разработке политики,



Среднегодовое число жертв стихийных бедствий (I) для событий с разным характерным периодом повторяемости (T): 1 — наводнения; 2 — землетрясения; 3 — извержения вулканов; 4 — торнадо; 5 — снежные лавины; 6 — оползни. Судя по характеру кривых, число жертв возрастает с увеличением силы катастроф и периода их повторяемости (исключение составляют снежные лавины). Нерегулярное поведение графиков в области наиболее частых — слабых — событий и наиболее редких — сильных — событий можно объяснить недостатком соответствующих данных.

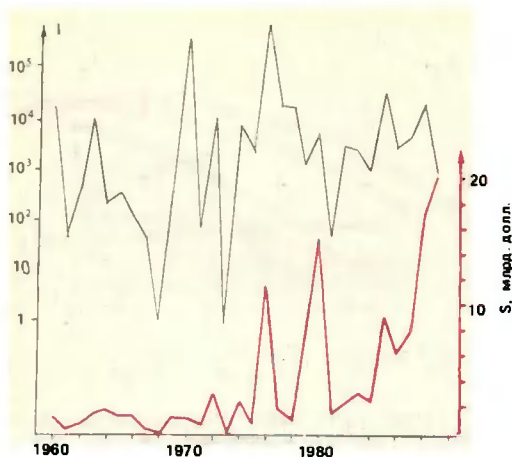
направленной на уменьшение ущерба от стихийных бедствий. Поэтому рассмотрим этот вопрос детальнее.

Определяющий вклад сильнейших редких событий в общий ущерб от стихийных бедствий находит совершенно недвусмысленное отражение в исторической памяти человечества (сказания о конце света, карах небесных и периодической гибели и возрождении мира в мифологии самых разных народов). Да и в современной истории вклад таких трагических событий, как Ашхабадское и Спитакское землетрясения, в общий объем потерь бывшего СССР от природных катастроф очевиден.

Сравним разные виды природных катастроф по относительному вкладу событий различной силы в суммарный ущерб. Рассмотрим график, построенный по данным одного из авторов этой статьи Н. В. Шебалина, на котором показано среднегодовое число погибших от природных катастроф разной повторяемости⁷ (соответственно, разной силы) и различной природы. Характер приведенных зависимостей в широком интервале силы природных катастроф (за исключением плохо представленных наиболее сильных и наиболее слабых событий) отвечает самоподобию соответствующих

⁶ Шебалин Н. В. Закономерности в природных катастрофах. М., 1985.

⁷ Повторяемость — среднее количество событий данной силы за достаточно длительный промежуток времени. Повторяемость не подразумевает скольнибудь определенной периодичности соответствующих событий.



Число жертв (I) и материальный ущерб (S) от сильных природных катастроф, по мировым данным за 1960–1989 гг. Видно, что средний материальный ущерб и число погибших со временем постепенно увеличиваются. Максимальные пики на верхней кривой связаны с наводнением в Бангладеш (1970 г.) и землетрясением в Китае (1976 г.), унесшими более 66 % жертв от их общего числа за соответствующий период.

щих распределений. Наклоны прямолинейных участков кривых в большинстве случаев положительны, т. е. с ростом периода повторяемости событий характерный среднегодовой ущерб имеет явную тенденцию к росту. Исключения составляют снежные лавины: приведенные данные показывают, что от лавин среднего размера гибнет больше людей, чем от крупных.

Отмеченная закономерность важна при построении программы защиты от стихийных бедствий, ориентируя ее в первую очередь

Энергетический вклад землетрясений разной силы и повторяемости (в среднем за год)

Количество событий, N	1	13	108	800	6200	49 000
Магнитуда, M	>8	7,9—7,0	6,9—6,0	5,9—5,0	4,9—4,0	3,9—3,0
Энергия событий, 10^{16} Дж	13,7	12	1,1	0,8	0,2	0,05
Доля в общем энерговыделении, %	49	43	4	3	1	—

на противодействие редким разрушительным событиям.

На наш взгляд, необходимо максимально централизовать управление ресурсами, направляемыми на ликвидацию последствий от стихийных бедствий. Делегирование соответствующих задач на нижние территориально-административные уровни неизбежно приведет к недостаточности страховых фондов или же к их омертвлению из-за редкой повторяемости сильных разрушительных событий. Впрочем, уровень централизации должен быть разумным.

Примером довольно высокой степени централизации при разработке политики противодействия природным катастрофам являются США. Здесь объявление состояния национального бедствия в связи с природной катастрофой — обычное дело. В среднем ежегодно случается около 10 подобных объявлений.

Альтернативой высокой степени централизации административной ответственности за осуществление мер по уменьшению последствий стихийных бедствий можно считать широкое развитие страхования. Осуществляющие такое страхование компании также должны быть застрахованы, но на более высоком, транснациональном уровне. Очевидно, например, что никакая чисто национальная армянская страховая компания не вынесла бы выплат компенсации ущерба от Спитакского землетрясения.

Потенциальная опасность редких сильнейших событий усугубляется тем, что их максимально возможную магнитуду, несмотря на значительные усилия, определить не удастся. За примерами опять-таки обратимся к сейсмологии.

На региональном уровне такая неопределенность нашла свое отражение, например, в сильных Газлийских землетрясениях, в разрушительном Койнском землетрясении, разразившемся на Индийском щите, считавшемся асейсмичным. На глобальном уровне полностью убедительным звучит утверждение, что сила возможного землетрясения ограничена только размерами активных поясов (типа альпийского или океанической рифтовой системы). Однако последствия событий подобного масштаба были бы столь грандиозными, что такое ограничение реально ничего не ограничивает. Несколько утрируя, можно сказать, что цивилизация развивается как бы под дамокловым мечом редчайшего и сильнейшего события, которое в одночасье может решить ее судьбу.

РОСТ ЧИСЛА И ТЯЖЕСТИ ПРИРОДНЫХ КАТАСТРОФ

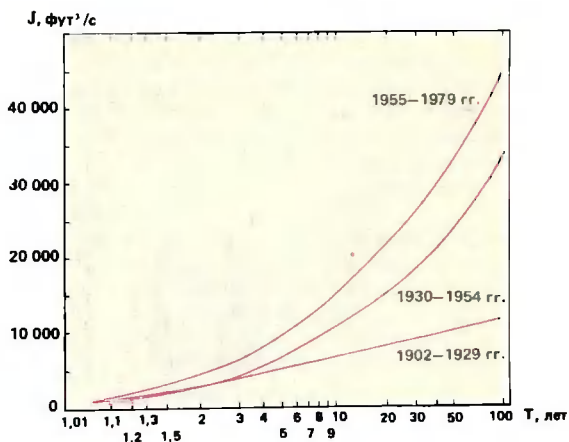
В последние годы и в средствах массовой информации, и в специальной литературе⁸ неоднократно утверждалось, что число и сила стихийных бедствий нарастают. Если исходить из мировой статистики (данные о числе погибших и объеме экономических потерь от природных бедствий за 1960—1989 гг.), то для такого рода обобщений имеются определенные основания.

Не ясно, однако, означает ли рост ущерба (если приведенные данные не отражают, конечно, лучшей информированности о более поздних бедствиях) все большую уязвимость современной техносферы, или же он свидетельствует об активизации природных явлений, порождающих катастрофы. В связи с этой проблемой несомненный интерес представляют статистически наиболее богатые данные о возможных изменениях режима порождающих бедствия геофизических процессов.

Судя по некоторым данным, определенные изменения в режиме землетрясений, наводнений и других потенциально опасных геофизических процессов действительно имеют место. При этом не только растут число и сила очень редких (и потому статистически недостоверных) катастрофических событий, но и изменяется общее соотношение числа событий разной магнитуды.

Причиной такого роста потенциальной опасности могут быть региональные дестабилизирующие техногенные воздействия на экосистему или, например, усиление парникового эффекта, сопровождающееся возмущением всей климатической системы планеты.

В качестве примера хорошо документированных изменений режима геофизических процессов, представляющих потенциальную опасность, можно привести данные об изменениях расхода воды на Красной Северной реке (Северная Дакота, США)⁹. Соотношение периодов повторяемости разных расходов воды в 1902—1929, 1930—1954 и 1955—1979 гг. свидетельствует о резком увеличении доли более высоких расходов. Приведенный пример может, ко-



Соотношение периодов повторяемости (T) для разных расходов воды (J) на Красной Северной реке (штат Северная Дакота, США). Хорошо видно, что со временем более высокие расходы воды становятся все более частыми.

нечно, иметь сугубо региональную природу, однако он показывает, что рост опасности катастрофических событий, по-видимому, может быть выявлен даже по кратковременному мониторингу относительно слабых флуктуаций режима потенциально опасных геофизических процессов.

В заключение остается добавить, что наряду с ростом числа и тяжести стихийных бедствий растет величина наносимого ими материального ущерба. Более того, рост последнего представляется опережающим по сравнению с ростом валовых экономических показателей. В таком случае можно предположить, что в перспективе ущерб от природных и природно-техногенных катастроф станет поглощать заметную часть экономического роста. По мнению профессора МГУ экономгеографа С. М. Мякова, ущерб от стихийных бедствий может ограничить экономический рост уже в первой половине XXI в.

Для проверки столь пессимистического прогноза нужно прежде всего проанализировать степень полноты массивов данных о величине ущерба за разные интервалы времени. Полезной может оказаться и определенная предварительная верификация прогноза, осуществленная на основе чисто геофизической информации о современных изменениях режима потенциально опасных геофизических процессов.

⁸ См., например: Bors G. A. // Nature and Resources. 1991. V. 27. N 1. P. 19—28.

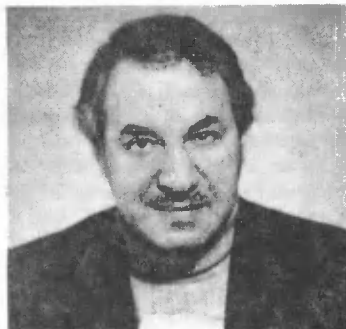
⁹ Miller J. E., Frink D. L. // U. S. Geological Survey Water-Supply Paper 2243. 1984.

Биоминералогия человека

А. А. Кораго, Д. А. Минеев



Алексей Александрович Кораго (1938—1993), кандидат геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник Медико-инженерного центра при 1-м Санкт-Петербургском медицинском институте. Область научных интересов включала геологию месторождений кварца и биоминералогии. Автор монографий: *Речной жемчуг* (Л., 1981); *Структуры и текстуры жильного кварца хрусталиковых областей* (совместно с А. В. Козловым; Л., 1988); *Введение в био-минералогии* (Л., 1992).



Дмитрий Андреевич Минеев (1935—1992), первый президент Академии естественных наук РФ, профессор, зав. кафедрой минералогии и геохимии Московского геолого-разведочного института. Занимался исследованиями в области теоретической и прикладной минералогии и геохимии редких элементов. Автор более 300 научных работ, в том числе 12 монографий. Лауреат премии Совета Министров СССР за открытие и освоение редкометалльно-фтор-apatитовых месторождений на Кольском п-ве (1981 г.). Заслуженный деятель науки и техники России (1985 г.).

К ЧИСЛУ хрестоматийных антитез относится противопоставление воды и камня. Воды — как символа бесформенного и нестойкого, и камня — как символа вечности и красоты кристаллографических форм. Однако существует система, объединяющая эти материальные объекты в единое целое, которая называется живым организмом. Сюда же относится и организм человека.

Интерес к твердым образованиям в организме человека как его составной части возник очень давно. Постепенно выяснилось, что «камни» в теле человека могут выполнять полезные — жизнеобеспечивающие — функции, могут быть следствием заболевания организма и, наконец, могут возникать в качестве своеобразных отходов жизнедеятельности.

Не одно поколение исследователей пыталось разобраться в существе механизмов образования минералов в органических тканях, изучая их состав, связи и взаимное влияние. Особое внимание к этим проблемам просматривается в работах В. И. Вернадского и его ученика профессора Я. В. Самойлова, касающихся взаимоотношения живого и неживого в природе. Еще в 1926 г. Самойлов писал о необходимости выделить «минералогии скелетов организмов» как самостоятельный раздел минералогии.

Развитие новых методов исследования вещества во второй половине XX в. вызвало резкий информационный всплеск в области изучения твердых образований в живых организмах, в том числе и в организме человека. За последние 10—15 лет число новых минералов, обнаруженных в организме человека, увеличилось почти до 30. Особенно значительны успехи исследователей американской школы, и прежде всего Х. Лоуэнштама¹, с именем которого связано открытие биогенного магнетита в моллюсках. Изучение магнетита в живых организмах продолжил Дж. Киршвинк с соавтора-

© Кораго А. А., Минеев Д. А. Биоминералогия человека.

¹ Lowenstom H. A., Weiner Sh. On the biomineralisation. Oxford, 1989.

ми². К исследованию минерального состава твердых образований в человеческом организме был причастен и польский ученый М. Павликовский³.

К настоящему времени накоплен солидный экспериментальный материал, требующий осмысления. Необходимость серьезного анализа вытекает как из вполне понятного научного интереса к процессам, приводящим к образованию минералов в человеческом организме, так и из стремления использовать новые данные при разработке методов лечения соответствующих заболеваний. Оптимальный путь при лечении разного рода «каменных» болезней, их профилактики и предупреждении рецидивов может быть найден только в случае полного понимания механизмов возникновения твердых образований в теле человека.

Нам представляется, что решение поставленных задач относится к самостоятельной области науки — биоиннералогии. Попытаемся очертить круг вопросов, которыми занимается биоиннералогия, представить арсенал методов исследования этой науки, рассказать о перспективах ее развития.

Итак, биоиннералогия — это ветвь минералогической науки, предметом изучения которой являются состав, строение и свойства твердых органоиннеральных образований в живом организме. Биоиннералогия находится на стыке нескольких наук: минералогии, петрографии, кристаллографии, медицины, биологии и химии, что обуславливает ее междисциплинарное положение.

К объектам биоиннералогии относятся кости и зубы человека, камни мочевые и желчные, минеральные новообразования в стенках кровеносных сосудов и в суставах. В человеческом организме, пожалуй, нет ткани, где не мог бы сформироваться камень. Человек представляет собой «водную систему», способную творить камень буквально везде.

В этом контексте становится понятным, почему биоиннералогии нельзя сводить к изучению процессов «окаменения» живой органической ткани (биоиннерализации), как делают отдельные исследователи. В сфере интересов этой науки находятся также процессы отложения минеральных и органических веществ из вод-

ных систем организма, их последующая трансформация и т. д.

Все рассматриваемые образования в организме человека можно разделить на две большие группы: физиогенные, обеспечивающие нормальное функционирование организма, и патогенные, возникающие до известной степени случайно, вследствие заболеваний.

К первой группе относятся кости, зубы, отоконии (ушные камни), «мозговой песок». Их функции в организме многообразны. Особенно важны кости скелета и зубы, играющие роль «кальциевого депо», т. е. в случае необходимости поставляющие кальций в кровь. Патогенные (мочевые, желчные, слюнные, панкреатические и др.) камни нередко связаны с «плохой» наследственностью. Высокая вероятность их возникновения может быть заложена в человеке с рождения. Медики дают патогенным камням сложные наименования, первая их часть — медицинское название органа или водной среды, в которой возник минерал, а вторая — всегда «лит» (от греч. lithos — камень). Например, мочевой камень — уролит, слюнный камень — саливолит и т. д.

Хотя место физиогенных и патогенных твердых образований в организме человека различно, они имеют целый ряд общих особенностей, позволяющих обособить их от других природных минеральных образований, как биогенных, так и абиогенных. Например, в структуре каждого из них представлено органическое и минеральное вещество, что позволяет называть их органоиннеральными агрегатами.

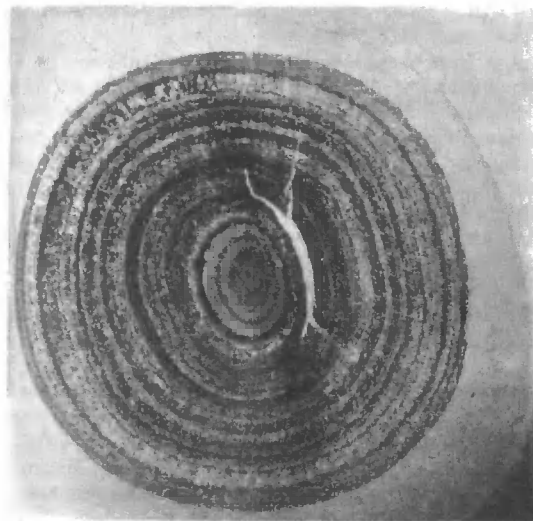
Соотношение органической и минеральной частей различно. В эмали зубов, например, последняя составляет до 96 вес. %. В других агрегатах преобладает органическое вещество, которое может быть либо аморфным, либо кристаллическим. Так, в некоторых желчных камнях при небольшой доле аморфного органического вещества основная масса представлена раскристаллизованным холестерином.

Распределение минеральной и органической компонент камней может быть неоднородным даже в пределах одного агрегата. Каждый минеральный индивид обязательно находится в «футляре» аморфной органики и нигде не соприкасается со своими соседями. Такое строение обуславливает его способность противостоять растворению.

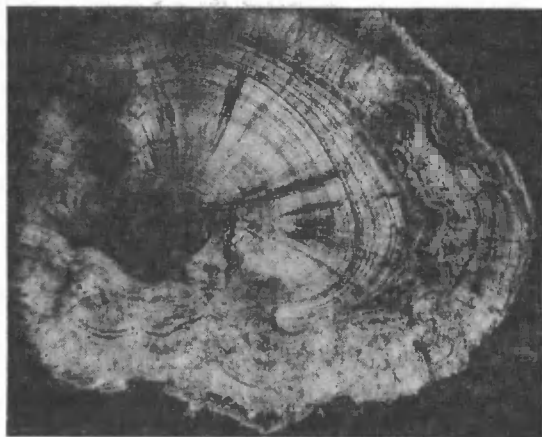
Для большинства агрегатов характерна концентрически-слоистая и радиально-лучистая структура, но встречаются и моно-

² Биогенный магнетит и магниторецепция. Новое о биомагнетизме. Т. 1, 2 / Под ред. Дж. Киршвинке, Д. Джонса, Б. Мак-Фердена. М., 1989.

³ Pawlikowski M. // Prace mineral. 1988. N 79. P. 87.



Уратный мочевого камень концентрически-слоистого строения (темное — органическое вещество). На срезе камень очень похож на жемчужину. Микрофотография шлифа. Увел. в 10 раз.



Аналогичный камень с радиально-лучистым строением. Увел. в 20 раз.

литные образования с однородным распределением минеральных индивидов. Центром кристаллизации зачастую служит какое-то чужеродное тело — обломок минерального вещества или скопление органики. Вокруг такого центра вещество отлагается концентрическими слоями, поэтому органоминеральные агрегаты в разрезе напоминают спил дерева. Толщина слоев колеблется в довольно широких пределах — от нескольких миллиметров до долей миллиметра. Как и

в деревьях концентрическая зональность камней отражает все особенности роста самого организма.

В строении каждого органоминерального агрегата можно выделить три ступени. Первая представлена элементарными слоями минерального вещества толщиной в несколько микрометров, разделенных «прокладкой» органического вещества. Пакеты из нескольких элементарных слоев в свою очередь разделяются слоем органического вещества и слагают структуру второго порядка. Ритмы, состоящие из нескольких пакетов, разделенных слоем аморфного органического вещества толщиной в сотые доли миллиметра, представляют собой структурные образования третьего порядка — самые крупные элементы каменного «пирога».

Очевидно, что все органоминеральные агрегаты образуются при температурах, характерных для живых организмов, и атмосферном давлении. Но при этом нередко возникают минералы, кристаллизующиеся в неживой природе при высоких температурах и давлениях. Последнее объясняется широким проявлением эпитаксии — ориентированного нарастания минеральных индивидов одного вещества на индивидах другого.

Эпитаксический механизм требует значительно меньших энергий, чем при самопроизвольном зарождении кристаллов. Он не является каким-то исключительным свойством живых организмов — аналогичные механизмы встречаются и в неживой природе, однако для органоминеральных агрегатов он наиболее предпочтителен. Установлено, например, что по размерам кристаллической решетки основной минерал костной ткани — апатит — близок к коллагену, что предопределяет эпитаксическое нарастание одного на другой.

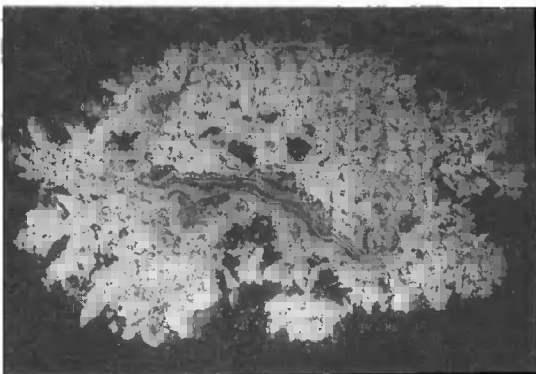
Колоссальная общая поверхность минеральных фаз органоминеральных агрегатов позволяет им очень быстро реагировать на любые изменения в окружающей среде. Так, поверхность минеральной фазы 1 г кости человека составляет 250 м², а общая площадь минеральной фазы в костной ткани может достигать 2000 км², что при недостатке кальция в организме дает возможность чрезвычайно быстро поставлять его обратно в кровь. Кроме костей в таком обмене веществ участвуют зубы. Установлено, что после двух-трехдневного пребывания крыс в космосе их зубная эмаль теряет 10—15 вес. % минерального вещества.

Таким образом, объекты биоминералогии обладают целым рядом характерных

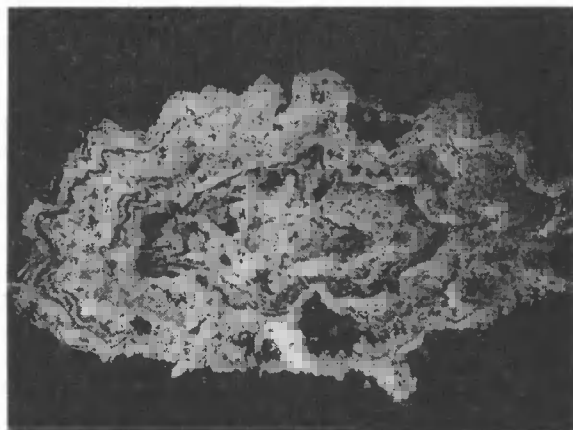
особенностей, выделяющих их среди других природных образований: тесной генетической связью органического и минерального вещества, специфическими функциями органоминеральных агрегатов в процессе обмена веществ и т. д. Отсюда вытекает новое определение биоминералогии как науки о происхождении биогенных органоминеральных агрегатов.

Каких-либо собственных методов исследования биоминералогия не имеет. Однако необходимость изучать как минеральное, так и органическое вещество, составляющее единое целое, заставляет прибегать к методам наук, весьма далеких друг от друга. С одной стороны, это традиционные для минералогии методы изучения фазового и элементного состава минерального вещества, а также структурных взаимоотношений между минеральными индивидуумами. С другой стороны, методы органической химии и биохимии.

Использование минералогических подходов при изучении «камней» в живых организмах наряду с традиционными биомедицинскими подходами позволило за последние десятилетия выявить в теле человека значительное число новых минеральных видов. В настоящее время известно около 30 минералов (табл. 1), участвующих в строении как физиогенных, так и патогенных орга-



Оксалатный мочевой камень с многочисленными «иголками» кристаллов на поверхности, причиняющими человеку дополнительные страдания. Центральная часть камня, имеющая массивное строение, сложена мелкозернистым гидроксипатитом, а периферические зоны — хорошо раскристаллизованным оксалатом кальция (узеллитом). По периферии центральной части камня проходит зона с повышенным содержанием органического вещества. Увел. в 20 раз.



Концентрически-зональный оксалатный мочевой камень. Размеры кристаллов узеллита не превышают нескольких миллиметров. Увел. в 20 раз.

Таблица 1

Классификация твердых образований в организме человека

Физиогенные:

кости
зубы
отоконии («ушные камни»)
«мозговой песок»

Патогенные:

уролиты (камни мочевой системы)
холелиты (камни желчного пузыря и протоков)
панкреолиты (камни поджелудочной железы)
саливолиты (камни слюнных желез и протоков)
дентолиты (зубные камни)
ангиолиты (минеральные новообразования в стенках и на стенках кровеносных сосудов)
пульмолиты (минеральные новообразования в легких)
туморолиты (минеральные новообразования в опухолях)
минеральные новообразования в мозге
офтальмолиты (минеральные новообразования в роговице глаза)
остеоциты (минеральные новообразования в мышцах)
остеохондролиты (минеральные новообразования в хрящах)

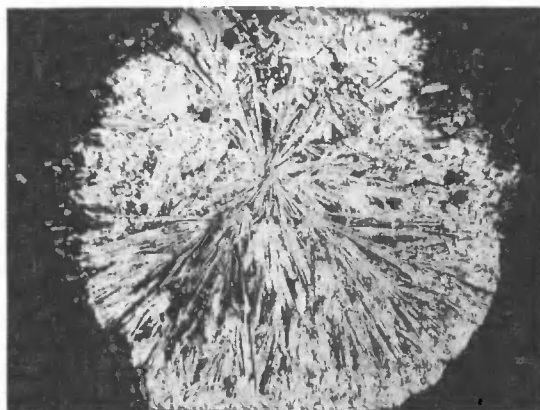
номинеральных агрегатов. Очевидно, при дальнейших исследованиях будет открыто еще много минеральных фаз.

Среди неорганических минералов наиболее распространены фосфаты (табл. 2). Они входят в состав костей и зубов, обнаружены почти во всех твердых образованиях организма. Особенно часто встречается апатит, представляющий собой целое семейство минералов с общей формулой $\text{Ca}_5(\text{PO}_4, \text{CO}_3)_3 (\text{F}, \text{OH}, \text{Cl})$. Различные свойства апатита обусловлены разными сочетаниями представителей этого семейства.

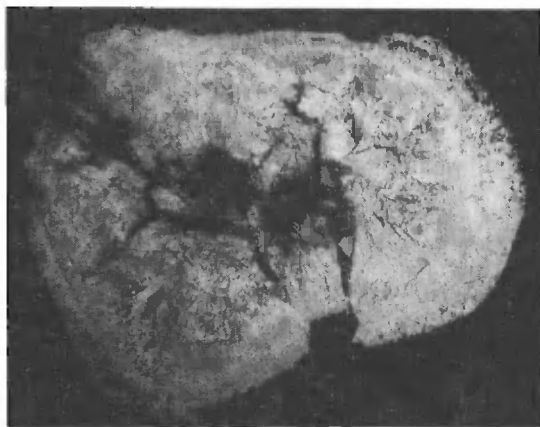
Таблица 2

Органоминеральные агрегаты в организме человека

Агрегаты	Минералы
Кости	Гидроксилapatит, аморфный апатит
Зубы	Фторсодержащий апатит, гидроксилapatит, аморфный апатит
Отоконии «Мозговой песок»	Кальцит
Уролиты	Апатит Узделлит, узвеллит, струвит, гидроксилapatит, карбонат-apatит, ньюберит, брусит, витлокит, гопеит, октакальций-фосфат, фатерит, магнетит, гематит, гетит, лепидокрокит, мочева кислота, мочеислый дигидрат, аммонийурат, натрийурат моногидрат, кальций-урат дигидрат, ксантин, гипоксантин, цистин, гипс. бобьеррит гумбольдтин
Холелиты	Холестерин безводный, холестерин одноводный, билирубин, билирубинат кальция, пальмитат кальция, α -пальмитиновая кислота, фатерит, арагонит, кальцит, карбонатапатит, гидроксилapatит, галит, витлокит, стеарат кальция, сульфат кальция и натрия, сульфат магния, нитрат аммония
Саливалиты	Карбонатсодержащий гидроксилapatит
Дентолиты	Брусит, октакальцийфосфат, гидроксилapatит, витколит, кальцит, монетит, франколит, струвит, ньюберит, узвеллит, узделлит
Ангиолиты	Апатит
Пульмолиты	Карбонатсодержащий апатит, холестерин, кальцит (?), кварц
Туморолиты	Апатит, карбонат кальция (?)
Остеолиты	Апатит, водный фосфат кальция
Панкреолиты	Кальцит, апатит (?)
Офтальмолиты	Холестерин, тирозин, кальцевые мыла, липоиды, фосфаты, карбонат кальция



Желчный холестериновый камень. Крупнопризматические холестериновые «лучи» пронизывают весь камень от центра к периферии. Увел. в 10 раз.



Желчный холестериновый камень смешанного строения: сферолитовая центральная часть заключена в концентрически-слоистую оболочку. Увел. в 15 раз.

зема SiO_2 . Это пылевидные скопления кварца в легких, возникающие у людей, которые работают в шахтах или заняты на производствах с высоким содержанием кварца в пылевых частицах воздуха.

Относительно широко распространены соли мочево (ураты) и щавелевой (оксалаты) кислот, которые составляют большинство мочевых камней. В последних, кроме того, обнаружены соли винной, холиевой и других органических кислот.

Можно предположить, что в организме человека существует магнетит, который уже обнаружен у пчел, птиц, рыб, моллюсков. Однако поиск новых минералов затруднен

Следующая по распространенности группа минералов относится к карбонатам кальция. Они известны в отоконах: кальцит, арагонит и фатерит, имеют одинаковую формулу CaCO_3 , но различны по структуре. Еще реже в организме человека встречаются минеральные разновидности кремне-

сложностью подготовки проб для исследования и мизерными размерами минеральных индивидов.

Степень кристалличности минералов исследуют с помощью рентгенофазового анализа — о ней судят по четкости характерных для данного минерала пиков на дифрактограммах. Любопытно, что с возрастом раскристаллизованность ряда минералов в человеческом организме увеличивается (и соответственно, уменьшается доля аморфного вещества). Увеличение раскристаллизованности апатита в костной ткани, как известно, сказывается на скорости сращения обломков кости при переломах. Это обусловлено тем, что аморфный фосфат более мобилен в обменных процессах.

В ходе исследований выяснилось также, что органоминеральные агрегаты обладают хорошей «памятью»: в составе и строении каждого из них отражаются условия их возникновения. В отличие от органических тканей, которые при обмене веществ постоянно обновляются, твердые образования способны подолгу, иногда до самой гибели организма, сохраняться неизменными. Благодаря этому послойное исследование каменных образований позволяет восстановить состав исходной среды и, в конечном счете, воспроизвести картину развития той или иной «каменной» болезни. Выяснение зависимости состава образующегося слоя от состава среды — одна из наиболее очевидных задач биоминералогии человека. Корреляцию с возрастом организма можно осуществить датированием слоев по радиоактивным элементам.

Детальное исследование минеральной и органической составляющих органоминеральных агрегатов позволяет решить ряд медицинских проблем, связанных с коррективкой особенностей физиогенных «каменных», предотвращением образования «зародышевого песка», выбором способов дроб-

ления или растворения патогенных твердых образований в организме человека и т. д.

К настоящему времени имеются достаточно полные описания органоминеральных агрегатов в организме человека, выявлены их характерные особенности и место в организме. Но немало проблем еще ждут своего решения. Наиболее важными нам представляются следующие:

- систематизация всех накопленных сведений о строении, составе и условиях возникновения органоминеральных агрегатов в теле человека;

- изучение соотношения органического и минерального веществ в этих агрегатах и их взаимовлияния;

- исследование процесса биоминерализации как такового;

- ретроспективный анализ формирования патогенных органоминеральных агрегатов в организме человека с выявлением зависимости состава формирующегося слоя от состава водной среды (слюны, мочи, желчи, крови и т. д.);

- составление атласов структуры мочевых, желчных, слюнных и прочих камней;

- выработка профилактических мер по предупреждению «каменных» заболеваний.

Может быть, эти проблемы кому-то покажутся чисто медицинскими. Однако успешное их решение возможно только при комплексном, всестороннем изучении органоминеральных агрегатов и детальном исследовании каждой их составной части. Здесь потребуются усилия самых разных специалистов.

Остается надеяться, что российский приоритет в развитии биоминералогии, заложенный трудами В. И. Вернадского и Я. В. Самойлова, будет поддержан новой порослью ученых. Для этого, как минимум, надо включить данную дисциплину в число обязательных для преподавания в медицинских вузах.

НИЧЕГО «ВЗЯТОГО НАПРОКАТ»

К 100-летию со дня рождения Ю. А. Орлова

Морфолог и палеонтолог

Б. А. Трофимов,
кандидат биологических наук
Палеонтологический институт РАН
Москва

«...На долю ученого нередко выпадают неожиданные испытания, но при доброй воле их можно преодолеть, памятуя, что мы в отдельности только «гости на земле», а наука вечна...»

И. Ю. Крачковский. 1945 г.

«**Я** ХОТЯ и несовершенно, однако начну, то будет после меня легче делать...» Эти слова М. В. Ломоносова были написаны на двери рабочего кабинета Юрия Александровича Орлова, крупнейшего морфолога и палеонтолога, многолетнего директора Палеонтологического института АН СССР. Они лучше всего характеризуют его как одного из ученых-новаторов, воспитателя, учителя многих поколений биологов-палеонтологов и скромного человека.

Юрий Александрович просто и тепло описал свое детство и начало научной деятельности в замечательной научно-популярной книге «В мире древних животных»¹. Он родился 12 июня 1893 г. в с. Томышеве Сызранского уезда, Симбирской губернии (ныне Новоспасский район Самарской области). Отец, Александр Федорович, сын сельского священника, член народолюбческих кружков 70-х годов, служащий лесного ведомства, научный работник и педагог, интересовался естествознанием, историей, этнографией, фольклором, написал интересную книгу о происхождении русских географических названий. Мать, врач по образованию, была энергичной, волевой женщиной.

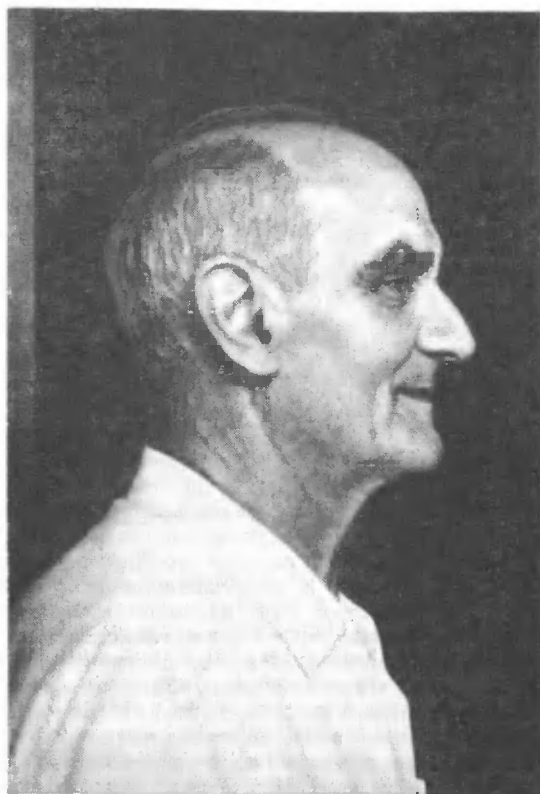
Почти все детство, отрочество и начало юности Юра провел в г. Вельске Вологодской губернии, куда отец переехал вскоре после смерти жены на должность управляющего лесами и лесной промышленностью. Александр Федорович сам воспитывал сына и других детей (их было трое) и, не отдавая в гимназию, подготавливал

к экзаменам на аттестат зрелости. Все дети учились музыке. В детстве Юра много ездил с отцом по лесам, полям, рекам, городкам и селам, что оставило у него неизгладимый след и закалило физически. «Год путешествий равен двум годам учения в университете», — говорил отец. В одну из поездок Юра увидел знаменитые раскопки пермских позвоночных на реке Малая Северная Двина, которые производил В. П. Амалицкий. Эта «незабываемая», по его словам, поездка и замечательная популярная книжка Гетчинсона «Вымершие чудовища» произвели на него сильное впечатление. Он стал собирать остатки ископаемых животных, а однажды «вместе с товарищем ходил за 60 верст на место находки скелета мамонта». Так, еще в детстве у него пробудился интерес к ископаемым животным, особенно скелетам позвоночных, что в дальнейшем повлияло на выбор научной деятельности.

В 1911 г. Юра сдает экзамен на аттестат зрелости и поступает на физико-математический факультет Петербургского университета. По свидетельству его одноклассника и друга П. Г. Светлова, он не сразу избрал специальность: в 1912 г. из математического отделения факультета, куда он поступил, перевелся на естественное по специальности «биология».

Летом 1913 г. работал на Саратовской биологической станции у А. Л. Беннингга, где знакомился с «общим ходом гидробиологических работ и наблюдал развитие... икры селедки».

С осени 1914 г. Орлов начал заниматься гистологией в лаборатории А. С. Догеля



ЮРИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ ОРЛОВ
(12 VI.1893—2 X.1966)

под непосредственным руководством его ассистента А. А. Заварзина, впоследствии крупнейшего гистолога, академика, ставшего для Орлова не только учителем, но и близким человеком. За год до окончания университета, в 1916 г., Заварзин пригласил своего ученика на должность ассистента кафедры гистологии и эмбриологии в только что организованный Пермский университет, где Орлов работал до 1924 г. Тогда же он преподавал гистологию, эмбриологию домашних животных на сельскохозяйственном факультете и анатомию — на медицинском. В 1949 г. он писал: «Прошло много лет с тех пор, но и теперь, когда приходится стоять перед разнообразными трудностями жизни, науки и ее организации, всегда вспоминаешь Пермь и Заварзина». О пермском периоде жизни и работы Юрий Александрович всегда тепло вспоминал и был связан со многими университетскими сотрудниками до конца жизни.

С 1924 по 1935 г. Орлов — сотруд-

ник кафедры гистологии и эмбриологии, возглавлявшейся Заварзиным в Военно-медицинской академии в Ленинграде. С 1925 по 1927 г. руководит отделением развития мозга в Институте мозга им. В. М. Бехтерева.

Орлов начал свою научную деятельность в области гистологии по одному из трудных, но вместе с тем наиболее интересных разделов — строению нервной системы различных беспозвоночных животных, в особенности членистоногих (занимается топографией и нейрональными отношениями в вегетативной нервной системе). Уже в первых работах он выявляет и детально описывает чувствительную иннервацию в мышечных волокнах. В результате тонких и скрупулезных исследований (1922—1930 гг.), в нейрональных взаимоотношениях в ганглиях нервной системы членистоногих (насекомых и ракообразных) обнаружил наличие трехчленной дуги рефлексов. Это позволило применять к вегетативной нервной системе высших беспозвоночных схему Лэнгли, признаваемой ранее только для позвоночных. Его гистологические исследования по нервной системе членистоногих (личинки пластинчатоусых жуков, крупных стрекоз и широкопальных раков), продолжавшиеся более десяти лет, дали интересные результаты и были использованы в капитальных трудах Заварзина. Гистологические работы, цитируемые в сводках, руководствах, учебниках Орлова, — солидный и целостный вклад в науку. В дальнейшем он занялся неврологией пластинчатожаберных моллюсков, а также строением костей и зубов позвоночных.

В 1925 г. в жизни Юрия Александровича произошло событие, резко изменившее всю его дальнейшую жизнь. По рекомендации Преображенского, своего тестя, известного геолога, Орлов на время летнего отпуска едет рабочим геологической экспедиции в Западную Сибирь и Северный Казахстан для изучения континентальных отложений и поисков ископаемых млекопитающих. В этой поездке в долине реки Бетекей (приток р. Ишим), у поселка Селим-Джевар в слоях, ранее считавшихся «немыми», он открыл остатки различных плиоценовых и четвертичных млекопитающих, которые послужили богатым палеонтологическим материалом.

После экспедиции по приглашению А. А. Борисяка изучает собственные сборы по ископаемым позвоночным в Геологическом музее Академии наук СССР, но штатным сотрудником он становится только в 1929 г. Начиная с этого времени наряду с исследованиями по гистологии и



В студенческие годы. Петербург. 1914 г. Из архива Н. П. Орловой.

морфологии Орлов все больше внимания уделяет палеонтологии млекопитающих.

За 36 лет работы в Палеонтологическом институте АН СССР (организованном в 1930 г.) Юрий Александрович последовательно занимает должности научного сотрудника, заведующего отделом, заведующего музеем, а с 1945 г., после смерти Борисяка, — директора (с 1962 г. исполнял обязанности заместителя академика-секретаря Отделения общей биологии АН СССР). За эти годы Палеонтологический институт превратился в одно из крупнейших палеонтологических учреждений мира. С переводом Палеонтологического института в Москву (1935 г.) Орлов вместе с Борисяком организует в 1939 г. первую в Московском университете кафедру палеонтологии, которой руководит до кончины. Наряду с организационной и педагогической работой Юрий Александрович выполняет серию замечательных палеонтологических исследований. В 1928—1930 гг. возглавляет раскопки одного из крупнейших в Азии местонахождений гиппарионовой фауны на Иртыше у Павлодара, рядом экспедиций Палеонтологического института (в Казахстане, на Кавказе, в Киргизии и других районах), давших обширный материал для палеонтологии и зоологии. Много сил отдал Орлов организации больших международных экспедиций — Монгольской (1946—1949 гг.) и

Советско-китайской (1959—1960 гг.), в которых непосредственно участвовал и в которых был собран огромный материал по мезозойским пресмыкающимся и третичным млекопитающим Центральной Азии. Описанные Орловым местонахождения, условия залегания и захоронения ископаемых млекопитающих послужили материалом для тафономии кайнозойских позвоночных.

Орлов не только последовательно развивал биологическое направление в палеонтологии позвоночных, созданное в России трудами В. О. Ковалевского, А. А. Борисяка и П. П. Сушкина, не только распространил привычные методы палеобиологического анализа, но и с успехом стал применять новые методы, в частности в области функциональной палеоневрологии.

Придя в палеонтологию морфологом с большим научным стажем работы в гистологии и анатомии беспозвоночных и позвоночных, Орлов использовал морфофункциональный подход в исследовании ископаемых позвоночных. При изучении млекопитающих неогена он старался, насколько позволял ископаемый материал, детально сравнивать их с родственными формами и, что наиболее важно, восстановить мускулатуру, ее функции и таким образом получить более точные данные по палеоэкологии и филогенезу ископаемых зверей. Так, уже в одной из своих ранних работ о саблезубых тиграх (1936) он не только выявил примитивные черты скелета этих своеобразных вымерших хищников, но и приспособительное значение его особенностей, сравнил их со скелетом и мускулатурой современных кошек и других хищников.

Одна из самых интересных и оригинальных работ Орлова — описание из Павлодарской фауны представителя нового семейства примитивных ластоногих — *Semantor* (по-древнегречески — пророк). Реконструировав мускулатуру семантора и описав механику конечностей, он пришел к выводу о его примитивности и близости к выдрам, с одной стороны (по строению тела), а с другой — к тюленям (по строению дистального отдела конечностей). Семантор, от которого, к сожалению, сохранилась лишь задняя часть скелета, был, вероятно, речным хищником величиной с небольшого тюленя.

Чрезвычайно красива работа Орлова по ископаемым кунницам из с. Гребеники в Одесской области, похожим на медведя и росوماху. Эту гигантскую кунницу Юрий Александрович своеобразно назвал *Peripium ursogulo* (по имени древнеславянского бога грома и молнии Перуна). С исключительным мастерством он описывает морфологию и



На Саратовской биологической станции. 1913 г. Из архива Н. П. Орловой.

функциональные особенности головного мозга перуниума. Как известно, при изучении мозга ископаемых животных приходится иметь дело не с окаменевшим мозгом, а с отливами полости мозговой коробки. Наибольшее соответствие «подлиннику» такого «ископаемого мозга» будет в том случае, если последний более полно отражает рельеф внутренней поверхности мозговой полости, что характерно для некоторых птиц, млекопитающих, в особенности хищных, в связи с ранним зарастанием у них черепных швов. Подобные отливы мозга дают представление о морфологии (извилины, борозды, сосуды и пр.), а следовательно, и о функциональных особенностях и некоторых чертах образа жизни животного, поскольку между цитоархитектоникой мозга (корковыми полями, бороздами) и извилинами имеется определенная связь.

Крупные полушария перуниума с объемистыми височной, теменной и затылочной долями и особенности их строения указывают на большее сходство мозга перуниума и медведя; другие особенности (сильная борозда и прочие извилины) и строение мозжечка — куньего типа.

Суммируя все детали строения черепа и анализируя функциональное (биомеханическое) значение отдельных его элементов, Орлов указывает на особенности палеобиологии перуниума, как преимущественно плотоядного зверя; опасного хищника для различных копытных: гиппарионов, оленей, антилоп и др. Однако слабая жевательная мускулатура и хищнические зу-

бы свидетельствует, что основной пищей перуниума были мелкие животные: грызуны, насекомоядные, птицы, лягушки. Об этом же говорит и сильно развитый мозжечок, особенно его филогенетически древней части червячка (*vermis*). Весьма вероятно поэтому, что перуниумы, несмотря на крупные размеры, проделывали сложные эквилибристические движения и сохранили способность лазания по деревьям. Хорошо развитые височная, теменная и затылочная доли полушарий свидетельствуют о дифференцировке и специализации функций, связанных с этими долями, особенно слуха (височная доля) и зрения (затылочная доля). С другой стороны, в мозге у перуниума слабо развиты лобные доли и извилины (их не больше, чем у маленькой куницы). Эта своеобразная, «дисгармоничная», или инадаптивная, по терминологии В. О. Ковалевского, специализация мозга, по мнению Орлова, могла губительно отразиться на судьбе этих хищников, особенно во второй половине плиоцена, когда леса, влажные лесостепи сменялись сухими степями, полупустынями и, соответственно, менялась фауна млекопитающих. Не приспособившись к новым условиям, они вымерли, уступив место новым, более развитым и пластичным хищникам — лисицам, шакалам и др.

Орлова по праву считают основоположником отечественной палеоневрологии. Его исследования в этой области заметно отличает функциональный подход, что ставит эти работы в ряд крупнейших дости-



Раскопки одного из крупнейших в Азии местонахождений гиппарионовой фауны близ Павлодара. 1929 г.

жений современной эволюционной палеонтологии. Он мечтал еще о ряде работ по палеоневрологии, к которой питал особое пристрастие, и наметил целую программу работ в этой области.

В морфологических этюдах о бифалангии первого пальца наземных позвоночных или большого пальца человека (1934, 1935) Орлов показал, что этот палец, состоящий из трех костей, включает две фаланги и метакарпальную (метатарзальную) кость. Глубокий сравнительно-анатомический анализ привел Орлова к решению вопроса о гомологии костей первого пальца пятипальной конечности — бифалангии первого пальца.

В серии работ по биомеханике черепа четвероногих позвоночных на основании изучения структуры и архитектоники костей черепа, строения гребней, выступов им показано расположение и действие сил давле-

ния и растяжения, указывающие на работу отдельных мышц, что позволяет выяснить способы добычи пищи и питания для ископаемых животных.

Вот основные выводы Орлова по биомеханике черепа позвоночных: при определении траектории сжатия-растяжения, как одного из основных приемов изучения биомеханики черепа как механической конструкции, метод «линий расщепления» Бенингофа применим только к мелким животным, например грызунам. У рыб, стегоцефалов, многих рептилий почти всю механическую нагрузку несет лицевая часть, а у млекопитающих мозговая коробка играет роль амортизатора для лицевой части черепа при ударах, толчках и пр.; в черепах рыб и древнейших тетрапод поверхностные ребристые скульптуры выполняют функцию контрфорсов и практически ничтожна роль мозговой части черепа; вторичное небо имеет важное значение для увеличения прочности лицевой части черепа; костные гребни (на внутренней поверхности мозговой коробки) могут предохранять мозг от сотрясений и играть роль контрфорсов, упрочняющих мозговую коробку; раннее зарастание швов мозговой коробки (например, у куниц и собак) может передавать строение в отдельных частях мозга (его рельеф) и сильно влиять на статику черепа; швы черепа как амортизаторы предупреждают распространение переломов с одной кости на другую; крайне важно индивидуальное преобразование швов в черепах млекопитающего с возрастом и сопряженное с этим превращение крышки мозговой коробки из однослойного купола в двуслойный (наружная и внутренняя компакта).

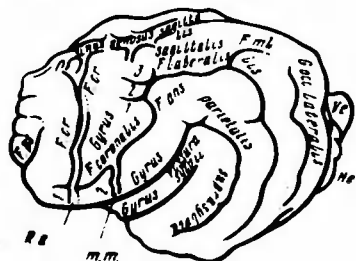
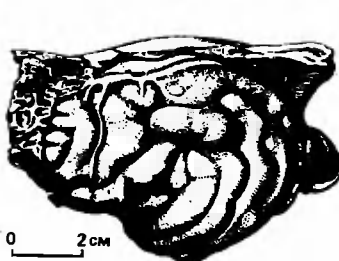
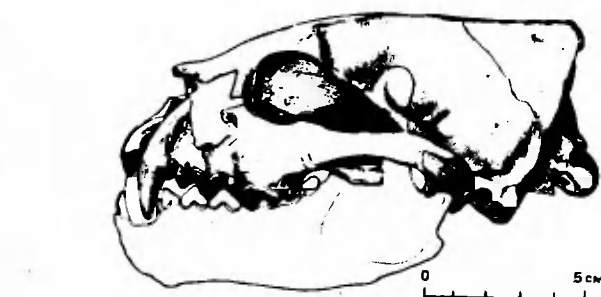
В этих исследованиях — программа нового направления в функциональной морфологии черепа, имеющая большое значение для выяснения образа жизни ископаемых позвоночных, что было блестяще подтверждено им самим.

Последняя крупная работа Орлова посвящена верхнепермским рептилиям дейноцефалам («страшноголовым»), которые были раскопаны в с. Ишеево Татарской АССР и кратко описаны И. А. Ефремовым (1940).

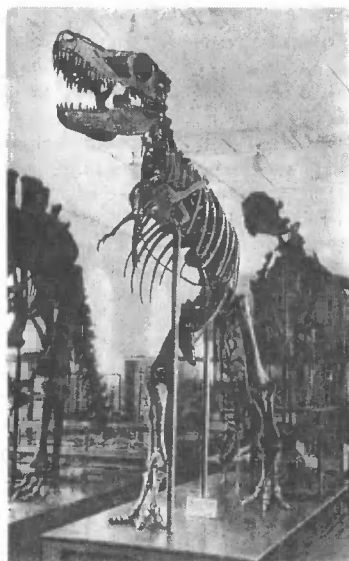
Вероятно, немногим известно, насколько трудна и сложна работа по морфологии древних позвоночных. По точности, детальности описания монография «Хищные дейноцефалы фауны Ишеева (титанозухи)» (1958) может считаться образцовой по анатомическому изучению скелета древних рептилий. Эта работа подтвердила близость найденных в СССР титанозухов семейства бритоподид к североамериканским пе-



Реконструкция семантора — представителя нового семейства примитивных ластоногих из павлодарской фауны. Рисунок А. П. Быстрова.



Череп и естественные отливки головного мозга ископаемой кунции перуниума.



Скелет титанофонейса из семейства верхнепермских рептилий. Татарстан. Музей Палеонтологического института.

Скелет тарбовира. Верхний мел. Монголия. Музей Палеонтологического института.

ликозаврам (сходство с ними больше, чем с дейноцефалами Южной Америки). На основании морфологического анализа среднего уха, зубной системы и других особенностей скелета были сделаны заключения о некоторых чертах биологии титанофонов. Титанофонейс вел крокодилоподобный, полуводный образ жизни, питался, судя по хватательному типу строения рез-

цов и клыков, некрупной рыбой и земноводными.

Исследования Орлова по морфологии, филогении и палеоневрологии млекопитающих в 1948 г. были отмечены премией им А. А. Борисьяка АН СССР.

Одной из важнейших сторон своей деятельности Орлов считал также и популяризацию науки и ее истории. Им написано около 50 научно-популярных статей в журналах «Природа», «Вестник Знания», Большой Советской Энциклопедии, газетах. Его книга «В мире древних животных. Очерки по палеонтологии позвоночных» (1961, 1968, 1985) — одна из лучших книг по палеонтологии, это своеобразный научный трактат, написанный так образно и живо, что интересен не только для специалистов, но и самому широкому кругу читателей. В основу книги легли исследования ископаемых позвоночных, проведенные им самим и другими советскими учеными в нашей стране и Монголии. В ней осо-



В гистологической лаборатории Пермского университета. 1923 г. Слева направо: Ф. М. Лазаренко (преподаватель), О. Мухина (препаратор), А. А. Заварзин (зав. кафедрой), М. Рогозина (препаратор), Ю. А. Орлов (преподаватель), Е. С. Данини (преподаватель).

бенно ярко отражены собственные интересы исследования Юрия Александровича в палеонтологии позвоночных.

В 1959 г. Орловым был основан у нас «Палеонтологический журнал», главным редактором которого он был. В 1958—1964 гг. под его редакцией издано 15 томов «Основ палеонтологии» — крупной энциклопедии по палеонтологии СССР, составленной коллективом советских палеонтологов, зоологов, которая используется биологами и геологами всего мира. Этот труд в 1967 г. был удостоен Ленинской премии.

Юрий Александрович всегда вел большую и разностороннюю общественную деятельность, направленную на развитие естественно-научной пропаганды и материалистического мировоззрения. Помимо огромного труда, вложенного в развитие и популяризацию Палеонтологического музея Академии наук, он провел в нем тысячи экскурсий, прочел сотни общедоступных лекций на заводах, в колхозах, воинских частях. Обладая даром интересного лектора и большой эрудицией, своими лекциями и

статьями в журналах и газетах он привлекал людей к изучению истории развития жизни на Земле. «Где высоко стоит наука, стоит высоко человек», — говорил он.

В последние годы жизни Юрий Александрович уделял много внимания строительству нового большого Палеонтологического музея, который по праву носит его имя.

Юрий Александрович Орлов скоропостижно скончался в октябре 1966 г. Прощались с ним в Московском университете и на Новодевичьем кладбище. Все понимали, что из жизни ушел выдающийся ученый и учитель, человек удивительный и необычный.

Орлов жил и работал в атмосфере большой духовной и научной силы. Общался со многими выдающимися учеными, отечественными и иностранными. Его учителями, помимо отца, были В. М. Шимкевич и В. А. Догель, А. А. Заварзин, А. А. Борисяк; был другом, гостем выдающихся отечественных (А. Е. Ферсман, В. А. Обручев, Л. А. Орбели, В. Н. Сукачев, И. И. Шмальгаузен, Е. Н. Павловский и др.) и зарубежных ученых (Р. Козловский, К. Арамбург, Д. Ватсон, Э. Стенше, А. Гейнц, А. Ромер, Ф. Хюне, Сани и др.). Безусловно, даже кратковременное общение с такими выдающимися учеными «отпечатывалось» в нем.



В Северо-Казахстанской палеонтологической экспедиции. Кызыл-Орда. 1935 г. Сидят слева направо: М. Н. Михайлов, Ю. А. Орлов.

На даче под Москвой. 1960 г. Публикуется впервые. Из архива Н. П. Орловой.

Всю свою жизнь Орлов был связан с молодежью, со студентами. Замечательный лектор, он никогда не читал по шаблону. Все его курсы и лекции были проникнуты творческим энтузиазмом, отличались яркой индивидуальностью, живостью. Он приводил много интересных примеров из деятельности разных ученых, эпизодов из своей жизни, сопровождал шутками, многочисленными иллюстрациями — диапозитивами, таблицами. Когда студент или аспирант приступал к научной работе, Юрий

Александрович обычно сам предлагал тему, но отказывался руководить ею, если она выходила за рамки его компетенции. Лишь в немногих словах он мог выделить основную идею, дать ценные критические советы. Так, начинающему заниматься наукой или впервые собирающемуся в экспедицию он указывал, на что следует обратить внимание, какую литературу читать, как организовать свои знания и жизнь. Многие навсегда запомнили его советы и не только советы.



Дома с женой Н. П. Орловой. Москва. 1966 г.

Всем запомнилась его голова с высоким лбом, орлиный нос, подвижные руки с длинными пальцами, особенно подвижные, когда он говорил, спорил или шутил. Выше среднего роста, несколько сутуловатый, худощавый, очень живой и подвижный, с карими, глубоко сидящими под густыми бровями глазами — издали они казались суровыми, как бы пронизывающими, но вблизи было видно, что в них искрится теплота и отражается добродушие.

Юрий Александрович хорошо знал литературу, особенно классическую, любил музыку и сам играл на рояле. Он прекрасно владел французским, немецким и английским языками, знал латинский и древнегреческий. Ему органически был присущ юмор — любил остроумный анекдот, комический рассказ, что-либо веселое к случаю. Он отличался замечательным постоянством в привязанностях, был незаменимым другом для всех родных и близких. Существенные черты его характера: миролюбивый нрав и принципиальность, скром-

ность и простота в отношениях с людьми, интеллигентность, отсутствие ученого самолюбия и погони за славой, творческая и организаторская инициатива, пылливость к науке, притом весьма разносторонняя. Вследствие глубокой внутренней порядочности различного рода неурядицы и невзгоды тяжело отзывались на нем, но при этом он никогда не злобствовал, старался отметить пристрастие. Воля и выдержка у него были сильные. Юрий Александрович не был равнодушным — всегда близко принимал к сердцу дела Родины и науки. Он выступал против насаждения примитивизма, пренебрежения к достижениям зарубежных и научному наследию многих русских ученых, Юрий Александрович непреклонно отстаивал истинную науку, боролся за развитие палеонтологии и всей биологии, чтобы их положение было на уровне, достигнутом передовыми учеными мира. Это имело тем более существенное значение, что Орлов, будучи академиком, ряд лет занимал пост заместителя академика-секретаря Отделения общей биологии Академии наук СССР — был одним из руководителей биологии в нашей стране.

В трудах каждого крупного ученого можно выделить главные идеи. С ними обыкновенно и связывают его имя. Другими словами, называя ученого, мы невольно припоминаем работы, с которыми соединяем его имя и образ. Орлов не был узким специалистом — его отличала высокая эрудиция в биологии, особенно в морфологии и палеонтологии. В его работах нет ничего «взятого напрокат», все продумано и отработано собственными исследованиями. Среди его трудов первое место занимают неврология, палеоневрология и функциональная морфология главным образом черепа позвоночных.

Юрий Александрович с большим энтузиазмом относился к достижениям в естествознании, и особенно в палеонтологии. Он создал много программ по гистологии и палеонтологии, организовал палеонтологические центры в разных университе-

тах и научных учреждениях страны. Ясно сознавая ограниченность возможностей современного ученого в наш век бурного развития науки и ее специализации, он не стеснялся признаваться в том, что не знает того или другого, ибо жизнь человека коротка, а наука велика и вечна. На личном примере учил, что научная работа заключается в накоплении фактов, путем тщательного исследования ископаемого материала и использования его для обобщений, для выявления закономерностей эволюции.

Долг советских палеонтологов продолжать дело Ю. А. Орлова и его предшественника А. А. Борисяка, обеспечить успешное развитие биологического направления и палеонтологии. Это будет лучшим памятником делу, которому они посвятили жизнь.

Учитель и судьба

Академик Б. С. Соколов
Москва

ДОБРЫЕ и даже близкие отношения с Юрием Александровичем Орловым сложились у нас еще в мои студенческие годы и продолжались 30 лет, вплоть до его скоростной кончины 2 октября 1966 г. Первые встречи произошли на кафедре палеонтологии Ленинградского университета, и относятся они к осени и зиме 1935/36 учебного года. Юрию Александровичу предстояло в третий раз читать на этой кафедре курс палеонтологии позвоночных, начатый им еще в 1931 г. в Горном институте, а мне — впервые его слушать. Но здесь необходимо сделать небольшое отступление, касающееся кафедры и обстоятельств моего появления на ней, иллюстрирующих достаточную свободу в выборе направлений университетского образования в то время.

Прежде чем оказаться на кафедре палеонтологии, я два года проучился на географическом отделении геолого-почвенно-географического факультета, интересуясь,

правда, больше литологией и биологией. Затем прошел напряженный год на геологическом отделении, куда я перевелся по рекомендации Я. С. Эдельштейна и В. М. Тимофеева, а осенью 1935 г. я только что вернулся из длительной полевой поездки с М. Э. Янишевским в бассейн р. Мсты, где мы (пятеро студентов) с огромным интересом занимались палеонтологией и стратиграфией карбона. Для обработки внушительных коллекций нам предстоял выбор палеонтологической специализации; у меня это оказались кораллы и их экология — определилось одно из главных направлений моей дальнейшей научной работы. Если поступая в университет, я мог стать геоморфологом по случайному стечению обстоятельств, то на кафедру палеонтологии я попал совершенно осознанно с помощью тех же наставников, рекомендовавших меня Янишевскому. Дело в том, что после изучения литологии карбонатного ордовика Саблинского района меня чрезвычайно заинтересовали биолиты и биогеохимия, но я остро почувствовал ущербность своих знаний в области палеонтоло-

гии и среды жизни в геологическом прошлом, так как курс палеонтологии прошел учроченный (как студент-геоморфолог), да и не тот, какой мне оказался нужен.

Конечно, на первых порах мне и в голову не пришло, какой крупной удачей было попасть на кафедру Янишевского. Я не только восполнил пробел в своих знаниях, но получил нечто значительно большее: оказался в совершенно новой для меня обстановке общей творческой занятости, взаимных интересов, в атмосфере той интеллектуальной свободы и непосредственности, личного внимания, какой раньше видеть не приходилось. Этот стиль жизни кафедры создавался самым естественным образом, и студенты, интересовавшиеся палеонтологией, легко в него входили. Два обстоятельства несомненно способствовали формированию и сохранению такой обстановки на кафедре: глубоко интеллигентный, деликатный и разносторонне образованный руководитель с близким ему по духу профессорско-преподавательским и аспирантским окружением и географическая обособленность кафедры от главного здания университета, кишевшего политическими страстями. В кафедрально-квартирном доме на 16-й линии Васильевского острова, где обособились палеонтологи, почвоведы, гидробиологи, ихтиологи и некоторые профессора, устойчиво существовал свой особый мир, в центре которого находились научные занятия.

Созданная Янишевским в 1919 г. кафедра была первой университетской кафедрой палеонтологии (а до этого в Томском технологическом институте им был организован в 1902 г. первый палеонтологический кабинет в Сибири). Кафедра оказалась тесно связанной с Геологическим комитетом — ВСЕГЕИ, находившимся при нем Палеонтологическим обществом и с университетскими кафедрами биологического факультета. В окружении последних заключалась ее особая специфика по сравнению с окружением палеонтологии прикладными кафедрами в Горном институте. Роль кафедры особенно возросла к началу 30-х годов в связи с коренной перестройкой геологической службы страны и охватом геолого-съемочными и поисковыми работами огромных новых территорий. Именно к этому времени и относится наиболее яркий профессорско-преподавательский состав кафедры: М. Э. Янишевский (палеонтология беспозвоночных), Ю. А. Орлов (палеонтология позвоночных), А. Н. Криштофович (палеоботаника), А. Ф. Лесникова (крупнейший знаток ордовика), Д. Л. Степанов (биостратиграфия и

палеонтология), Л. Б. Рухин (литология и палеонтология беспозвоночных) и другие.

Участие Орлова в деятельности кафедры, очень близкий его духовному складу, в наибольшей степени помогло биологизации университетской палеонтологии. Будучи воспитанником естественного отделения этого же университета (окончил его в 1917 г.), блестящим гистологом и эмбриологом, еще недавно преподававшим в Военно-медицинской академии, но мужественно решившим окончательно связать свою судьбу с палеонтологией, Юрий Александрович лучше других видел нереализуемый потенциал палеонтологии из-за поверхностной биологической подготовки палеонтологов и преимущественного ограничения науки биостратиграфическими целями. К этому времени он уже давно не был новичком и в геологии, отлично понимавшим ее потери по причинам неполноценности изучения палеонтологического материала. Собственную репутацию выдающегося палеозоолога он прочно укрепил замечательными работами по изучению третичных и четвертичных млекопитающих, а еще раньше — силурийских кораллов.

С началом 30-х годов биологическое направление стало ведущим во вновь созданном А. А. Бориском Палеозоологическом (позднее — Палеонтологическом) институте Академии наук, сотрудником которого со дня основания стал и Орлов. Курс палеонтологии позвоночных Юрий Александрович читал, в основном, как остеологию и функциональную морфологию, справедливо полагая, что точные знания в этой области имеют фундаментальное значение. Но удивительное дело — его лекторское мастерство, юмор и обаяние были столь велики, что, казалось бы, совершенно сухая материя воспринималась с неизменным интересом и весело. Замечу, что с середины 40-х годов этот же курс на кафедре палеонтологии читал с неменьшим мастерством А. П. Быстров, но уже как эволюцию позвоночных. Было увлекательно слушать, но лучше всего запоминались драматические эпизоды в борьбе за выживание.

На меня, да, вероятно, и на всех участников упомянутой «мстинской экспедиции» Янишевского, Юрий Александрович, еще ношивший военную форму, произвел сильное впечатление, и сам он отнесся к нам с большим интересом. Связано это было отчасти с тем, что среди нас находилась молодая Ляля Поленова, которую он помнил еще девочкой среди предпримчивой профессорской детворы Пермского университета. Позднее, когда Е. Н. Поленова стала моей женой, он подарил мне ее превосходный



На ученом совете в Палеонтологическом институте 30 октября 1966 г. Слева — В. Н. Сукачев.

карандашный портрет (художник К. Мешков). Пожалуй, именно тогда Юрий Александрович оказал решающее влияние на наше намерение наряду с палеонтологической специализацией прослушать некоторые курсы на биологических кафедрах. Для меня это было особенно привлекательно, так как и до поступления в университет мои интересы делились между геологией и биологией. Эту склонность Быстров потом называл моей «двухвалентностью» и относился к ней с некоторой настороженностью, поскольку считал, что я преувеличиваю роль среды в эволюции. В результате дискуссий между Янишевским и Орловым родилась целая программа дополнительных занятий по биологии, а я практически весь учебный год провел на биологическом факультете, по вечерам занимаясь кораллами, а позднее попутно и четвертичными моллюсками. Огромную пользу от основательно пройденных курсов зоологии беспозвоночных с большим практикумом, эмбриологии беспозвоночных, общей и частной гидробиологии, экологии и биометрии я чувствовал всю жизнь.

Весной 1937 г. я с отличием окончил университет, написав первую работу по хететидам, с интересом вскоре воспринятую В. А. Догелем, а позднее В. Н. Беклемишевым, но раскритикованную Н. Н. Яковлевым. Закончился зигзагообразный путь моего университетского образования. Я не стал, как предполагалось, биогеохимиком, но стал геологом и палеонтологом, чему прежде всего обязан профессорам кафедры палеонтологии и кафедры исторической геологии, и в первую очередь моим выдающимся университетским учителям М. Э. Янишевскому, Ю. А. Орлову и А. Н. Криштофовичу. Конечно, я должен бы продолжить этот список, но уже не в связи с кафедрой палеонтологии, с порога которой для меня открылись и понимание своего призвания, и самый смысл научных исканий.

Янишевский был намерен оставить меня в аспирантуре кафедры, но усилия оказались тщетными (помешала недостаточная просветленность моего «общественного лица»). Тогда он добился моего зачисления на должность ассистента и уже с осени 1937 г. поручил, помимо практических занятий, читать краткий курс исторической геологии с основами палеонтологии для студентов географической специальности. Положение штатного сотрудника кафедры, полупро-

ная педагогическая нагрузка и здесь же продолжавшиеся палеонтологические исследования на протяжении четырех лет заставили большую часть времени проводить на кафедре. Встречи и разговоры с Орловым стали особенно частыми. Он любил заглядывать в мою беззаконную малюсенькую комнату, отделенную от просторной бывшей уборной, где я занимался микроскопическим изучением шлифов кораллов и их рисованием с помощью фотоувеличителя (ах, как это помогало осмысливанию морфологии скелетных структур!) и где я, в частности, однажды убедил Юрия Александровича, что установленный им некогда новый род *Parafavosites* из ферганского силура — обычный фавозитес с изящно внедрившимися в его структуру тибулярными червями-комменсалистами. А однажды он мне сказал: «Ну вот, Фауст, здесь вы все и сделаете, а как только получите большой светлый кабинет, так и перестанете работать — не дадут». Насколько он был прав, я понял много позднее, хотя вскоре и перебрался в более просторную комнату к Альдоне Федоровне Лесниковой, с которой нас связывала глубокая взаимная симпатия.

На кафедре я чувствовал себя в совершенно домашней обстановке, Янишевский всячески поощрял мои исследования, терпеливо выслушивал наивные, а иногда и дельные мысли, выпустил с докладами в Палеонтологическое общество, но в «высший свет» меня ввел Ю. А. Орлов. Как известно, вместе с Академией наук в 1934 г. в Москву перебазировался и Палеонтологический институт, сотрудником которого продолжал оставаться и Юрий Александрович, совмещая эту свою деятельность с профессорской на кафедре палеонтологии Ленинградского университета вплоть до 1941 г. Московскую часть Палеонтологического института составили главным образом специалисты по морским беспозвоночным, и среди них образовалась превосходная группа кораллистов. Мне было очень важно с нею познакомиться, а также с коллекциями Павловского музея и библиотекой Московского общества испытателей природы. Юрий Александрович не только помог все это осуществить, но и представил меня А. А. Борисяку, давшему ход моим первым публикациям в «Докладах АН СССР», издававшихся в то забытое время еще на двух языках. В дальнейшем мои палеонтологические статьи представлял и В. И. Шмальгаузен, а геологические — Б. А. Обручев.

С обоснованием Палеонтологического института в Москве у Борисяка возникла идея организации кафедры палеонтологии в

Московском университете, поскольку с 1930 г. кафедра палеонтологии сохранилась только в Московском геолого-разведочном институте (заведующий В. В. Меннер). Организационные хлопоты и фактическое руководство кафедрой с 1939 г. естественным образом выпали на долю Орлова, получившего хороший опыт этой деятельности в Ленинграде. Острейшей проблемой на первых порах явились наглядные пособия и учебные коллекции, чем была богата кафедра палеонтологии ЛГУ, располагавшая полным комплектом знаменитых Кранцевских таблиц. По просьбе Юрия Александровича значительная часть этих пособий готовилась под моим руководством группой студентов: часть таблиц копировалась, но были и оригинальные изображения. Работа была закончена перед самой войной; Юрий Александрович внимательно проверял точность рисунка, отвергая графические вольности некоторых весело настроенных художников. Не знаю сохранилось ли за эти полвека что-либо из вклада кафедры палеонтологии ЛГУ в кафедру палеонтологии МГУ, но смело могу сказать, что Московский университет в лице Юрия Александровича приобрел одного из самых блестящих палеонтологов страны, к тому же прирожденного профессора.

В годы Великой Отечественной войны я оказался вдали от Ленинграда и Москвы, так как в самый канун трагических событий улетел в Западный Китай для геологических исследований в Восточном Тянь-Шане и прилегающих пустынях (не помню, одобрил ли этот новый зигзаг Орлов, но к нему очень сочувственно отнеслись Криштофович и Эдельштейн), а затем занимался нефтепоисковыми работами в Казахстане и Средней Азии, где я провел уже ранее два сезона в 1936 и 1938 гг. О семействе Орловых имел в эти годы сведения эпизодические и скудные, знал, что часть Палеонтологического института оказалась в Киргизии, но наши пути пересеклись только однажды с Р. Ф. Геккером.

Запомнилась исключительно сердечная встреча с Юрием Александровичем в Москве, после возвращения в 1945 г. моего семейства в Ленинград, когда уже не стало Борисяка (он скончался 25 февраля 1944 г.), а Юрий Александрович занял пост директора Палеонтологического института. С окончанием войны чрезвычайно оживились научные интересы в обществе, а геология получила мощный импульс для своего развития, связанный с огромными потребностями в новых источниках минерально-сырьевых ресурсов. На палеонтологию это отразилось самым не-

Ю. А. Орлов и Д. В. Обручев
(справа) в Осло, 1966 г. Из архива
О. П. Обручевой.



посредственным образом, поскольку на ней базировалась стратиграфическая основа среднемасштабной геологической съемки и новой программы опорного и поискового бурения. Это в одинаковой мере затронуло как теоретическую, так и особенно прикладную палеонтологию. Руководимый Орловым институт стал инициатором целой серии специальных научных сессий, получивших название Борисьяковских в память директора-основателя.

Регулярные сессии (1945—1951 гг.), руководимые Орловым, сыграли выдающуюся роль в совершенствовании научного уровня проводимых в стране палеонтологических исследований. В их работе принимал участие и я, но уже как представлявший стратиграфо-палеонтологическое направление Ленинградского института ВНИГРИ — ведущего научного учреждения Министерства нефтяной промышленности, а позднее — Министерства геологии СССР. Пожалуй, наибольшее значение имела сессия — межведомственное совещание 1951 г., проводившееся совместно с Институтом геологии АН СССР. Как важнейшие тогда были сформулированы следующие задачи: исследования в области систематики и филогении, составление справочных и методических руководств, постановка разного типа монографических исследований — как базы доброкачественных определительских работ в палеонтологии и комплексная разработка методов биостратиграфического анализа. Это была как бы прелюдия к двум будущим фундаментальным предприятиям — подготовке многотомных «Основ палеонтологии» (возглавил Ю. А. Орлов) и организации Меж-

ведомственного стратиграфического комитета (возглавил Д. В. Наливкин).

Однако далеко не все в эти годы выглядело так вдохновляюще. В 1948 г., как известно, состоялась роковая сессия ВАСХНИЛ и начался разгул лысенковщины. При высочайшем покровительстве «ученого-новатора» и скованности многих ученых страхом событие это имело длительные катастрофические последствия для развития биологических наук, да и не только их, поскольку возникший феномен мракобесия приобрел общенаучный смысл. Не осталась в стороне от нападков палеонтология и, конечно, Палеонтологический институт и другие коллективы этого профиля. Самым печальным было то, что свою лояльность «руководящим указаниям» поспешили выразить не только всегда единодушные безликие массы, но и многие палеонтологи и геологи-профессионалы. Именно они говорили о «мичуринской палеонтологии», об антагонизме между генетикой и палеонтологией, «творческом дарвинизме», «стратиграфических видах», отличных от биологических, о том, что сессия ВАСХНИЛ будто бы открыла безграничные перспективы перед советской биостратиграфией, и т. п. Резко осуждалась эволюционно-теоретическая направленность ряда разработок Палеонтологического института, якобы оторванных от практики «геолого-разведочного дела». Люди моего поколения отлично помнят острейшие дискуссии тех лет, вылившиеся из аудиторий на страницы газетной и журнальной прессы. Орлов глубоко переживал это воинствующее невежество, но больше всего беспокоился за судьбу ин-

ститута, возглавить который легко мог человек с «передовыми взглядами». Но в конечном счете институт отстоял свое право работать по программе, намеченной Борисяком и Орловым. Для Юрия Александровича, не являвшегося еще в то время членом Академии, это была крупная, хотя еще хрупкая победа, так как он не был защищен и академическим званием. По этому поводу он как-то заметил с грустным юмором: «Если в Москве директор академического института не член-корреспондент, то он просто сволочь и с ним никто не разговаривает».

В 1953 г. Юрий Александрович был избран членом-корреспондентом АН СССР, и это существенно сказалось на положении директора и института. С большим подъемом, вместе со своим ближайшим окружением он приступил к разработке программы капитального справочного руководства для палеонтологов и геологов «Основы палеонтологии». Эта работа сыграла очень важную роль в сплочении коллектива института и оказала сильное влияние на консолидацию сил самых квалифицированных палеонтологов страны — всего в работе приняло участие около 200 специалистов. Как один из заместителей главного редактора, в период подготовки «Основ палеонтологии» я очень часто встречался с Юрием Александровичем, и мы периодически собирались в институте для обсуждения различных вопросов этого многосложного издания и принятия к печати очередного из подготовленных томов. Уникальное издание энциклопедического типа, содержащее огромный оригинальный материал, было опубликовано в 15 томах в 1958—1964 гг. Ленинская премия увенчала этот мирового значения труд. Могу с полным основанием утверждать, что сейчас, с приближением к концу века, подобный труд был бы для нас непосильным: нет ни равного Орлову авторитетного вдохновителя, ни необходимого состава исполнителей, ни прежнего энтузиазма, питавшегося прежде всего научной увлеченностью.

С концом 50-х годов связан и ряд других значительных успехов в деятельности Юрия Александровича. К ним относится основание специального «Палеонтологического журнала» (1958), сразу же начавшего переводиться в США; организация проблемных палеонтологических советов, позднее преобразованных в единый Научный совет Академии наук «Пути и закономерности исторического развития животных и растительных организмов». Совет объединил постоянные комиссии по всем типам органического мира, что позднее оказало прямое

влияние и на структуру Международной палеонтологической ассоциации. Особо надо сказать о начале исключительно успешной деятельности Юрия Александровича в международной сфере, в результате которой отечественные палеонтологи и биостратиграфы стали принимать широкое участие в различных мероприятиях и организациях за пределами Союза. Побывав в ряде стран, я увидел, каким огромным уважением пользовался Юрий Александрович и как личность, и как лидер нашей палеонтологии, на что он, впрочем, никогда не претендовал. Необычайно демократичный, европейски образованный, легко находивший контакт со всеми, он вызывал не только широкую симпатию, но и обожание, в чем я не раз убеждался.

В 1957—1958 гг. АН СССР осуществила одно из самых блестящих своих научно-организационных предприятий, создав на востоке страны крупнейший научный центр — Сибирское отделение АН СССР. Вполне естественно, что науки о природе, природных ресурсах и геологии заняли в нем видное место. Ю. А. Орлов сразу же стал одним из ярких сторонников этого, далеко не однозначно воспринимавшегося предприятия, в котором увидел редкую возможность и необходимость постановки широких палеонтологических и биостратиграфических исследований. Благословляя меня на их организацию и руководство, Юрий Александрович с воодушевлением вспоминал свое собственное участие в создании в 1916 г. Пермского университета, где он впервые начал педагогическую деятельность, еще не завершив курс Петербургского университета.

В короткое время в Сибири сформировался совершенно новый крупный центр стратиграфо-палеонтологических исследований в Институте геологии и геофизики, получивший самую эффективную поддержку со стороны Орлова и Палеонтологического института (литература, консультации, подбор кадров, вовлечение в различные национальные и международные программы). Уже в начале 60-х годов сибирский центр сам стал базой общесоюзных и международных конференций и симпозиумов, а осенью 1965 г. Юрию Александровичу впервые удалось побывать в новосибирском Академгородке и познакомиться с результатами работ, в которые он так много вкладывал забот и интереса. Он приехал во главе большой группы виднейших палеонтологов Франции, Германии, Дании, Польши для участия в первом Международном симпозиуме по палеонтологии докембрия. Палеонтология

докембрия оформлялась в новое направление исследований, раздвигавшее летопись жизни и биосферный процесс на Земле от таинственного «популяционного взрыва» в кембрийском периоде (около 550—570 млн. лет) до раннего архея (3,5—4 млрд. лет).

Это была моя последняя продолжительная встреча с Юрием Александровичем Орловым — человеком, с которым оказались так тесно связанными и мои занятия палеонтологией, и судьба в науке. Через год его не стало.

В отличие от многих моих коллег-геологов, односторонне воспринимающих палеонтологию только через стратиграфию — действительно фундаментальную для геологии науку, я хорошо усвоил, что глубинные основы палеонтологии находятся в биологической теории и самом широком подходе к изучению бесконечно длительно-

го биосферного процесса на Земле, что огромное естественно-историческое значение палеонтологии проистекает прежде всего из ее пограничного положения между биологией и геологией. В этих представлениях я никогда не отходил от идей В. И. Вернадского, А. А. Борисяка и Ю. А. Орлова. Поэтому, оказавшись в 1975 г. по воле Академии в Москве, я с готовностью принял предложение Л. П. Татарина организовать в Палеонтологическом институте АН лабораторию палеонтологии докембрия и глубоко удовлетворен тем, что она нашла свое место в учреждении, носящем имя одного из моих замечательных учителей. Всякий раз, входя в вестибюль Палеонтологического музея (лаборатория разместились в его стенах), я с благодарностью всматриваюсь в благородные черты чуть усталого и доброго лица Юрия Александровича Орлова, теперь уже воплощенного в бронзе.

НОВОСТИ НАУКИ

Физика

Новые долгоживущие изотопы элемента 106

В апреле 1993 г. в Лаборатории ядерных реакций Объединенного института ядерных исследований (ОИЯИ, Дубна) совместно с Ливерморской национальной лабораторией им. Э. Лоуренса (США) успешно выполнен крупномасштабный эксперимент по синтезу новых, необычайно тяжелых изотопов элемента 106 в реакциях полного слияния ускоренных ионов ^{22}Ne с ядрами мишени из ^{248}Cm .

Подготовка этого уникального эксперимента заняла три года и явилась примером плодотворного международного сотрудничества. В экспери-

менте использовались мощные пучки установки У-400, дубненского циклотрона тяжелых ионов, и созданная в ОИЯИ высокоэффективная установка для экспериментов по синтезу новых элементов — газонаполненный магнитный сепаратор продуктов реакций полного слияния ядер. Сепаратор был оснащен разработанной и созданной в Ливерморе и Беркли системой позиционно-чувствительных стриповых полупроводниковых детекторов большой площади. Отвечающая самым современным требованиям система регистрации, накопления и анализа многопараметровой экспериментальной информации также была создана в Ливерморской лаборатории. Из экзотического и сильно радиоактивного материала ^{248}Cm , который сам является искусственным элементом, были из-

готовлены высокостойкие мишени, выдерживающие в течение десятков суток сильные тепловые и радиационные нагрузки мощных пучков тяжелых ионов циклотрона У-400.

Эксперимент продолжался 30 дней и завершился открытием двух нейтроноизбыточных изотопов элемента 106 с массовыми числами 265 и 266. Обнаружено, что основной модой радиоактивного распада обоих новых ядер является α -распад, а не спонтанное деление на два осколка. Такие свойства означают существование новой области сверхтяжелых элементов, необычайно стабильных относительно спонтанного деления. Этот результат открывает совершенно новые перспективы для дальнейшего кардинального развития работ по синтезу новых элементов таблицы Менделеева.

Р. Ж. Гаюи — аббат и ученый

П. Л. Дубов,

кандидат геолого-минералогических наук
Институт технической эстетики
Санкт-Петербург

В. А. Франк-Каменецкий,

доктор геолого-минералогических наук
Санкт-Петербургский государственный университет

И. И. Шафрановский,

доктор геолого-минералогических наук
Горный институт
Санкт-Петербург

В ФЕВРАЛЕ 1993 г. исполнилось 250 лет со дня рождения великого французского кристаллографа, одного из основоположников структурной кристаллографии — аббата Рене Жюста Гаюи (1743—1822).

Его судьба не оставляет нас равнодушными не потому, что его жизнь была полна какими-либо внезапными поворотами судьбы (хотя они и были), мгновенными озарениями (а были и они), но в силу совершенно иных причин, которые нашим современникам, быть может, окажутся ближе и понятнее. Он жил в эпоху перемен и оставался самим собой, не претендовал на мирскую славу — и имел ее, не преклонял колена перед сильными мира сего и пользовался уважением современников и потомков. В его лице — не противоречия, а дополняя друг друга, слились Религия и Знание, истинная, нерассуждающая вера и проникновенный разум натуралиста.

Он родился первенцем¹ в семье суконщика недалеко от Парижа, в городке Сен-Жюст-ан-Шоссе, и его жизненный путь вначале вполне укладывался в традиционную



Р. Ж. Гаюи. Гравюра неизвестного художника.

© Дубов П. Л., Франк-Каменецкий В. А., Шафрановский И. И. Р. Ж. Гаюи — аббат и ученый.

¹ Младший брат Рене Жюста Валентин Гаюи (1745—1822) известен как изобретатель оптического телеграфа и методик обучения детей с дефектами зрения и слуха. Много лет провел в России (Санкт-Петербурге). В 1903 г. в их родном городке установлен памятник обоим братьям — Валентин сидит, привлекая к себе слепого мальчика, а Рене, стоя, держит в руках кристалл исландского шпата.

схему прилежного, набожного и способного ученика из небогатой семьи. Именно поэтому родители выбрали для него духовное образование и даже переселились для этого в Париж. После окончания Наваррской духовной коллегии исключительно прилежный и скромный юноша был оставлен для продолжения образования, попутно получив (в 1765 г.) степень лиценциата Сорбонны,

и в 27 лет был возведен в сан аббата и стал каноником коллегиальной церкви Сент-Морис-д'Уарон. И здесь, пожалуй, первое замечательное проявление «Случая» (или «Промысла»?). Преподавая латынь и богословие в родной для него коллегии, молодой аббат, всегда строго одетый, в черной сутане, пристрастился к прогулкам в Ботаническом саду и обрел там в качестве собеседника и друга Ш. Ломонта (1727—1794), преподавателя словесности (той же коллегии) и страстного поклонника ботаники. Это оказалось большой удачей для... кристаллографии.

Любой религиозный человек с инстинктом «ученого» побудительным мотивом своего творчества ставит вопрос: в чем и как проявляется в природе замысел Творца? Витавший в воздухе со времен раннего средневековья, этот вопрос нашел теологические оправдания. Поэтому католическая церковь поощрительно относилась к научным занятиям и тем самым обеспечила первый шаг к технической революции XVI—XVII вв. в Европе. Не стоит забывать и того, что в период средневековья и фактически до середины XIX в. в жестко организованном сословном обществе не принадлежавшему к высшему сословию даже гениальному человеку прямой путь «наверх» был практически закрыт, и существовало только два способа добиться своего: через церковную систему образования и выдвижения (церковь не обращала внимания на происхождение человека — главное состояло в способностях и послушании) и, частично, через органы власти или армию.

В те времена Ботаническим садом руководил знаменитый натуралист Ж. Бюффон, (1707—1788), превративший его в первоклассное научное учреждение. Описание коллекций, в том числе по минералогии, палеонтологии, зоологии, сделанное Л. Ж. М. Добанбоном (1716—1800), привело к возникновению Музея естественной истории с богатейшими и упорядоченными (по К. Линнею) коллекциями.

Именно там прослушал Гаюи лекции Добанбона по минералогии, изменившие его жизнь. Минералогия и кристаллография пленили его.

Со временем через его руки прошли, наверное, основные драгоценности французского королевского двора, большая часть частных коллекций камней, не оставив в его душе и мимолетного следа зависти или желания обладать ими как ценностью или знаком власти. Равнодушие к мирским проявлениям власти, славы, денег в конце концов спасло его в кровавой мясорубке революции.

ESSAI D'UNE THÉORIE SUR LA STRUCTURE DES CRYSTAUX, APPLIQUÉE A PLUSIEURS GENRES DE SUBSTANCES CRYSTALLISÉES;

Par M. RENE HAÛY, de l'Académie Royale des Sciences, Professeur d'Humanités dans l'Université de Paris.



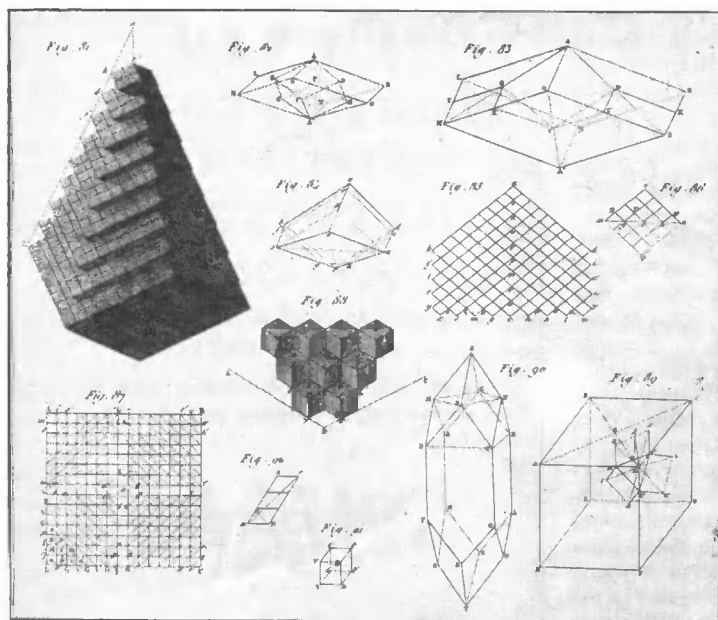
A PARIS,
Chez GOGUÉ & NÉDE DE LA ROCHELLE, Libraires,
Quai des Augustins, près le Pont Saint-Michel.

M. DCC. LXXXIV.
Sous le privilège de l'Académie.

Титульный лист классической работы Р. Ж. Гаюи, где впервые изложена его теория структуры кристаллов, — «Опыт теории структуры кристаллов и ее применение к разнородным кристаллическим веществам» (Париж, 1784).

Глядя на бесконечное многообразие кристаллических форм, Рене Жюст Гаюи неминуемо задавал себе вопрос об их первоисточниках. И здесь, как это иногда бывает, ему на помощь пришел случай. В 1829 г. в своей академической речи знаменитый Ж. Кювье приводит такую легенду об истоке открытия Гаюи одного из законов кристаллографии.

«Рассматривая разные минералы у одного из своих друзей... он уронил красивую друзу кальцита, кристаллизовавшуюся в призмах. Одна из этих призм разбилась, но не на призмы, а на мелкие ромбоэдры. Гаюи собрал осколки, рассмотрел их грани, наклон граней, углы. К великому его удивлению он обнаружил, что они такие же, как у исландского шпата... вернулся в свой кабинет, взял шпат, кристаллизовавшийся в форме шестигранных пирамид... попробовал его разбить и снова обнаружил тот же ромбоэдр



Построение кристаллов в форме ромбоэдра и пентагондоедра из кубических «примитивных форм» по Гаюи (чертеж Гаюи из атласа, приложенного к его двухтомному «Курсу кристаллографии». Париж, 1822).

...разбил третий кристалл, который он назвал чечевицеобразным; и снова в центре обнаружился ромбоэдр и вокруг него более мелкие ромбоэдры. «Все найдено!» — воскликнул он.²

Не правда ли, эта легенда похожа на «ванну» Архимеда и «яблоко» Ньютона?

К 1781 г. гениальная догадка Гаюи о том, что всякое кристаллическое вещество характеризуется своим «ядром», «примитивной формой», неизменной для всех его кристаллов и отличной от соответствующих форм других вещества, была сформулирована в двух статьях, посвященных структуре гранита и кальцита. Впоследствии эта идея стала центральной для всей структурной кристаллографии. Выяснилось, что в разных минералах «примитивная форма» различна. В исландском шпате это — ромбоэдр, в гранате и пирите — куб, в плавиковом шпате — октаэдр, в гипсе и барите — прямые четырехгранные призмы, но с разными углами их оснований.

Различные формы возникают вследствие того, что эти примитивные многогранники могут в разных пропорциях налагаться на основные грани ядра. Восстановив в памяти свои знания по геометрии, Гаюи берется за вычисления и получает геометрическое подтверждение своих вначале чис-

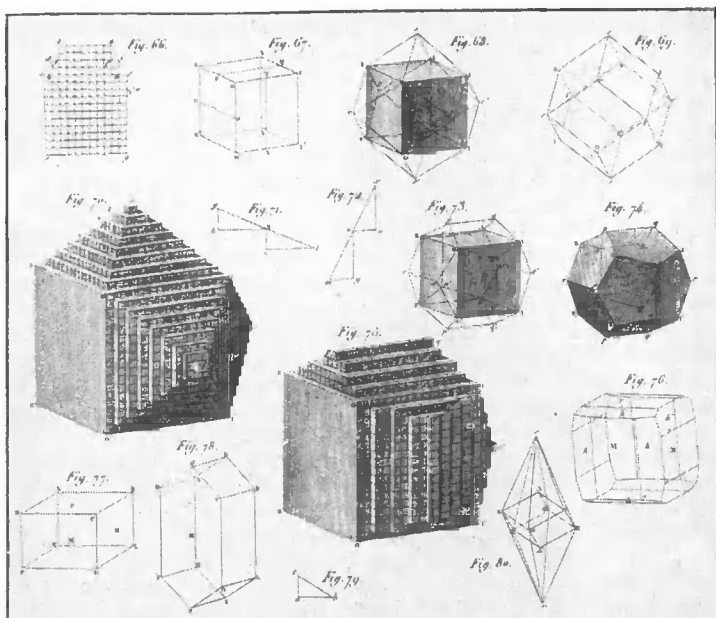
то интуитивных соображений — угловые характеристики кристаллических форм совпадают и в теории, и на практике. При этом выясняется, что в большинстве случаев формы выводятся «по закону убывания» при условии, что оно реализуется в простых пропорциональных отношениях. Это — новый закон организации кристаллического состояния, впоследствии известный как закон рациональности параметров или закон кратных отношений Гаюи.

Следует отметить, что, как это всегда почти случается в науке, путь от догадки к ее подтверждению не понравился тем, кто движется, уповая на практику как основное мерило полученных результатов. В числе оппонентов никому в то время неизвестного аббата оказался великий французский кристаллограф Р. Делиль (1736—1790), первооткрыватель закона постоянства углов, автор курса лекций «Опыт кристаллографии» (1772). Намекая на Гаюи, искавшего истину в обломках расколотого кристалла, он пишет во введении ко 2-му изданию своей «Кристаллографии» (1783) о «нововводителях в кристаллографии, которых приличнее называть кристаллоклетами»³ (т. е. разбивателями кристаллов). В частности, он отмечает: «...я полагаю, что прежде чем пытаться про-

² Цит. по: Шаскольская М. П., Шафрановский И. И. Рене Жюст Гаюи. М., 1981. С. 13.

³ Цит. по: Узевель В. История индуктивных наук. СПб., 1869. Т. 2. С. 277.

Построение кристаллов кальцита в форме дитригонального скеленоэдра из ромбоэдрических «примитивных форм» [чертеж Гаюи из того же атласа].



никнуть в тайну природы, осуществляющей бесконечно разнообразное расположение молекул в любом кристаллическом веществе, следовало бы начать с изучения всех разнообразных форм, которые способны принять один и тот же вид кристалла»⁴.

История помирила оппонентов: и по сей день никто не знает, сколько простых форм и какие из них могут проявиться при кристаллизации минерала, в особенности сложного состава. С другой стороны, не таким простым оказался и геометрический путь.

Вопрос о взаимоотношении формы и структуры, впервые четко поставленный О. Браве (1811—1866) — кстати, верным последователем Гаюи — в виде закона, впоследствии получившего его имя, не разрешен по сей день в том виде, который удовлетворил бы обе стороны, несмотря на серьезные усилия, предпринимавшиеся целой плеядой европейских (в том числе и русских) ученых. Вероятно, есть некий неопределяемый остаток, если угодно, некая свобода воли у Природы, позволяющая уходить от необходимости точного соблюдения определенных, раз и навсегда заданных правил. Вероятно, в такой форме поставленный вопрос не вызвал бы затруднений у Гаюи,

и его ответ был бы прост и внятен: «Никакой математический инструментарий не может до конца исчерпать Божий промысел».

Как не вспомнить здесь нашего великого соотечественника Евграфа Степановича Федорова⁵. Не обладая смирением и скромностью Гаюи, он так и не смог договориться с математиками, которые могли бы, при желании, перепроверить его результаты, в то время как Гаюи все свои геометрические построения отдал на суд Безу (1730—1783) и Лапласу (1749—1827). Это немедленно принесло свои плоды, и уже в 1781 г. по их рекомендации он представляет свои труды в Академию, а 8 февраля 1783 г. скромный аббат становится «бессмертным», опередив Р. Делиля, не прошедшего по результатам голосования в 1780 г.

Как отметил В. И. Вернадский, «быстрое развитие науки о кристаллах почти немедленно оставило в стороне Ромэ Делиля», однако теперь ясно, что далеко не все из того, что было накоплено им, следует игнорировать. В 1784 г. выходит книга Гаюи «Опыт теории структуры кристаллов и ее

⁴ Цит. по: Шафрановский И. И. История кристаллографии с древнейших времен до начала XIX столетия. Л., 1978. С. 218.

⁵ Дубов П. Л., Франк-Каменецкий В. А., Шафрановский И. И. Интуиция и расчет // Природа. 1991. № 12. С. 36—42.

⁶ Вернадский В. И. Основы кристаллографии. М., 1903. Т. 1. С. 13.



На карикатуре изображен выход двух французских академиков — Гаю и известного французского химика барона Л. Ж. Тенара после академического заседания, где между ними, видимо, разгорелась бурная дискуссия. Как видно по выражению лиц, победила Гаю.

применение к разнородным кристаллическим веществам».

Через год Гаюи уходит в отставку и целиком посвящает себя науке, ведя замкнутый, аскетический образ жизни. Таким он и остался в памяти современников — в черной сутане, хрупкий, предельно скромный и невзыскательный человек громадной внутренней силы и цельности. Это только способствовало тому, что с каждым годом его учение завоевывало все новых и новых сторонников.

В архиве Кювье имеются записи зоолога Ж. Сент-Илера (1772—1844), из которых следует, что Гаюи в марте 1792 г. читал свой «Курс кристаллографии» господам Лавуазье, Лапласу, Фуркруа, Гитону де Морво, Бертолле. Какова аудитория?!

Впрочем, 12 августа 1792 г. в келью Гаюи врываются вооруженные люди и аре-

стовывают его за то, что он отказался присягнуть в верности революционному правительству. Историки утверждают, что Сент-Илер спас своего учителя фразой: «Лучше простить упрямого аббата, чем казнить хорошего ученого».

А в разгар якобинского террора в 1793 г. Лавуазье, Кулон, Лаплас были объявлены «не заслуживающими доверия по недостатку республиканской доблести и ненависти к королям». Лавуазье, наиболее непримиримый и резкий, — казнен. Кювье отмечает в связи с этим, что «в то время как Лавуазье был арестован, Борда и Деламетр были отстранены, только Гаюи, этот священник, не приведенный к присяге, ежедневно выполнявший все свои церковные службы, только он мог ходатайствовать за них, что он и делал без колебаний и без промедления. В такую эпоху его безнаказанность была еще удивительней, чем его мужество»⁷.

⁷ Цит. по: Уззель В. Цит. соч. С. 288.

К счастью, на этом испытания Гаюи окончились, поскольку после коренной перестройки Академии наук и высшей школы он оказался не только членом реформированной Академии, но профессором Парижского горного училища (1795—1802), а затем — хранителем кабинета минералогии Горного корпуса. К концу века ученый подготовил фундаментальный труд «Курс минералогии», опубликованный в 1801 г. В 1802 г. приказом Наполеона он назначен хранителем кабинета минералогии в Музее естественной истории и профессором минералогии. В этом же году, после восстановления прав католической церкви во Франции, Наполеон утверждает Гаюи почетным каноником собора Парижской богородицы.

В воспоминаниях А. Н. Крылова приводятся сведения, свидетельствующие не только об авторитете Гаюи как ученого, но и мудрости Наполеона.

«8 февраля 1803 года Бонапарт в следующих выражениях поручает члену Института, знаменитому минералогу аббату Гаюи составить элементарный учебник математики для национальных лицеев: «Доверие, которое я имею к Вашему высокому таланту, заставляет меня выразить пожелание, чтобы Вы приняли на себя труд составления элементарного учебника для класса математики национальных лицеев».

Вы заняты важными работами, но я жду от этого труда наибольшую пользу, на которую можно рассчитывать, — это распространение ясности в столь важной области человеческих знаний. Я желаю, чтобы Вы всецело занялись этим делом и закончили его к началу будущего года.

Я ожидаю от Вас доказательства Вашей преданности и Вашего рвения».

Замечательно, что такое поручение он возлагает не на присяжного математика, как Лагранж, Лаплас, Фурье, Монж, Прони и пр., а на аббата-минералога, сумевшего внести ясность в теорию строения кристаллов, можно сказать, создав ее заново. Ясность же в изложении математики Наполеон ставил в первую голову»⁸.

В наполеоновской Франции Гаюи обретает общеевропейскую известность: в 1806 г. его избирают иностранным членом Российской Академии, позже — академик Берлина, Мюнхена, Стокгольма, Лиссабона, Лондонского Королевского общества.

За написание «Курса элементарной физики для лицеев», выдержавшего три изда-

ния (1803, 1806, 1820), его награждают орденом Почетного легиона.

В 1817 г. он издает «Трактат о физических свойствах драгоценного камня», и за несколько месяцев до кончины, последовавшей 3 июня 1822 г., выходят двухтомный «Курс кристаллографии» и второе издание «Курса минералогии».

Европейская слава привлекла к нему множество учеников, последователей, слушателей, студентов. А личные свойства как человека и ученого позволили ему стать родоначальником и описательно-минералогической, и структурно-геометрической кристаллографии.

Не была чужда ему и нарождавшаяся в те времена русская наука. Среди его слушателей в первую очередь стоит отметить П. А. Рахманова (1770—1813), одного из зачинателей отечественной математики, убитого, к сожалению, в Лейпцигском сражении 18 октября 1813 г.⁹

Учеником Гаюи был и известный в России ученый А. Я. Купфер (1799—1864), известный метеоролог, кристаллограф, академик; автор русских учебников по минералогии и кристаллографии Г. И. Фишер фон Вальдгейм (1771—1853) и Э. И. Эйхвальд (1795—1876). Труды Гаюи были известны в России как в оригинале, так и в многочисленных изложениях в работах минералогов В. М. Севергина и Н. Щеглова¹⁰.

Правда, в XIX в. на русский язык целиком был переведен лишь труд «Техническое распределение драгоценных камней с отличительными признаками их, извлеченные из сочинений аббата Гаюи членом-учредителем графом Г. К. Разумовским с прибавлением и замечаниями по собственным его наблюдениям» (СПб., 1833). И только в 1962 г. в серии «Классики науки» вышел сборник Р. Ж. Гаюи «Структура кристаллов».

Естественно, что кристаллографы России, начиная с Н. И. Кокшарова и в особенности Е. С. Федорова, усвоили идеи Гаюи и его наиболее яркого последователя — О. Браве.

Вероятно, самое поучительное в творческом наследии ученого — это тончайшая гармония между умозрительными геометрическими построениями и сугубо практическими вычислениями кристаллических форм.

Ему поклонялись и специалисты по описательной минералогии, и теоретики-кристаллографы.

⁹ Жихарев С. П. Записки современника. М.-Л., 1955.

¹⁰ Севергин В. М. Подробный словарь минералогический. СПб., 1807. Т. 1. С. V; Щеглов Н. Минералогия по системе Гаюи. СПб., 1824.

⁸ Крылов А. Н. Мои воспоминания. М., 1945. С. 530—531.



Р. Ж. Гаюи с прикладным гониометром и спайной выколкой кальцита. Этот портрет находится в Горной академии в Париже, где Гаюи долгое время был профессором.

В статье «Предмет минералогии; краткая ее история; кристаллы как настоящие индивидуумы неорганической природы» (1867) Н. И. Кокшаров писал: «Но вот является Гаюи, и перед этим великим светилом меркнут почти все другие, ему предшествовавшие... <...> Со времен Гаюи именно началась собственно вычислительная кристаллография, так как он первый применил метод строго математический для рассмотрения кристаллических форм»¹¹.

По воспоминаниям академика М. А. Павлова, П. В. Еремеев преклонялся перед Гаюи и на каждой лекции не забывал упомянуть: «Гениальный аббат Гаюи показал...»¹² У «студизусов» Горного института того времени эта фраза вошла в студенческий фольклор.

О вдохновенной работе Гаюи над изучением кристаллов прекрасно сказал В. И. Вернадский: «Идея о возможности познать путем изучения кристалла форму атомов (молекул), найти, овладевши ею, новые неизвестные явления природы, придавала своеобразную поэтическую окраску его трудам; она вдохнула жизнь в колоссаль-

ную, тяжелую, мелочную работу, сделанную в это время Гаюи и его ближайшими последователями»¹³.

Впрочем, поклонение Гаюи не помешало Еремееву отвергнуть Е. С. Федорова, который в своих работах по геометрической кристаллографии был, быть может, самым последовательным учеником Гаюи. Такова ирония судьбы в науке.

Не касаясь более глубоких корней кристаллографической науки, отметим в заключение, что у Гаюи были и предшественники, среди которых в первую очередь стоит назвать итальянца Дж. Кардано (1501—1576), строившего свои рассуждения о форме кристаллов кварца по аналогии со строением пчелиной ячейки¹⁴, и, конечно же, гениального И. Кеплера (1571—1630), который в маленьком шедевре научно-популярной литературы «Новогодний подарок, или О шестиугольном снеге» вплотную подходит к представлениям о многогранниках, заполняющих пространство нацело и смежных по целым граням. Им выведены куб, ромбодекаэдр и гексагональная призма с пинакоидом. И Кеплер и Гаюи нашли четвертый важнейший многогранник — параллелоэдр — кубооктаэдр. Наиболее близко к Гаюи подошел итальянский ученый Д. Гугапельмини (1655—1710), фактически шедший тем же путем, но на 100 лет раньше, поскольку методом все более мелкого разбиения исходной формы пытался найти элементарные кирпичики материи. Впрочем, и его и Гаюи серьезно озадачили формы, в которых ведущим был октаэдр, поскольку октаэдр заполняет пространство только в паре с тетраэдром (в пропорции: один октаэдр — два тетраэдра).

В трудах Гаюи идея вывода многообразных кристаллических форм из нескольких начальных форм с помощью надстраивания ядра идентичными ему (по форме) многогранниками органично сочеталась с установленным им же законом (закон Гаюи) целых (и малых) чисел в кристаллографии. Содержатся в его трудах и начальные представления о симметрии, о кристаллографических осях, хотя понятий простых форм и их символов он не знал.

¹³ Вернадский В. И. Основы кристаллографии. М., 1904. Ч. 1. С. 15.

¹⁴ Любопытно, что пчелиные соты (в виде ромбодекаэдров) три столетия интриговали умы лучших математиков и физиков Европы. Не миновал этого и Гаюи — в статье, посвященной теориям зерен граната — «О соотношении фигур пчелиной ячейки и додекаэдра граната», написанной в 1792 г.

¹¹ Зап. Минерал. об-ва. 1876. Т. 10. С. 11.

¹² Павлов М. А. Воспоминания металлурга. М., 1943. С. 287.

Разумеется, соотношение между внутренней структурой кристалла и его ограничением опосредованы и спецификой его элементного состава, и условиями роста. Поэтому, если реконструкция форм (прямая задача) всегда имеет однозначное решение, то реконструкция состава (обратная задача) по форме — существенно сложнее и неоднозначнее и по сегодняшний день представляет обширное поле для исследований, несмотря на то, что ею занимались такие первоклассные ученые, как Е. С. Федоров.

Фактически в его работах заложены основы не только структурной морфологии кристаллов, но и всей структурной кристаллографии. Уместно напомнить, что Е. С. Федоров, прямо скажем, достаточно скупой на похвалу, исключительно высоко ценил гений Гаюи и рассматривал его как основоположника теоретической кристаллографии.

Во многом близкими идеям Гаюи проблемами и сейчас занимаются те ученые, которые пытаются вывести «магические числа» многогранников — кластеров, состоящих из идентичных атомов (например, золото). Не исключено, что «наннохимия» кластеров еще вернется, если не ко всем, то к некоторым идеям Гаюи.

Фактически его теория «интегрирующих молекул» (минимальных неделимых далее частиц вещества, сохраняющих его свойства) выводит на параллелепipedальные принципы строения вещества, от которых только один шаг до решетчатого. Но этот шаг в наиболее завершенном виде (из кристаллографов) сделали О. Браве, Л. Зеебер, Е. С. Федоров и А. Шенфлис.

Правильность пути, избранного Р. Ж. Гаюи, подтверждается следующим высказыванием одного из лучших кристаллохимиков XIX—XX вв. В. М. Гольдшмидтом (1888—1947):

«Первое важное положение кристаллохимии выражается законом Гаюи, согласно которому химически однородному веществу соответствует группа кристаллических форм, характерная именно для данного вещества, так что одинаковость и неодинаковость двух веществ можно установить уже по форме

кристаллов... Закон этот до сих пор является основой кристаллохимии, ибо он содержит в себе положение, что кристаллическое строение вещества зависит от химического состава и что изменение химического состава влечет за собой изменение строения кристалла»¹⁵.

Стоит, пожалуй, отметить, что поставленная Гаюи задача соотношения структуры кристалла и форм, которыми он может обладать, оказалась твердым орешком и по сей день интригует сознание многих ученых. Вероятно, самое каверзное в этой проблеме — изначальная несводимость геометрии к химии и химии (физики) — к геометрии.

И если в XIX в. и в первой половине XX в. это не казалось самоочевидным то сейчас, на излете века, контуры «земного» (физика, химия) и «небесного» (геометрия) скорее дополняют друг друга в сознании ученых, чем конкурируют за право владения абсолютной истиной.

От трудов Гаюи ниточка геометрической идеализации мироздания тянется к О. Браве, далее — к Е. С. Федорову, наиболее последовательному «раскалывателю» пространства. Лежащие в основе всех представлений параллелепедры и стереопедры оказались весьма плодотворными не только для математиков¹⁶, но и для современных кристаллохимиков и кристаллографов.

Идея, впервые развитая около двух столетий назад Гаюи, сохраняет свое значение в наш век преобладающего развития структурной кристаллографии не только как исторический памятник, но и как основа для построения на структурной основе полиэдрических концепций разбиения пространства в реальной структуре кристаллов веществ самого различного состава и строения (молекулярные кристаллы, металлы, ионные кристаллы и пр.). И здесь многое еще будет открыто...

¹⁵ Гольдшмидт В. М. Кристаллохимия. Л., 1937. С. 8.

¹⁶ Здесь у Е. С. Федорова оказалась могучая поддержка в лице математиков Г. Ф. Вороного, Д. Гилберта, Г. Минковского, Б. Н. Делоне, заложивших основы «дискретной геометрии пространства».

Закон об интеллектуальной собственности и регистрации открытий

СЕЙЧАС идет подготовка российского закона об интеллектуальной собственности. Необходимость такого закона вполне очевидна и в достаточной мере признана. Однако относительно конкретного содержания будущего закона существуют довольно значительные разногласия. В частности, один из спорных пунктов — вопрос о признании в законе категории «открытие» и, соответственно, о придании открытиям определенного формального статуса и какой-то формы защиты.

Как известно, в СССР существовал Государственный комитет по делам изобретений и открытий, в функции которого входила экспертиза заявок на изобретения и открытия, выдача соответствующих свидетельств (или дипломов, патентов), а также ведение Государственного реестра изобретений и такого же реестра открытий. В 1978 г. в Женеве был заключен договор о регистрации научных открытий на международном уровне (правда, особо широкого размаха такая регистрация не получила). Однако в настоящее время в отечественных научных кругах, в частности в Российской академии наук, распространено мнение о ненужности какого-либо правового оформления открытий, если они не могут одновременно составить и содержание патента. Такая точка зрения, возможно, вполне справедлива в чисто теоретическом, абстрактном плане, но в реальной сегодняшней обстановке она представляется нам ошибочной. Приведем некоторые аргументы в пользу сохранения практики официальной регистрации открытий.

Насколько мы понимаем,

главных аргументов против официальной регистрации открытий — два.

Немедленная экспертиза поданных заявок на открытия — дело хлопотливое и дорогое, а результаты почти всегда будут вызывать сомнения и возражения. Подлинно объективную оценку как достоверности, так и научной значимости исследовательских работ приносит только последующее развитие науки, иногда через много лет.

Согласно ст. 2 Женевского договора международная регистрация не препятствует свободному использованию идей, содержащихся в зарегистрированных открытиях — этим статус открытия резко отличается от статуса патента. Следовательно, автор открытия не получает от регистрации никаких материальных преимуществ. Зачем тогда ему официальная регистрация?

Первый аргумент, мы полагаем, опровергается тем, что ведь и Нобелевские премии часто присуждаются через много лет после того, как были сделаны заслужившие эти премии работы. Так же можно поступать и в отношении открытий. Да так фактически и поступал упомянутый Госкомитет. Стоит пролистать изданные им сборники «Открытия в СССР», как мы сразу встретим подобные случаи. Например, в 1987 г. было зарегистрировано за известным генетиком С. М. Гершензоном открытие с приоритетом от 1947 г. по заявке, поданной в 1985 г.

Теперь о втором аргументе «против». Ну ведь не хлебом же единым (или не долларом только) бывает жив человек! Что дороже для получателя Нобелевской премии: 300 тыс. долла-

ров или всего только два слова — «нобелевский лауреат»? Для всякого ученого важно признание за ним справедливого приоритета. А забвение или тем более игнорирование принадлежащего ему приоритета ученый, естественно, переживает болезненно. Теперешняя же, мягко говоря, сложная, ситуация с научной литературой в нашей стране наряду с экспансией «прихватизационных» устремлений создает благоприятные возможности и для «прихватизации» научных результатов и идей, и не только внутри страны, а и еще более за ее пределами (когда добавляется еще фактор — реальный или мнимый — языкового барьера). Официальная же международная или, по крайней мере, национальная государственная регистрация открытий расставит все приоритеты по своим местам.

Остается еще вопрос о финансировании регистрационного механизма. Женевский договор устанавливал, что международную регистрацию финансируют заинтересованные лица, учреждения или государства. Можно установить, что и процедуру национальной экспертизы и регистрации будут оплачивать заинтересованные научные учреждения или лично сами ученые. Однако вряд ли и государству приличествует быть вполне равнодушным к утверждению научных приоритетов собственных ученых.

© В. В. Федоров,
патентовед

А. Г. Хвоless,
кандидат медицинских наук
Москва

Космические исследования

Запуски космических аппаратов в Российской Федерации: январь — февраль 1993 г.

С космодромов «Плесецк» и «Байконур» космическими службами РФ были запущены в январе — феврале 1993 г. 10 аппаратов, в том числе 7 спутников серии «Космос» с научной аппаратурой, предназначенной для продолжения исследований космического пространства.

Спутники «Космос-2234», «Космос-2235», «Космос-2236» предназначены для продолжения отработки элементов системы «Глонасс», создаваемой с целью обеспечить определение местонахождения самолетов гражданской авиации и судов морского и рыболовного флотов.

Очередной спутник связи «Молния-1» обеспечивает эксплуатацию системы дальней телефонно-телеграфной радиосвязи, а также передачу программ телевидения из Москвы на пункты сети «Орбита».

Транспортный космический корабль «Союз ТМ-16» доставил на орбитальный научно-исследовательский комплекс «Мир» экипаж 13-й длительной экспедиции в следующем составе: летчик-космонавт Г. М. Мананов (командир экипажа) и А. Ф. Полещук (бортинженер). 1 февраля 1993 г. члены экипажа 12-й длительной экспедиции на «Мире» — космонавты А. Я. Соловьев и С. В. Авдеев — вернулись на Землю; спускаемый аппарат космического корабля «Союз-15» в 6 час. 48 мин. московского времени приземлился в 100 км северо-восточнее г. Аркалыка (Казахстан). Продолжительность этой экспедиции составила 188 сут 21 ч 39 мин.

Космический аппарат	Дата запуска	Параметры начальной орбиты			
		перигей, км	апогей, км	наклонение, град	период обращения, мин
«Космос-2230»	12.I	988	1020	83	105
«Молния-1»	13.I	647	40 509	63	735
«Космос-2231»	19.I	177	370	67,2	89,6
«Союз ТМ-16»*	24.I	257	308	51,6	89,9
«Космос-2232»	26.I	612	39 400	62,8	708
«Космос-2233»	9.II	972	1021	82,9	104,8
«Космос-2234»**	18.II	19 129	19 129	64,9	675
«Космос-2235»					
«Космос-2236»					
«Прогресс М-16»	21.II	191	254	61,6	88,7

* Параметры орбиты после коррекции.

** Три спутника («Космос-2234», -2235, -2236») запущены одной ракетой-носителем «Протон».

Грузовой автоматический корабль «Прогресс М-16» доставил на орбитальный комплекс «Мир» топливо для объединенной двигательной установки станции, воду и другие расходные материалы, а также аппаратуру и оборудование.

© С. А. Никитин
Москва

Астрофизика

Рождение звезд питает Галактику

По мнению астрофизиков, в недрах особенно ярких галактик могут находиться гигантские черные дыры. Тогда значительная часть энергии, излучаемой подобной галактикой, является гравитационной; она высвобождается в процессе падения материи на черную дыру.

Однако возможно и другое объяснение. Об этом говорят наблюдения галактики 10214+4724, выполненные Ф. Соломоном (P. Solomon;

Университет штата Нью-Йорк, Стони-Брук, США).

Эта галактика — самый мощный среди всех известных источников инфракрасного излучения. Находясь в 12 млрд. св. лет от нас, она обладает светимостью, в 100 тыс. млрд. раз превышающей солнечную.

От нее зарегистрировано сильное излучение в линии оксида углерода — газа, содержащегося в гигантских молекулярных облаках, в недрах которых происходит рождение звезд.

Мощность такого радиосигнала свидетельствует, что масса молекулярного газа, содержащегося в данной звездной системе, в 100 млрд. раз больше массы Солнца. Она эквивалентна полной массе обычной спиральной галактики, где межзвездная материя, как правило, составляет от 1 до 10 % всей массы.

Огромное количество межзвездного газа может означать, что вся энергия, излучаемая «родительской» галактикой, выделяется в ходе ядерных реакций, идущих в недрах молодых звезд. Их свет вначале

поглощается космической пылью, а затем переизлучается в инфракрасном диапазоне. Так что в данном случае энергию галактике «поставляет» бурный процесс звездообразования, а не черная дыра.

Огромные количества оксида углерода в пределах галактики 10214+4724 наблюдал также Р. Браун (R. Brown; Национальная радиоастрономическая обсерватория, Шарлотсвилл, штат Западная Вирджиния, США). По его оценкам, количество этого газа в 10 раз превышает массу Млечного пути.

Все это позволяет предположить, что 10214+4724 представляет собой протогалактику — объект того типа, который давно уже отыскивают астрономы.

New Scientist. 1992. V. 135. N 1828. P. 18 (Великобритания).

Астрофизика

Космический «Глаз дьявола»

Столкновение галактик друг с другом и их слияние — не новость в современной астрофизике. Следы этих процессов можно наблюдать, например, в виде кинематически различающихся подсистем в галактиках раннего типа — эллиптических и линзовидных. Известен случай линзовидной галактики NGC 4550, где существуют два звездных компонента, вращающихся в противоположных направлениях. В других галактиках имеется по два пространственно не совпадающих газовых диска. Как правило, такого рода структуры могут существовать достаточно долго и не позволяют уверенно судить о том, когда произошло столкновение. Р. Браун (R. Braun; Голландский центр астрономических исследований), Р. Уолтерс (R. Walters; Университет Нью-Мексико, США), Р. Кенникутт (R. Kennicutt; Стюартовская обсерватория Университета штата Аризона, США) нашли весьма необычный объект, который, по их мнению, является следствием совсем не-



Снимок галактики NGC 4826, полученный в видимом диапазоне.

давнего столкновения двух дисковых систем.

Проведены наблюдения 11 ближайших галактик с высоким пространственным и скоростным разрешением на VLA (система радиотелескопов со сверхдлинной базой) в линии нейтрального водорода. Внимание исследователей привлекла одна из них — NGC 4826. На первый взгляд, это нормальная галактика, расположенная в 3,8 Мпк от нас и удаляющаяся от Солнца со скоростью 415 км/с. Галактика обладает диском, вращающимся со скоростью 150 км/с. Она принадлежит достаточно рыхлой группе галактик и не имеет близкого соседа, взаимодействующего с ней. Необычно то, что газ во внутренней области вращается в направлении, противоположном вращению основного звездного диска, — совсем не так, как в обычных дисках галактик. Лучшее совпадение математической модели с наблюдениями достигается в предположении, что в NGC 4826 существуют два газовых диска, наклоненных друг к другу под углом в несколько десятков градусов и вращающихся в противоположных направлениях. Часть одного из них, на-

клоненного к линии взгляда, видна на фотографиях в оптическом диапазоне по темной пылевой полосе, отчего вид галактики приобретает очертания глаза (отсюда и название структуры — «Глаз дьявола»). Более важно, что диски проникают друг в друга. Это означает, что массы газа сталкиваются со сверхзвуковой скоростью, порождая ударные волны. Энергия вращения такого поля скоростей не может быть больше, чем время одного оборота диска (несколько миллиардов лет). Тот факт, что сегодня мы видим «Глаз дьявола», и говорит о недавнем его происхождении.

Наиболее вероятно, что NGC 4826 испытала столкновение с другой галактикой, причем масса последней должна быть достаточно мала по сравнению с NGC 4826. Об этом свидетельствует тот факт, что в ходе столкновения в NGC 4826 сохранился звездный диск, который весьма хрупок (диски легко отклоняются на внешние воздействия и разрушаются при приливных взаимодействиях).

Наблюдение событий, подобных «Глазу дьявола», позволяет исследовать типы столкновений галактик, которые, возможно, были весьма частым событием в далеком прошлом,

когда формировались первые массивные галактики. Ответ на вопрос, как часто и как именно сливались галактики, позволяет установить, в какой степени столкновения ответственны за формирование Хаббловской последовательности галактик.

Nature. 1992. V. 360. N 6403. P. 448—449 (Великобритания).

Астрофизика

«Большой взрыв» под вопросом

Согласно существующим в космологии представлениям, реакции термоядерного синтеза на ранних стадиях расширения горячей Вселенной привели к образованию водорода, гелия и лития. Более 10 лет назад французские астрономы М. и Ф. Спит (M. Spite, F. Spite) установили, что в старых звездах отношение количества лития к количеству водорода $\sim 10^{-10}$, что подтверждало теорию Большого взрыва. Однако в 1991 г. было показано, что по крайней мере одна старая звезда — G 186-26 — совсем не содержит лития.

В октябре 1992 г. Дж. Торнберн (J. Tornburg, Йерская обсерватория, штат Висконсин, США) обнаружила еще две подобные звезды: G 122-69 и G 139-8. Их большой возраст подтверждается тем, что относительное количество железа в расчете на один атом водорода там в 350 раз меньше, чем на Солнце. Следовательно, эти звезды сформировались около 10—15 млрд. лет назад, когда железа в Галактике еще было мало.

Торнберн воспользовалась 4-метровым телескопом Национальной обсерватории Китт-Пик, чтобы получить их спектры. Литий поглощает красное излучение на длине волны $\lambda = 6707 \text{ \AA}$, однако никаких следов поглощения обнаружено не было. Это означает, что у звезды G 122-69 отношение количества лития и водорода составляет менее 10^{-11} , а у G 139-8 — менее $1,8 \cdot 10^{-11}$. Это в пять — десять раз ниже, чем того требует теория Большого взрыва.

New Scientist. 1992. V. 136. N 1845. P. 16 (Великобритания).

Организация науки. Астрономия

Астропарк в Северной Ирландии

В конце 1993 г. в Северной Ирландии рядом с известной Армагской обсерваторией откроется Астрономический парк. Здесь на 2 га травянистых лужаек сооружается масштабная модель Вселенной.

Вдоль 500-метровой аллеи на мраморных постаментах устанавливаются глобусы, изображающие все планеты Солнечной системы. В области, лежащей за Плутоном, масштаб становится логарифмическим — иначе не хватило бы территории. Специальные указатели рассказывают о расстояниях, отделяющих нас от галактических и внегалактических объектов.

Тематический Астропарк будет служить хорошим дополнением к уже существующему при обсерватории планетарию. Ожидается, что он станет местом многочисленных экскурсий и будет особенно интересен детям и молодежи.

New Scientist. 1992. V. 136. N 1845. P. 11 (Великобритания).

Физика

Вместе с шахтой закрывается глубочайшая подземная лаборатория по изучению протонного распада

В 1980 г. Татовский институт фундаментальных исследований (Бомбей, Индия) совместно с Университетом г. Осака (Япония) создали специальную лабораторию для поиска событий, свидетельствующих о протонном распаде. Существование такого процесса предсказывается теорией великого объединения, согласно которой протон имеет конечное время жизни. Первоначально предполагалось, что период его полураспада составляет примерно 10^{30} лет. Эксперименты, проведенные позднее в различных

лабораториях мира, подняли эту оценку на два порядка.

Одним из важнейших центров, ведущих наблюдения в этой области, была Татовско-Осакская лаборатория, которая расположена на глубине 2,3 км в золотодобывающей шахте Колар (Южная Индия), принадлежащей индийской государственной компании «Бхарат голд майнс». Здесь были установлены детекторы распада протонов общей массой 140 и 350 т. Размещение их глубоко под землей сводило к минимуму помехи от космических лучей, которые, бомбардируя верхние слои атмосферы, сами глубоко в недра Земли не проникают. Однако их столкновения с атмосферными частицами рождают нейтрино, которые обладают большой проникающей способностью и могут искажать результаты экспериментов.

За 12 лет работы подземной лаборатории Колар было зарегистрировано около пяти событий, которые, в принципе, могли быть интерпретированы как свидетельства протонного распада. Однако существует определенная вероятность, что эти события — результат нейтринного воздействия. Для окончательного решения вопроса требуются дальнейшие наблюдения и накопление дополнительного материала. Между тем в сентябре 1992 г. администрация шахты объявила о ее закрытии в связи с истощением запасов золота и нерентабельностью его добычи. Вместе с шахтой закрывается и Колар — глубочайшая из физических и астрофизических лабораторий мира.

New Scientist. 1992. V. 135. N 1841. P. 10 (Великобритания).

Физика

Лазер против молнии

Известно, что луч света мощного лазера, проходя сквозь газ, ионизует его, образуя плазму, являющуюся отличным проводником. Это свойство было использовано для разработки принципиально нового типа громоотвода.

Группой исследователей из университета Осака, энергетической компании «Кансай» и Института лазерной техники (Токио, Япония) под руководством Дз. Кавасаки (Z. Kawasaki) были поставлены опыты, в которых впервые удалось значительно — на 8,5 м — отклонить разряд молнии от его пути. Это стало возможным благодаря применению фокусирующего зеркала с переменной длиной фокуса, которое и создает длинный плазменный канал.

В ходе эксперимента луч мощного диоксида углерода лазера был отражен таким зеркалом по искривленному пути, проходящему вблизи медного электрода и мощных конденсаторов. Последние заряжались с помощью импульсного генератора напряжения. Разность потенциалов между обкладками конденсаторов достигала 1,2 МВ. Несмотря на то, что прямо под импульсным генератором располагался электрод, электрический разряд следовал за лазерным лучом.

В 1993 г. проводится эксперимент с лазером, мощность которого в 10 раз больше. Конструкторы намерены организовать испытания в реальных условиях так, чтобы лазерный луч проходил около верхушки мачты электропередачи. Идея состоит в том, чтобы нейтрализовать грозовую тучу, искусственно вызывая разряд, направляемый в безопасное место.

Экспериментальный лазер обошелся в 400 тыс. фунт. ст. Рабочая модель будет стоить, вероятно, в два-три раза дороже. Однако расходы окупятся полностью, особенно в случаях защиты от молний таких объектов, как атомная электростанция.

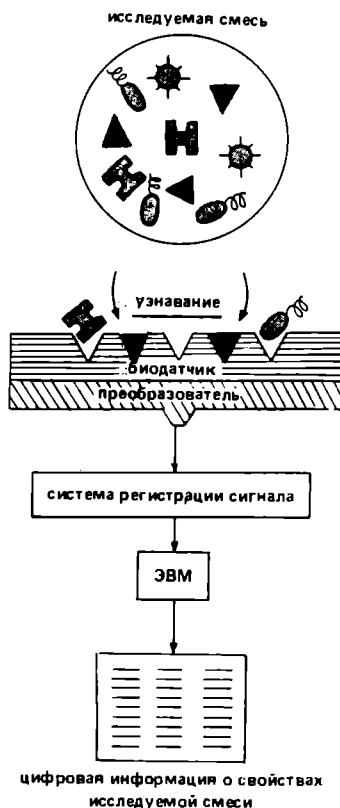
Недалеко от Киото, в северной части округа Кинки (Япония), расположена атомная электростанция, от которой отходят линии передачи энергии с высокими мачтами. В зимнее время сильные грозы в этом районе довольно частое явление. Именно здесь предполагается разместить новые устройства лазерной защиты от молний в случае положительных результатов последних экспериментов.

New Scientist. 1992. V. 135. N 1838. P. 21 (Великобритания).

Биотехнология

Биосенсоры — новое направление биотехнологии

Потребность в разработке экспресс-методов экологической диагностики, анализа качества продуктов питания и целого спектра соединений (от простых соединений типа солей тяжелых металлов в питьевой воде до антибиотиков, противоопухолевых соединений, токсинов в биологических жидкостях) в наше время очевидна.



На помощь пришла новая ветвь биотехнологии — биосенсоры. В наиболее простом случае они представляют собой аналитические устройства, в которых биологический материал «подает сигнал» при изменении свойств среды. Чувствительным элементом (биодатчиком) могут служить бактериальные клетки, кусочки тканей, молекулы биополимеров: белки (ферментов), одноцепочечных нуклеиновых кислот и т. д. Существуют два основных типа биосенсоров. В первом типе молекулы биополимера, образующие биодатчик, «узнают» молекулы анализируемого вещества, присутствующего в растворе, и образуют с ним комплекс. При этом свойства молекул биодатчика (цвет, форма и т. д.) заметно меняются. Изменение свойств биодатчика — это и есть «сигнал», причем его величина пропорциональна концентрации анализируемого вещества. Во втором типе биосенсоров молекулы фермента, образующие биодатчик, также «узнают» молекулы анализируемого вещества, но в этом случае «сигналом» являются низкомолекулярные продукты ферментативной реакции (ионы водорода, молекулы кислорода и т. д.). Этот тип биосенсоров известен под названием «ферментный электрод».

Тот факт, что в обоих типах биосенсоров используется реакция «узнавания», определяет высокую специфичность и точность проводимого анализа.

Схема биосенсорного устройства.

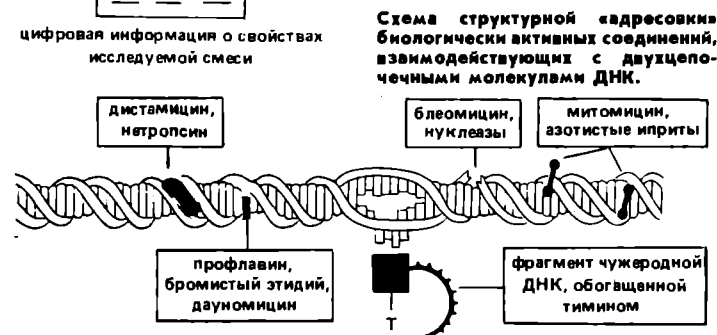


Схема структурной «адресовки» биологически активных соединений, взаимодействующих с двухцепочечными молекулами ДНК.

В Берлине действует специальный информационный центр, хранящий информацию о всех известных типах сенсорных устройств, используемых для определения более чем 200 соединений, а первый коммерческий биосенсор («ферментный электрод») — анализатор глюкозы, появился на рынке в 1974 г. С этого времени интерес к биосенсорам в западных странах постоянно растет.

В России работы в этом направлении ведутся начиная лишь с 1989 г. в нескольких группах ученых, ведутся они и на Украине, в Литве и Армении. Результаты ряда исследований в области биосенсоров патентованы. В частности, в Институте молекулярной биологии им. В. А. Энгельгардта РАН создан принципиально новый тип биосенсоров на основе жидких кристаллов нуклеиновых кислот.

Структура двухцепочечных нуклеиновых кислот такова, что они обладают уникальной особенностью — способностью к специфической «адресовке» биологически активных веществ (например, антибиотиков и противоопухолевых препаратов) или токсических соединений, поэтому молекулы нуклеиновых кислот — удобная основа для создания полифункциональных биодатчиков, способных «узнавать» разные типы биологически активных веществ. Изменение структуры молекул нуклеиновых кислот, в наиболее простой конструкции биодатчика, — это и есть «сигнал» о наличии и свойствах биологически активных веществ. Однако для того, чтобы зафиксировать такое «узнавание», необходимо усилить этот «сигнал». Для этого использована еще одна идея, основанная на успехах ученых нашей страны в области физической химии полимеров и нуклеиновых кислот. Оказалось, что из молекул нуклеиновых кислот можно сформировать жидкие кристаллы, которые обладают аномальной оптической активностью, что и позволяет усиливать «сигнал». Кроме того, они «запоминают» и «хранят» информацию о типе сложения.

В результате сложных работ были найдены методы получения жидких кристаллов на основе нуклеиновых кислот, бы-

ла показана принципиальная возможность их использования для конструирования биодатчиков разных типов. С их помощью можно обнаружить в биологических жидкостях вредные соединения разных классов, могут они использоваться и как дозиметры. Сейчас заканчивается изготовление портативного биодатчика размером 0,3 мм. Такой миниатюрный дозиметр в виде, например, белой пуговички можно поместить на купальнике. Если радиационная обстановка ухудшилась («набрал дозу»), пуговичка пожелтеет («пора уходить»).

Биодатчики на основе жидких кристаллов нуклеиновых кислот могут найти применение также в биохимических и экологических лабораториях.

Для успешного развития этого нового направления биотехнологии и внедрения биосенсоров в практику необходимо, во-первых, объединить разрозненные исследовательские группы в единую ассоциацию, включающую не только научных сотрудников, но и представителей различных фирм, заинтересованных в организации диагностических, и, во-вторых, вложить капиталы в новые разработки. Суммы нужны большие. Но успех хотя бы в одном из направлений, например создание набора биосенсоров для клинических лабораторий или операционных, с лихвой окупит все затраты, учитывая массовый характер применения этих приборов.

© Ю. М. Евдокимов,
доктор химических наук
Москва

Биохимия

ДНК иммунизирует

Американские исследователи Р. Вэбстер (R. Webster; Детский госпиталь Сант-Джуд, Мемфис, штат Теннесси) и Х. Робинсон (H. Robinson; Массачусетский университет, Ворчестер) столкнулись с удивительным феноменом. Они ввели 50 цыплятам ДНК вируса чумы птиц и через несколько дней заразили их смертельной дозой живого вируса. Однако много

подопытных цыплят после этого не заболели куриной чумой, в то время как в контрольной группе цыплята, которым не вводили ДНК вируса, заболели и погибли. В следующей серии экспериментов, авторам удалось предохранить от куриной чумы 45 из 88 подопытных цыплят. При этом каждая птица получила три дозы вирусного генома: внутривенно, внутрибрюшинно и внутримышечно. Через три недели после этого все птицы были «проиммунизированы» тем же материалом повторно, а затем заражены живым вирусом. В контроле из 87 птиц, зараженных вирусом, в живых осталось только два цыпленка.

Авторы предполагают, что ДНК вируса, попадая внутрь клеток птиц, стимулирует образование в них одного из поверхностных белков вируса, конфигурацией напоминающего стержень, который выступает из вирусной оболочки. Известно, что главным образом этот белок отвечает за иммунную реакцию против вируса — возбудителя чумы птиц. Возможно, что выработка этого белка, чужеродного для организма птиц, стимулирует их иммунную систему.

Другие американские исследователи во главе с М. Лю (M. Liu; Исследовательская лаборатория фирмы «Мерк») провели аналогичные эксперименты на мышах. Они вводили этим животным генетический материал вируса, вызывающего у мышей грипп. Эти авторы обнаружили, что подопытные животные меньше теряли в весе и выживали чаще после введения смертельных доз вируса, чем контрольные животные.

New Scientist. 1992. V. 136. N. 1845.
P. 19 (Великобритания).

Физиология

Влияние высокой температуры на клеточный иммунитет

До сих пор нет достаточно четкого представления о механизмах влияния высокой температуры внешней среды на организм человека и животных,

и в частности на его иммунную систему, хотя актуальность этой проблемы несомненна, тем более что гипертермия (повышение температуры тела) довольно часто используется в клинической практике (например, в комплексном лечении онкологических больных). Имеющиеся данные литературы ограничены и противоречивы.

Группа научных сотрудников во главе с А. С. Соловьевым (Смоленский медицинский институт) на мышах исследовала влияние острого, а также длительного прерывистого перегрева на некоторые показатели клеточного иммунитета. Перегревание животных осуществляли в тепловой камере при 43—44 °С с постоянной вентиляцией. В первом случае (острое перегревание) мышей однократно помещали в эту камеру до ректальной температуры 42 °С, т. е. до стадии теплового удара, а во втором (длительное прерывистое перегревание) — мышей сажали в камеру ежедневно на 20 мин в течение 10, 20 и 30 дней. В обоих случаях перегревание животных вызывало подавление клеточного ответа (на что указывало снижение пролиферативной активности клеток селезенки мышей) на стимуляцию как аллоантигенами, так и поликлональными Т-клеточными митогенами.

Однако при длительном перегревании животных функциональная активность лимфоцитов постепенно, в течение 40 дней от начала перегревания, восстанавливалась по мере адаптации животных к тепловому воздействию.

Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 1992. № 10. С. 382—385.

Биогеохимия

Тетродотоксин — обычный компонент морской среды

Тетродотоксин — сильнодействующий нейротоксин, блокирующий перенос натрия через мембраны нервных и мышечных клеток и подавляющий таким образом передачу по нерву

и мышце импульсов. До недавнего времени распространение этого токсина в природе ассоциировалось исключительно с некоторыми группами морских животных, а его происхождение связывали с деятельностью специализированных желез. Наиболее известна среди таких животных рыба красный иглобрюх-фугу (*Takifugu rubripes*), с которой связаны случаи смертельных отравлений в Китае, Японии¹.

Использование современных методов позволило расширить список ядовитых животных, в число которых вошли и щетинкочелюстные (*Chaetognatha*, тип беспозвоночных животных), встречающиеся в довольно больших количествах во многих морях и океанах². Оказалось, что эти преимущественно планктонные хищники используют нейротоксин для обезвреживания своих жертв. Яд поступает в тело жертвы по каналам в серповидных щетинках (расположенных в два ряда по обе стороны головы животного), с помощью которых хищник прокалывает хитиновый покров веслоногих ракообразных (*Cooperoda*) и кожу личинок рыб.

Ученым удалось выявить происхождение тетродотоксина у щетинкочелюстных: яд продуцируют бактерии *Vibrio alginolyticus*, однако пока неизвестно местоположение этих микроорганизмов в теле животных.

Таким образом, роль тетродотоксина в природе не сводится только к защитной функции некоторых морских животных (например, рыб), как было принято считать, а может способствовать хищнику (например, щетинкочелюстному) убивать свою жертву. Кроме того, тетродотоксин обнаружен в значительных концентрациях в мор-

ских донных осадках³. Например, в пробах донных отложений, взятых в Тихом океане вблизи Японии, в 10 г вещества содержится количество яда, достаточное, чтобы убить мышь. Как и у щетинкочелюстных, аккумуляция тетродотоксина в морских осадках происходит в результате тетродотоксин-продуцирующих бактерий. Предполагается, что токсин — стабильный компонент осадков (вследствие низкой температуры и кислотности) и способен оставаться в активном состоянии в течение длительного времени. Несомненно, тетродотоксин должен оказывать какое-то физиологическое действие на донных животных, питающихся детритом, некоторые из которых, видимо, способны накапливать яд. Таким образом, проблема тетродотоксина неожиданно из экзотической, связанной с кулинарным искусством Востока, переросла в глобальную биогеохимическую. Дальнейшие исследования по происхождению, механизмам аккумуляции и физиологическому воздействию, вероятно, позволят сформулировать новую концепцию о роли этого нейротоксина в природе.

© С. Ф. Тимофеев,
кандидат биологических наук
Мурманск

Медицина

Лекарство против диабета

В 1870 г. сотрудники Гарвардского университета (США) во главе с Л. Кантли (L. Cantly) установили, что ортованадат натрия (Na_2VO_4) тормозит действие белка $\text{Na}^+\text{K}^+\text{-ATPase}$, участвующего в переносе глюкозы в клетки организма человека и животных. Кроме того, в эритроцитах ион ванадата (VO_4^{3-}) переходит в ион ванадила (VO^{2+}) и способен понижать нормальный уровень глюкозы в организме. Однако использовать его вместо инсулина было нельзя потому, что, во-первых, ванадат плохо всасывается через кишеч-

¹ Барбье М. Введение в химическую экологию. М., 1978. С. 229.

² Thuesen E. V., Bieri R. // Can. J. Zool. 1987. V. 65. P. 181—187; Thuesen E. V., Kogure K., Hashimoto K., Nemoto T. // J. Exp. Mar. Biol. Ecology. 1983. V. 116. P. 249—256; Thuesen E. V., Kogure K. // Biol. Bull. 1989. V. 176. P. 191—194.

³ Kogure K., Do H. K., Thuesen E. V. et al. // Mar. Ecol. Prog. Ser. 1988. V. 45. P. 303—305.

ник и поэтому практически не активен при приеме внутрь, и, во-вторых, он токсичен в дозах, достаточных для замены инсулина.

Ч. Орвиг с коллегами (Ch. Orvig; Университет Британской Колумбии) недавно получили менее токсичное и более активное производное ванадия — бисмалтолатоксиванадий (вещество пурпурно-зеленого цвета, твердеющее при охлаждении).

Авторы вводили новый препарат крысам, часть которых была больна диабетом, в течение четырех недель. В результате уровень глюкозы у крыс, больных диабетом, снизился до нормы, а у здоровых животных остался таким же, как и у здоровых, не получавших это вещество.

Механизм действия нового препарата пока недостаточно ясен. Тем не менее нет сомнений, что он иной, чем у инсулина. Выяснилось, в частности, что он подавляет аппетит у животных: так, у подопытных крыс потребление пищи снизилось на 40 %. Кроме того, они стали меньше весить по сравнению с контрольными животными.

Ученые надеются, что новый препарат можно будет использовать для лечения инсулин-зависимого диабета (диабета I типа), избавив больных от уколов инсулина и снизив их вес.

Journal of Medicinal Chemistry. 1992. V. 35. P. 1489—1492 (США).

Медицина

Диагностика туберкулеза

В настоящее время в мире ежегодно погибает от туберкулеза около 3 млн. чел. Во многом это происходит из-за поздней диагностики этого заболевания, что связано с несовершенством используемого для этой цели метода (реакция Манту), который был предложен более 50 лет назад. Он заключается во внутрикожном введении туберкулина — экстракта белков, полученных от возбудителей туберкулеза — *Mycobacterium tuberculosis*. При инфицировании микобактериями Т-

клетки иммунной системы человека обычно «распознают» эти белки, атакуют их, что вызывает появление красноты и припухлости в месте введения экстракта. По размерам покраснения судят о том, инфицирован ли данный индивидуум или нет туберкулезными бактериями. Однако туберкулиновый экстракт содержит и тысячи пептидов и сегментов белков, которые принадлежат не только *M. tuberculosis*. Этот тест не способен различать людей, которые действительно инфицированы, людей, людей, были привиты вакциной БЦЖ, состоящей из бацилл, родственных *M. tuberculosis*, и людей, в организм которых попали безвредные микобактерии из окружающей среды. Другой существующий тест — культивирование бактерий в мокроте — имеет существенный недостаток: слишком медленно поступает ответ на него.

Английские исследователи Дж. Иваньи и М. Фордмейер (J. Ivanyi, M. Vordermeier; Медицинский совет по исследованию туберкулеза, Лондонский госпиталь Хаммерсмита) разработали новый метод диагностики туберкулеза, который основан на определении двух специфических пептидов *M. tuberculosis*. Один из них — пептид 38G — «распознается» иммунной системой более 80 % инфицированных людей. Этот пептид отсутствует в составе безвредных микобактерий окружающей среды, поэтому их присутствие в организме не влияет на результаты теста, но входит в состав бактерий вакцины БЦЖ, и поэтому вакцинированные БЦЖ люди имеют выраженную реакцию. Однако люди с активной формой туберкулеза теряют способность реакции Т-клеток на 38G.

Второй пептид из *M. tuberculosis* — 38A — «распознает» вакцинированных людей с первичным заражением туберкулезом, а также страдающих активной формой туберкулеза. Таким образом, если регистрируется ответ на первый пептид (38A), то, вероятно, больной страдает активной формой туберкулеза. Если же реакции позитивны на оба пептида, то человек вакцинирован и здоров. Негативные реакции свидетель-

ствуют о том, что человек здоров, но не вакцинирован. Этот тест сможет быть выполнен как с помощью внутрикожных инъекций, так и при использовании только крови испытуемых. Он дешевле обычного туберкулинового теста и позволяет определить наличие заболевания на более ранних стадиях. В настоящее время новый тест внедряется в практику.

European Journal of Immunology. 1992. V. 22. P. 2631 (Великобритания).

Медицина

Токсикомания

В декабре 1992 г. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) провела трехдневное совещание, посвященное токсикомании, которая стала серьезной проблемой во всем мире. Особенно она угрожает детям и подросткам из бедных семей и «уличным детям». Для вдыхания используют чаще всего вещества, широко применяемые в быту: аэрозоли, клеи, растворители, бензин. Их выбирают прежде всего из-за доступности, низкой стоимости, быстрого достижения эффекта, мелкой расфасовки, позволяющей легко спрятать упаковку. Продажа этих веществ детям в большинстве стран, в отличие от алкогольных напитков, не запрещена.

Растворители, которые чаще других используют дети (причем иногда уже пятилетними), могут вызвать внезапную смерть или стать причиной тяжелой сердечной аритмии. Смерть может быть связана как с прямым токсическим эффектом растворителя, так и с асфиксией в пластиковом мешке, попадание содержимого желудка в дыхательные пути при потере сознания или травмой. Среди других осложнений при вдыхании растворителей — поражение печени, нервной системы, костного мозга, дисфункция легких, почек.

Кроме того, у таких детей может появиться необъяснимая агрессивность. Транзиторные психопатические реакции иногда приводят к совершенно необычным поступкам, напри-

мер попыткам летать или остановить поезд. Эти реакции варьируют в зависимости от используемых растворителей, а также от физического и эмоционального состояния ребенка.

Те же, кто часто вдыхают растворители, подвержены хронической депрессии. При длительной токсикомании нередки суицидальные попытки. Характерны нарушения концентрации внимания, зрения, памяти, способности к обучению.

Проблемы токсикомании нельзя больше игнорировать, считают эксперты ВОЗ и в 1993 г. берут под контроль реализацию планов борьбы с токсикоманией в конкретных условиях разных стран.

World Health Organisation. Press Release. 1992. N 80. 17 December (Швейцария).

Медицина

Четвероногий друг улучшает ваше здоровье

У. Андерсон (W. Anderson; Институт медицинских исследований им. Бейкера, Мельбурн, Австралия) проанализировал результаты обследований 5741 пациента в возрасте между 20 и 60 годами. Из них у 784 жило то или иное домашнее животное. Оказалось, что у этой последней группы обследованных содержание холестерина, триглицеридов в крови и уровень кровяного давления значительно ниже, чем у тех, кто ни собак, ни кошек не держит. При этом сопоставление велось так, чтобы на результатах не сказались ни характер питания, ни принадлежность к той или иной социоэкономической группе.

По мнению руководителя исследовательской группы «Животное-компаньон» в Кембридже (Великобритания) Дж. Серпелла (J. Serpell), данные Андерсона показывают различия в состоянии кровеносной системы большие, чем те, которые обнаруживаются при изучении людей, перешедших к вегетарианству или начавших систематиче-

ски заниматься физическими упражнениями. Если бы фармацевты нашли столь же эффективно воздействующее на организм средство, сокращающее возможность сердечно-сосудистых заболеваний, это считалось бы крупным достижением.

Объяснения того, как именно влияет домашний любимец на состояние здоровья хозяина, пока нет.

New Scientist. 1992. V. 135. N 1835. P. 10 (Великобритания).

Биология

«Вымерший» гидрокоралл не вымер!

На фоне длинного «черного списка» вымерших за последнее время под воздействием человека наземных животных и растений перечень исчезающих в нашем веке морских беспозвоночных выглядит очень скромно: только два вида, и оба вымерли по естественным причинам¹.

Один из них — маленький брюхоногий моллюск «морское блюдечко» (*Lottia alveus*), обитавший в северо-западной Атлантике на морской траве зостере и вымерший в начале 30-х годов в результате постигшей зостеру опустошительной эпифитотии (зостера потом восстановилась, а моллюск погиб). Второй — гидрокоралл Миллера *boschmai*, описанный как новый вид лишь в 1991 г., предположительно уже «посмертно»². Он обитал только в заливе Чирики в восточной части Тихого океана, у берегов двух маленьких островков — Ува и Коинба, и, как предполагали, исчез в результате резкого повышения температуры воды в связи с очередным, на сей раз сильнейшим, явлением Эль-Ниньо 1982—1983 гг.; при тщательном обследовании мест обитания этого вида в 1990 г. были обнару-

жены лишь побелевшие скелеты этого гидрокоралла. С некоторым сомнением он был включен в список исчезающих видов: все-таки оставалась слабая надежда, что где-то, может, уцелели отдельные колонии.

Надежда, к счастью, оправдалась: в феврале и июне 1992 г. у о. Ува было найдено³ несколько живых нормально пигментированных и внешне здоровых колоний *M. boschmai* высотой 12—21 см. Оценка скорости роста показала, что возраст самой старой колонии 7,5 года, самой молодой — около 4 лет. Так что родились они уже после прихода Эль-Ниньо 1982—1983 гг.

В начале 1992 г. на востоке Тихого океана опять наблюдалось Эль-Ниньо; температура воды у о. Ува была на 1—1,5 °C выше нормы и достигала 30 °C. У некоторых видов кораллов отмечено побеление, но на «вымершем» гидрокоралле потепление не отразилось.

Таким образом, список видов морских беспозвоночных, вымерших на протяжении XX в., включает пока только один единственный вид — *Lottia alveus*.

© К. Н. Несис,
доктор биологических наук
Москва

Зоология

Белый кит: альбинос или подвид?

В конце ноября 1992 г. сотрудники австралийской научно-исследовательской организации «Oceania Project» сообщили о том, что в водах зал. Херви у побережья штата Квинсленд они встретили кита-горбача (род *Megaptera*), имевшего белую окраску. Как правило, эти животные бывают черными или серыми, и только нижняя часть тела у них украшена отдельными светлыми пятнами. Присутствовавший на судне специалист

¹ Несис К. Н. Вымирание морских животных в XX в.: виновата природа // Природа. 1992. № 9. С. 112—113.

² Weerdt W. H. de, Glynn P. W. // Zool. Mededel. 1991. V. 65. N 20. P. 267—276.

³ Glynn P. W., Feingold J. S. // Science. 1992. V. 257. N 5078. P. 1845.

по морским млекопитающим У. Франклин (W. Franklin) наблюдал, как животное прошло у самого борта, и установил, что он целиком белый. Кита удалось сфотографировать. Эта особь была молодым взрослым животным (около семи лет); длина тела достигала 15 м. Не исключено, что это альбинос — явление среди китов редкое. Еще более интересным для науки будет факт, если окажется, что белая окраска связана не с отсутствием пигмента, как это свойственно альбиносам, а с наличием белой пигментации.

Киты-горбачи четко подразделяются на две группы; южная их популяция в общем имеет несколько более светлую окраску, чем северная. Активный промысел снизил численность южной популяции до 200. Теперь, когда охота на них полностью прекращена, возможно, что «белизна» станет быстро распространяться во всей этой популяции.

Председатель Австралийского общества наблюдения за китами зоолог П. Ходда (P. Hodd) полагает, что появление целиком белого горбача может знаменовать начало образования нового подвида (однако окончательно установить подобный факт можно будет лишь через 2 тыс. лет!). За последние годы сообщения о появлении белого кита в водах, омывающих Австралию, уже поступали неоднократно. По мнению Ходды, все они относились к одному и тому же животному. Пять лет назад белого китенка видели недалеко от Вуллонгонга (восточная Австралия). В июне 1991 г. белый кит (над водой виднелась большая часть спины и около 60 % поверхности с обеих его боков) быстро плыл вдоль мыса Байрон — крайней восточной оконечности Австралийского континента.

Белому киту присвоили собственное имя H2. Согласно законам штата Квинсленд, судам запрещено подходить к китам ближе чем на 100 м. Ходда настаивает, чтобы в отношении H2 эта дистанция была увеличена до 300 м, иначе редкое животное будет лишено покоя.

Охрана природы

Заповедники для дельфинов

На конференции Британского общества развития науки, состоявшейся в августе 1992 г. в Саутгемптоне, выступил итальянский специалист по морским млекопитающим Д. Нотобартоло ди Шиара (G. Notobartolo di Sciarra; Институт исследований Тетис, Милан) и обратил внимание на то, что средиземноморские дельфины — вероятно, первые из китообразных, с которыми в глубокой древности познакомился человек, — все еще остаются крайне мало изученными.

В настоящее время наука не может объяснить и прогнозировать резкие колебания численности популяций и видов дельфинов, наблюдаемые в последнее время. Например, доминировавший когда-то в западных акваториях Средиземноморья обыкновенный дельфин-белобочка (*Delphinus delphis*) уступил затем свое место быстро увеличивавшему свою численность полосатому продельфину (*Stenella caeruleoalba*), который до того был редким. Однако в последние годы и этот вид теряет сотни особей из-за вирусного заболевания, сходного с тем, что привело к массовой гибели тюленей в водах, омывающих Великобританию. Воз-

можно, это связано с загрязнением среды обитания ДДТ и полихлорированными бифенолами, что вызвало снижение защитных функций организма животных, хотя и это пока нельзя считать доказанным.

Исследователь призвал срочно создать для китообразных в Средиземном море охраняемые места, и в первую очередь в Лигурийском море у берегов Французской и Итальянской Ривьеры. Именно здесь наблюдаются процессы апвеллинга (подъема на поверхность глубинных вод, насыщенных питательными веществами), столь необходимые для питания не только дельфинов, но и гринды (*Globicephala melaena*) и кашалота (*Physeter catodon*). Еще один заповедник следует организовать, считает ученый, около принадлежащих Хорватии островов Лошинец и Црес в Адриатическом море, где встречается дельфин афалина (*Tursiops truncatus*).

Кроме того, необходимо запретить сбросы загрязняющих веществ и использование дрейфтерных сетей, от которых ежегодно гибнут тысячи млекопитающих моря.

Призыв ученого поддержала известная природоохранительная организация «Гринпис». *New Scientist*. 1992. V. 135. N 1836. P. 10 (Великобритания).



Охрана природы

В Заире создан резерват «Окапи»

Правительство Заира отдало 12 590 км² влажного тропического леса Итури под устройство резервата «Окапи». Территория резервата — почти нетронутое царство растений и животных, в котором обитает редкий вид семейства жирафов — *Oapia johnstoni*, открытый только в 1902 г.

Первыми исследователями биологии и среды обитания окапи были супруги Дж. и Т. Харт (J. Hart, T. Hart; Зоологическое общество Нью-Йорка), отдавшие 20 лет кропотливой исследовательской и природоохранной ра-



Эколог около тела дельфина.

боте. Это и позволило им найти подходящее место для резервата и получить распоряжение правительства страны на его устройство.

Environmental Science and Technology. 1992. V. 26. N 9. P. 1681 (США).



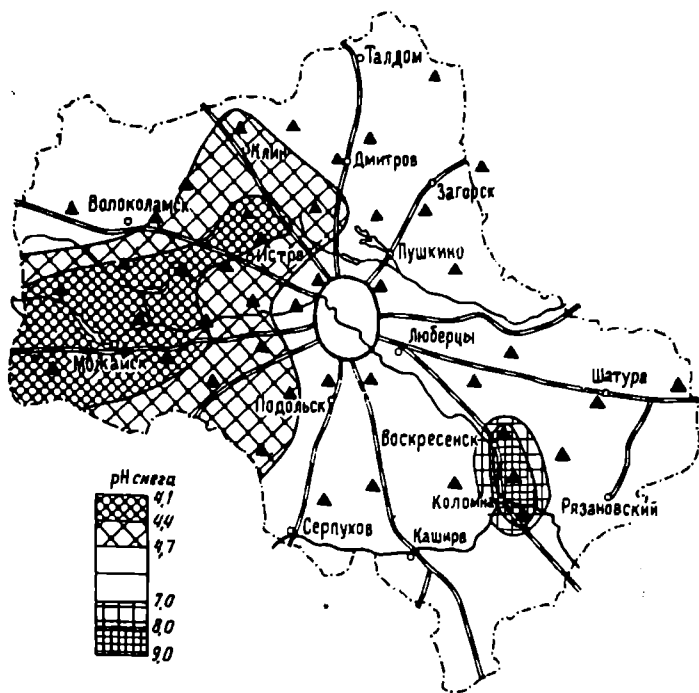
Экология

Кислотное загрязнение снежного покрова в Московской области

В 1988—1990 гг. группа сотрудников научно-исследовательских учреждений Москвы и представителей общественных экологических организаций (Лаборатория ЭКОТЕСТ, Главный ботанический сад РАН, Институт географии РАН, Институт «Союзгипролесхоз», экологический кружок Московской городской станции юннатов и др.) изучала кислотное загрязнение снежного покрова и его пространственное распространение на территории Московской области. Подобный анализ широко используется в ландшафтно-геохимических исследованиях для выяснения влияния «кислотных дождей» на устойчивость экосистем.

Сеть отбора проб (1 точка на 1 тыс. км²) имела более высокую плотность по сравнению с применяемой системами контроля бывшего Госкомгидромета СССР (1 точка на 8 тыс. км²). При этом предусматривался отбор образцов из центров крупных лесных массивов, устранялось влияние локальных источников загрязнения (дорог, населенных пунктов и других посторонних факторов, уменьшающих или увеличивающих кислотность). При подготовке образцов к анализу строго выдерживалась методика «быстрого таяния» (не более одних суток).

По результатам трех циклов обследования снежного покрова на территории Московской области выделено постоянное экологически существенное (рН снега 4,7 и ниже) кислотное загрязнение атмосферных осадков в холодный период года. В 1988 г. оно зафиксировано примерно на 45 % площади области, в 1989 г. — на 32 %, в



Кислотность снежного покрова Московской области по данным, собранным 16 февраля — 16 марта 1990 г. Одной точке отбора проб (треугольники) соответствуют три образца снега.

1990 г. — на 31 % территории. Минимальное значение рН снежного покрова в 1988 г. составило 3,9, в 1989 г. — 4,2, в 1990 — 4,1. Пространственно величины рН снежного покрова в течение трех лет исследований распределялись примерно одинаково: наиболее низкие наблюдались на западе и севере области; в центре, на востоке и юге преобладали нейтральные значения рН (5,0—7,0), в районе Воскресенска — Коломны располагался очаг устойчивого щелочного загрязнения (рН снега 7,0 и выше).

Поскольку ландшафты западного Подмоскovie в целом относительно устойчивы к действию кислотных атмосферных осадков, их влияние на экосистемы Московской области, казалось бы, нельзя считать критическим. Однако уже имеются данные о неблагоприятной реакции водных экосистем западного Подмоскovie на кислотное загрязнение талые воды. Серьезные опасения вызывает и сохранность некоторых лесных ком-

плексов этого региона (в первую очередь хвойных), подвергающихся воздействию кислотно загрязненных атмосферных осадков.

В дальнейшем предполагается: продолжить контроль кислотности снежного покрова (особенно на западе и севере Московской области); определить его химический состав для выявления конкретных веществ, обуславливающих кислотность снега; организовать контроль кислотности атмосферных осадков в теплое время года; проанализировать влияние талых вод на кислотность поверхностных вод и изучить их возможные гидробиологические эффекты.

Известия РАН. Серия географическая. 1992. № 4. С. 75—81.

Океанология

Кроссовка-«океанолог»

В мае 1990 г. во время сильного шторма в зал. Аляска одно судно потеряло часть груза — 80 тыс. пар кроссовок, смытых волнами за борт. Узнав об этом, океанологи К. Эбсмайер

и Дж. Инграм (С. Ebbesmeyer, J. Ingraham; Национальное управление США по изучению океана и атмосферы, Сизл, штат Вашингтон) решили использовать этот прискорбный факт на пользу своей науки. Повсеместно был опубликован призыв сообщать о всех случаях обнаружения «плавающих» кроссовок. После 6-месячного затишья кроссовки начали по одной-две (к сожалению, очень редко — парами) появляться на тихоокеанских побережьях канадской провинции Британская Колумбия и американских штатов Вашингтон и Орегон.

Еще до этих событий в лабораториях Национального управления по изучению океана и атмосферы была разработана математическая модель течений в северо-восточной части Тихого океана, согласно которой любой плавающий предмет, оказавшись в 800 км от п-ова Аляска, должен перемещаться на восток и в конце концов «причалить» к о. Ванкувер (Канада).

Кроссовки подчинились этому правилу, но не сразу: сперва появились у берегов штата Вашингтон, а затем уже у Ванкувера. Оказалось, что в зимнее время они дрейфовали на северо-запад, а весной, когда течение переменялось, снова сместились на юго-восток. Таким образом, подтвердился общий прогноз, которым предсказывались сезонные перемены в циркуляции больших океанских масс.

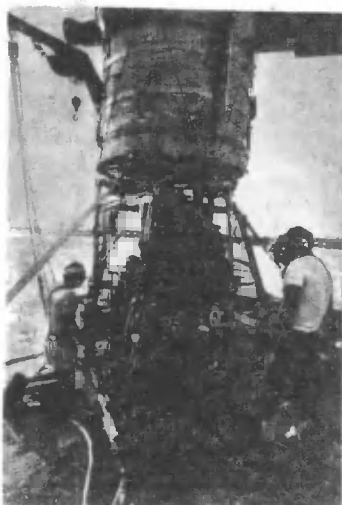
Тем временем часть кроссовок объявилась на Гавайях, преодолев половину поперечника Великого (или Тихого) океана. Если их «напарники» не потеряют плавучести, то через год или два их можно будет собирать на побережьях Японии или даже российского Дальнего Востока.

New Scientist. 1992. V. 136. N 1835. P. 17 (Великобритания).

Океанология. Техника

Лендеры — новая аппаратура для изучения геохимии океана

В Скриппсовском океанографическом институте (США) разрабатывается целый класс



На борту научно-исследовательского судна «Уззерберд» готовят лендер к спуску на дно. Масса аппарата в надводном положении 2 т.

автономных аппаратов, получивших название «лендеры» (Landers). Они представляют собой комплекс приборов, оснащенных микроэлектроникой и заключенных в единую капсулу, которая опускается на дно. Приборы по заданной программе ставят эксперимент, ведут отбор и анализ проб воды и грунта. Важным достоинством лендера является регулируемая системой нейтральной плавучести мягкая посадка, не нарушающая структуры грунта. Продолжительность работы лендера — от нескольких недель до нескольких месяцев. Собранный информация передается на борт научно-исследовательского судна.

Один такой аппарат, который назван ROLAID (Robotically operated Lander for the Analysis of Interstitial and Interface Diagenesis), уже работает в Скриппсовском океанографическом институте. С его помощью можно обследовать участки дна, где проходят различные геохимические реакции (на самой поверхности дна либо в толще осадков), определять, какая часть поступившего на дно материала возвращается в результате этих реакций обратно в воду, как и чем регулируется течение таких реакций, их скорость и т. п.

Oceanus. 1992. V. 35. N 1. P. 8—10 (США).

Океанология

Морские «барашки» — особое состояние вещества

Всякий, наблюдавший за волнами в открытом море, замечал, что часть волн завершает свой путь спокойным обрушением, а часть образует при этом белые гребни «барашков». Причину такого различия (в отсутствие помех со стороны побережья) проясняет работа физиков А. Ньюэлла и В. Захарова (А. Newell; Университет штата Аризона, Тусон, США, V. Zakharov; Институт теоретической физики РАН). По их мнению, здесь существенно то, как именно в каждом конкретном случае распределяется по поверхности моря энергия ветра.

Авторы вычислили: при скорости ветра не более 6 м/с зеркало моря лишь покрывается морщинами, так как поверхностное натяжение воды не позволяет его полностью разрушить. При большей скорости ветра его сила начинает подавлять способность поверхностного натяжения сохранять целостность водного зеркала. Чтобы преодолеть ветровую энергию, «морю необходимо» увеличить площадь ее приложения. Единственный путь к этому — разбить плоскость водной поверхности на множество образующих пену капель, каждая из которых сохраняет свою сферическую форму благодаря собственному относительно сильному поверхностному натяжению.

При урагане с его гигантской энергией вспененные «барашки» покрывают сплошь всю поверхность воды, а просто при бурном море белые гребешки встречаются лишь на разбросанных отдельных его участках, подвскакивающих сильным порывам ветра.

Авторы предлагают считать подобную пену, образованную мощным взаимодействием воды и воздуха, еще одним, особым физическим состоянием вещества.

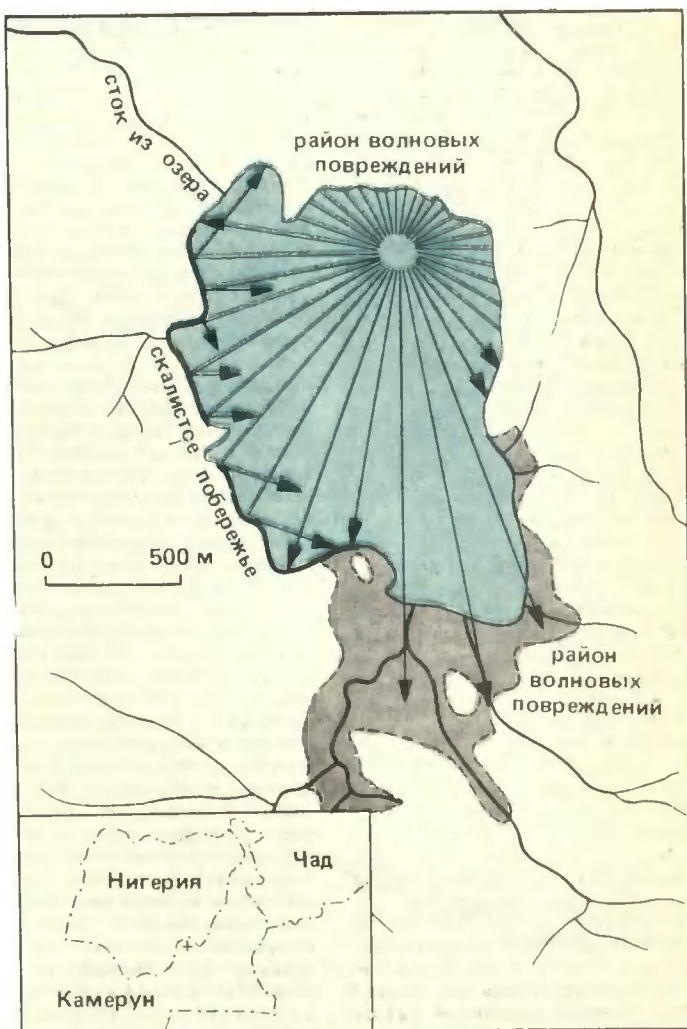
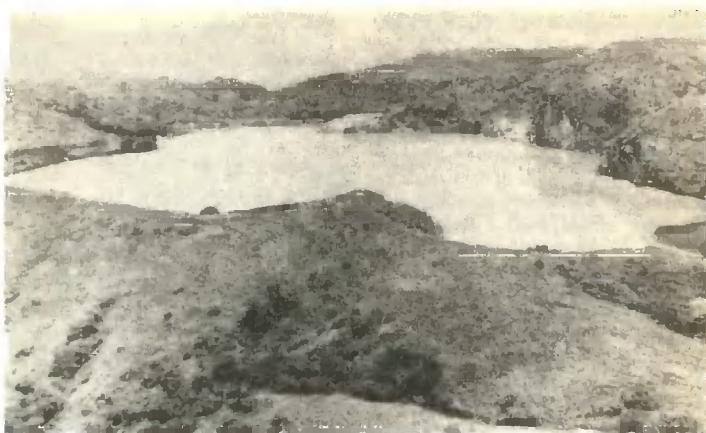
Physical Review Letters. 1992. 24.08. P. 1149; New Scientist. 1992. V. 135. N 1837. P. 16 (Великобритания).

Вулканология

Озеро-убийца в Камеруне: расследование завершается

21 августа 1986 г. над северными берегами оз. Нюс прошло облако удушающего газа, от которого в окрестных поселках погибли 1746 чел., весь домашний скот, птица и даже насекомые¹. Так как озеро находится в кратере «спящего» вулкана, предположили, что он ожил, а изверженный ядовитый газ, пройдя сквозь воду, отравил вокруг все живое. Однако не все специалисты с этим согласны.

В ходе обследований, проведенных экспедициями из Великобритании, Италии, Нигерии, США, Швейцарии и Японии, обнаружено, что растительность по берегам озера пострадала на высоте до 25 м, но осталась неповрежденной по берегам единственной вытекающей из него реки. Листья пострадавших растений покрылись коричневатой пленкой, а вода на поверхности озера окрасилась в желто-коричневый цвет. По характеру повреждений местности была установлена точка, откуда распространилась волна, сфокусированная берегами так, что ей удалось перехлестнуть 75-метровый полуостров на севере озера. В ряде



¹ Подробнее о катастрофе и геологическом строении этого района см.: Трагедия в Камеруне // Природа. 1987. № 4. С. 115—117; о подобной же катастрофе в районе оз. Монун см.: Озеро-убийца в Камеруне // Природа. 1986. № 10. С. 119.

Озеро Нюс — одно из многочисленных озер вулканического происхождения на территории Камеруна.

Схема распространения волны на оз. Нюс в момент катастрофы. По силе и характеру повреждений определено место возникновения волны. На врезке крестиком обозначен район Камеруна, где поблизости друг от друга находятся озера-«убийцы» Нюс и Монун.

мест листья у не поваленных волной растений почернели и съжились: возможно, их «приморозил» вырвавшийся из глубины озера газ. (Известно, что выделение растворенного в воде CO_2 — реакция эндотермическая: она идет с поглощением энергии и охлаждением окружающей среды.) Резкое похолодание могло составить 10°C , причем остывающая поверхностная вода погружалась, вытесняя из глубины новые порции насыщенного газом воды. Таким же путем были выведены на поверхность воды, насыщенные бикарбонатом железа.

При первых попытках взять пробы глубинных вод сосуды взрывались вследствие высокого давления газов; это удалось лишь при замедленном подъеме сосудов с открытым клапаном. Анализ на месте показал, что 99,6 % растворенных газов приходится на CO_2 , остальное — метан и минимальное количество гелия. Ни сероводорода, ни диоксида серы не обнаружено. Из лабораторного анализа следовало, что сразу после катастрофы воды озера содержали около 250 млн. м^3 CO_2 (измеренного при стандартной температуре и давлении). Изотопный состав кислорода и углерода подтверждает, что газы просачивались из глубинных недр (измерения, сделанные уже в апреле 1992 г., свидетельствуют, что CO_2 продолжает поступать в озеро со скоростью около 5 млн. $\text{м}^3/\text{год}$).

Эти результаты противоречат показаниям выживших после катастрофы жителей, утверждавших, что в момент бедствия они ощущали запах тухлых яиц или пороха и якобы слышали взрыв. Такие явления могли сопровождать вулканическое извержение взрывного типа, но в этом случае неизбежно нарушение мощного слоя донных осадков. Между тем ни в одной из проб воды не содержалось ни взмученных осадков, ни сернистых газов. Считается, что CO_2 лишен запаха, но имеет легкий кислый вкус (во рту образуется угольная кислота). Английские исследователи отмечают, что ни в одном из шести местных языков нет отдельных понятий «запах» и «вкус», поэтому при переводе (зачастую

двойном) разные ощущения могли передаваться одним и тем же словом «запах». К тому же трудно объяснить, почему некоторые жители поселка, расположенного в 10,4 км от озера, утверждают, что одновременно и слышали взрыв и чувствовали «дурной запах», хотя газовое облако могло преодолеть это расстояние лишь за 30 мин, а звук — за 32 с. Вместе с тем образцы глубинных вод имели слабую кислотность (pH 5,6) и содержали в 1 л более 500 мг двууглекислого натрия, магния, кальция и железа — эти-то бикарбонаты и придают воде отвратительный кислый вкус.

Захоронение погибших шло поспешно, без вскрытия. Прибывшие из столицы врачи местными языками не владели и симптомы перенесших трагедию описывали весьма приблизительно. Отмечено, однако, что на теле некоторых погибших и живых были волдыри, которые вулканологи объясняют воздействием изверженных газов. У 548 госпитализированных и 297 лиц, получивших амбулаторную помощь, симптомы были сходны с теми, что бывают при воздействии удушливых газов (как CO_2): все поступившие в больницы были без сознания, многие — часами, что указывает на высокую концентрацию газа.

Обобщив все эти данные, группа исследователей во главе с С. Фритом (S. Freeth; Отдел изучения природных катастроф геологического происхождения при Университетском колледже в Суонси, Великобритания) пришла к следующим выводам. Очевидно, к августу 1986 г. воды и осадки в оз. Ниос были перенасыщены CO_2 . В разгар дождливого сезона многочисленные ручьи и реки, впадающие в озеро с юга, наполнили его влагой, которая постепенно образовала по всей поверхности озера слой, несколько более холодный и плотный по сравнению с нижележащими слоями. Обычно подобная стратификация исчезает сама собой в конце дождливого сезона, по мере того как поверхностные воды теплеют. Однако вечером 21 августа что-то нарушило покой озера и насыщенные CO_2 глубинные воды поднялись наверх в его северо-восточной части. В это время года здесь господствуют северо-

восточные ветры; возможно, на этот раз они были сильнее и сместили холодные поверхностные воды в южную часть акватории, где они потеряли стабильность и погрузились, вызвав компенсированный подъем глубинной «газированной» воды с образованием высокой волны. Из поднимающейся к поверхности воды выделялись пузыри газа; обладая плавучестью, они усиливали конвективные потоки в озере.

По мнению К. Титце (K. Tietze; Институт геологии и минералогии в Ганновере, Германия), в процессе выделения газа могла возникнуть специфическая циркуляция: ядро насыщенной газом воды поднимается внутри «цилиндра», образованного охлажденной погружающейся водой. Подобный процесс мог осуществляться даже в ограниченной части озера: по мере подъема газированного ядра поверхностная холодная вода затягивается в «цилиндр», а остальная часть озера остается незатронутой. Такая схема циркуляции отвечает на вопросы: почему в момент события озеро потеряло лишь часть растворенных в нем газов; каким образом стабильные придонные воды могли поступать наверх, не нарушая осадочных пород; почему химический состав воды на глубине свыше 150 м остался неизменным и после событий.

Вырвавшийся на поверхность гигантскими пузырями газ породил мощные волны, которые ринулись к низинам на южном берегу. Образовавшийся из газа и влаги холодный аэрозольный туман растекся по долинам, окружавшим озеро, где сосредоточено население. Подобной модели не противоречит ни один из имеющихся фактов.

New Scientist. 1992. V. 135. N 1834. P. 23—27 (Великобритания).

Сейсмология

Сейсмическая обстановка в Калифорнии осложнилась

28 июня 1992 г. сильное землетрясение (магнитуда $M=7,4$ по шкале Рихтера) произошло рядом с пос. Ландерс, распо-

ложенным в пустыне Мохаев, в 150 км к западу от Лос-Анджелеса. В последующие 10 сут сейсмическая сеть Геологической службы США зарегистрировала здесь еще 5 тыс. подземных толчков различной силы. Данный регион известен своей высокой сейсмичностью (в среднем около 12 тыс. событий в год), но столь высокий уровень активности не наблюдался с начала XIX в., со времени, когда европейские переселенцы стали регистрировать здесь подземные толчки.

Ландерское землетрясение и многие его повторные толчки происходили, очевидно, в пределах ранее неизвестного разлома земной коры, простирающегося на север от главного разлома Сан-Андреас вплоть до границы штата Невада. На этой же линии в апреле 1992 г. случилось землетрясение у пос. Джосуа Три ($M=6,1$), но тогда ему мало кто придавал значение. Правда, еще в 1989 г. геофизик А. Нур (A. Nur; Станфордский университет, Калифорния) высказал предположение, что в данном районе зарождается новая система разломов, которая по масштабу, возможно, превзойдет систему Сан-Андреас. Нынешние события подтвердили эту гипотезу.

По мнению Нура, на участке соприкосновения Сан-Андреасского разлома с новой системой около Лос-Анджелеса происходит «запирание» трещины: существующий в этом месте изгиб разлома Сан-Андреас, вероятно, препятствует движению Тихоокеанской плиты относительно Северо-Американской. В коре нарастает напряжение, которое, ища выход, порождает новый разлом, направленный почти строго на север, вдоль восточных склонов хребта Сьерра-Невада. В течение следующих сотен тысяч лет, полагает Нур, новый разлом может распространиться по территории Невады, а затем — на северо-запад к штату Орегон и выйти к побережью Тихого океана. Это мнение не разделяет сейсмолог Л. Джонс (L. Jones; Геологическая служба в Менло-Парке, Калифорния); она с руководимой ею группой исследует то возможное влияние, которое окажет новый разлом на Сан-Андреас, в особенности на его



Крупная трещина на автостраде в районе зарождающегося разлома.

отрезок в горах Сан-Бернардино, к югу от Лос-Анджелеса, где на поверхности какие-либо видимые его следы пока отсутствуют.

Если, согласно существующему предположению, мощные силы трения препятствуют движению земной коры, вызывая все нарастающее напряжение в ней, то недавние толчки лишь увеличивают вероятность катастрофического землетрясения в южной части Калифорнии в ближайшие несколько лет. С учетом этого сейсмологи, геофизики и геологи сосредотачивают силы в данном регионе: Геологическая служба совместно с Калифорнийским технологическим институтом (Пасадена) уже установили вдоль разлома Сан-Андреас и в районе предполагаемого разлома, где происходили повторные толчки, сотни передвижных сейсмических приборов.

New Scientist. 1992. V. 135. N 1830.
P. 4 (Великобритания).

Антропология

Неандерталец не был «отсталым»

Большинство антропологов считают, что неандерталец был в умственном отношении развит довольно слабо, а

дети «пещерного человека» интеллектуально созревали в значительно более позднем возрасте, чем современные.

Это утверждение попыталась опровергнуть А.-М. Тиллье (A.-M. Tillier; Университет в Бордо, Франция) на конференции Американской ассоциации развития науки, состоявшейся в 1992 г. в Чикаго (штат Иллинойс, США). Проанализировав и сопоставив множество зубов, челюстей и других костных остатков неандертальцев с соответствующими остатками современных людей, Тиллье полагает, что в основных анатомических характеристиках неандертальцы мало отличались от нынешнего человека. Кроме того, мозг неандертальца по своим размерам даже несколько превосходил мозг среднего нашего современника, и развитие древнего человека аналогично нашему.

Считается, что неандертальцу были свойственны весьма ограниченные речевые способности, большая сутулость и общий «звероподобный» облик. Это утверждение подверг сомнению другой участник конференции Д. Фрейер (D. Frayer; Университет штата Канзас, Лоренс, США). Он выполнил новую реконструкцию черепа одного из наиболее известных науке неандертальцев — старика из Ла-Шапель-о-Сен (Франция) — и теперь убежден, что пещерные люди были способны к членораздельной речи не менее, чем современные. Однако это утверждение на конференции поддержать не нашло.

New Scientist. 1992. V. 133. N 1808.
P. 19 (Великобритания).

В 1992 г. безымянный кратер на Венере получил имя сестер Ирен и Сидни Мэнтон: астрономы в свое время договорились, чтобы всем новооткрытым объектам на этой «женственной» планете присваивались имена выдающихся представительниц «слабого пола».

Ныне уже покойная И. Мэнтон (I. Manton) была профессором Университета в Лидсе (Великобритания); ей первой принадлежала идея создания специальной лаборатории, где растения изучаются с помощью электронного микроскопа. Ее сестра (S. Manton) была первой в мире общепризнанным авторитетом в области классификации членистоногих. Теперь имена ботаника и зоолога займут достойное место на атласе Венеры среди таких знаменитостей, как Мария Склодовска-Кюри, царица Савская, Жанна д'Арк и Клеопатра.

New Scientist. 1992. V. 136. N 1846. P. 11 (Великобритания).

По данным группы специалистов во главе с Дж. Батлером (J. Butler; Национальное управление США по изучению океана и атмосферы, Боулдер, штат Колорадо), кривая, показывающая содержание в нижней атмосфере галогенов, способствующих разрушению атмосферного озона, перестала подниматься. Этот факт отмечен впервые за несколько десятилетий, когда концентрация галогенов неуклонно возрастала. Исследователи объясняют эти важные изменения тем, что в последнее время стали действовать как добровольные ограничения на использование этих химических веществ, так и соответствующие статьи международного Монреальского протокола.

Nature. 1992. V. 359. N 6394. P. 403 (Великобритания).

В последние два десятилетия во многих странах мира для приготовления пищи используют микроволновые печи. В США ими пользуются 70 % семей, в Великобритании — 50 %, во Франции — 20 %, в ФРГ — 15 %. Кроме того, с помощью микроволновых печей готовят пищу в ресторанах и кафе. Вполне объяснима тревога людей, пользующихся этими печами. Эксперты ВОЗ заявили, что в настоящее время нет достоверных научных доказательств о том, что пища, подвергнутая этому виду кулинарной обработки, представляет какой-либо риск для людей. Однако необходимо соблюдать инструкции по эксплуатации печей. Продолжительность и интенсивность нагрева должны быть достаточными для разрушения микроорганизмов, способных вызвать заболевания (например, сальмонеллез, амёбиаз, глистную инвазию и др.).

World Health Organization. Press Release. 1992. N 8. 17 February (Швейцария).

Конец 1992 г. для о. Новая Британия (Папуа — Новая Гвинея) прошел под знаком высокой сейсмической активности: в отдельные месяцы отмечалось по 350—500 подземных толчков, а в сентябре — 894. За одни лишь сутки 29 сентября произошло 36 землетрясений! Виновник тому — вулкан Рабаул. Сотрясения вызваны подповерхностными перемещениями породы в пределах его кальдеры. Местами происходит подъем лавы: меньше чем за три недели южный берег близлежащего острова Матуит «подрос» на 13—16 мм. Вулканическая активность, а с нею и «поднятие» острова продолжаются.

Smithsonian Institution Bulletin of the Global Volcanism Network. 1992. V. 17. N 11. P. 3 (США).

В штате Нью-Йорк (США) одобрен законопроект, согласно которому заключенных, находящихся в терминальной стадии болезни, освобождают из тюрьмы по медицинским показаниям («медицинское поручительство»). Большинство заключенных, которые будут освобождаться по «медицинскому поручительству», — это больные СПИДом. На совершивших убийство и половые преступления это право не распространяется.

Предполагается, что ежегодно по этой программе будут освобождаться примерно 50 чел., которые будут возвращаться в свои семьи или направляться в хосписы. Это сэкономит для штата 1—2 млн. долл. в год, поскольку за медицинское обслуживание заключенных платит штат, а после освобождения они будут получать медицинскую помощь по системе «Медикейд», половину средств которой составляют федеральные расходы.

British Medical Journal. 1992. V. 304. N 6832. P. 935 (Великобритания).

В США наряду с успехами по вторичной переработке бумаги и алюминия отмечается в последние годы настоящий бум в переработке стали и стекла. Во вторичную переработку поступает около 25 % всех выпускаемых «жестяных» банок (на самом деле — из стали); в новых банках содержится в среднем 25 % переработанной стали. Каждый сделанный в США сосуд на 30 % состоит из переработанного стекла; в штате Род-Айленд, например, в переработку поступает 60 % всей стеклянной посуды, а в штате Нью-Джерси — 53 %.

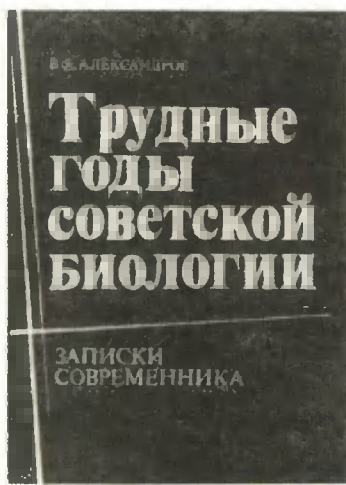
International Wildlife. 1992. V. 22. N 3. P. 25 (США).

Наука и социальная катастрофа

М. Д. Голубовский,
доктор биологических наук
Санкт-Петербург

СРЕДИ многочисленных публикаций по истории лысенковщины книга профессора В. Я. Александрова занимает особое место. Хотя автор прошел через горнило трагедии, его записки поражают достоинством и спокойствием тона, библейской мудростью. Отличительной особенностью книги я бы назвал то, что катастрофа в биологии рассмотрена с позиций социальной психологии, наблюдения и анализа поведения людей. И здесь автор восходит до важных обобщений: «Лысенковская биология поставила грандиозный эксперимент по социальной психологии, подлежащей серьезному изучению. Эксперимент выявлял пределы прочности моральных устоев у разных людей. Он давал людям материал для самопознания, которого лишены живущие в нормальной обстановке. Ведь нормальная обстановка позволяет человеку до конца жизни сохранить благопристойность своего поведения и оставаться в неведении о хрупкости основ, на которых эта благопристойность зиждется. Лысенковский стресс проявил потенциальные возможности человеческих реакций и отношений, которые в скрытом виде существуют, подспудно действуя, и в условиях нормальной жизни» (с. 73).

Подобным подходом в свое время потрясли другие записки — «Записки из мертвого дома» Достоевского. Свою книгу Владимир Яковлевич Александров — патриарх отечественной клеточной и молекулярной биологии — выпустил накануне своего 86-летия. Подзаголовок книги «Записки современника» чересчур скромнен. Современник может быть и сторонним на-



В. Я. Александров. ТРУДНЫЕ ГОДЫ СОВЕТСКОЙ БИОЛОГИИ. Записки современника. СПб.: Наука, 1992. 262 с.

блюдателем жизненной драмы или летописцем, описывающем без гнева и пристрастия чреду событий. В. Я. Александров по своей жизненной позиции и темпераменту — ученый-гражданин, остро чувствующий ответственность не только за саму науку, но и за те формы, которые она принимает в обществе в данный период. Недавно стало известно, что именно В. Я. Александров вместе со своим многолетним другом Д. В. Лебедевым и генетиком Ю. М. Оленовым является автором-инициатором знаменитого «письма трехсот» — первого коллективного протеста ученых в ЦК партии (лето 1955 г.) против возникшей по вине партии же монополии Лысенко в биологии. Письмо сняло пелену страха перед тоталитарным произволом. Оно может считаться началом диссидентского процесса в стране.

«Записки» в смысле своей достоверности безупречны. Ав-

тор признается в предисловии, что в критические периоды жизни старался по горячим следам подробно заносить в тетрадь происходящие события, включая диалоги. Это дало возможность не полагаться на «подводящую память». Замечание тонкое. Ибо, как напомнила Е. С. Левина¹, историки и архивисты убедились в верности поговорки «врет, как очевидец». В книге Александрова все выверено до мелочей. Мне известно, что когда в начальный период гласности главы из «Записок» стали публиковаться в журнале «Знание — сила», то редакция из осторожности прислала домой к Владимиру Яковлевичу в Ленинград придирчивого редактора для тщательной сверки всех источников, цитат и ссылок. После трех дней работы редактору удалось, кажется, найти две или три запятые, не там поставленные.

Появившаяся еще в студенческие годы склонность коллекционировать работы паранормальных авторов, о чем пишет Александров в предисловии (в это собрание потом вошли и «труды» Лепешинской, а также последователей Лысенко), облегчила написание книги. Однако ценнейший, собранный им за многие годы архив использован лишь частично. Зато многие факты и документы были в свое время сообщены В. Н. Соيفеру и вошли в его капитальную сводку².

Мне кажется, интерес Александрова к поведению людей в условиях социальной катастрофы косвенно связан с тем, что в течение десятилетий он изучал и анализировал реакцию живых клеток на полу-

¹ Левина Е. С. Беда или вина академика Вавилова? // Природа. 1982. № 8. С. 121.

² Соифер В. Н. Власть и наука. История разгрома генетики в СССР. Л., 1989.

смертельные повреждения. Еще в 30—40-е годы он вместе со своим учителем академиком Д. Н. Насоновым установил, что разнообразные повреждающие воздействия вызывают в клетках весьма сходные, но обратимые изменения, названные паранекрозом («около смерти»). Одно из удивительных открытий Александра состоит в том, что обратимые повреждающие воздействия активируют общую способность живой клетки противостоять самым разным вредным агентам. Клетка «закаляется» — при повторном повреждении она не только быстрее заживает раны той же тяжести, но способна выносить и более суровые испытания. Не так ли закаляется и психика человека? Основной принцип действует уже на уровне живой клетки! Поэтому вовсе не случайно в своей итоговой монографии В. Я. Александров замечает: «Изучение явлений репарации имеет для цитолога серьезное воспитательное значение, оно внушает исследователю уважительное отношение к клетке, так как вряд ли можно назвать какой-либо другой процесс, где клетка столь наглядно демонстрирует глубоко заложенное в ней стремление к целостности»³.

Понимание и, если угодно, эмоциональное переживание таинственного и, по всей видимости, одного из самых главных свойств живого — целостности отличает всех великих биологов, начиная с петербургского академика Карла фон Бэра. Следуя этой традиции, В. Я. Александров на рубеже 70-х годов написал столь поразившую не в меру ретивых «молекулярщиков» статью о поведении клетки («Как? Уже и клетки имеют поведение?»).

Неоспоримый авторитет автора «Записок» связан не только с его выдающимися исследованиями в области физиологии клетки. В. Я. Александров — ученый-мудрец. Когда молекулярные биологи под давлением своих очевидных успехов порой склонны испытывать головокружение, он способен охладить их пыл одной фразой. Вроде сле-

дующей: «За словами «информационная РНК переходит из ядра в цитоплазму» скрывается бездна нашего незнания». Следуя девизу Владимира Яковлевича, каждый раз при открытии школ по молекулярной биологии в Звенигороде вывешивался плакат: «От ложного знания — к истинному незнанию».

Древние знали, что в мудрости много печали. Невесело звучит одно из главных авторских заключений общечеловеческого плана: «История лысенковщины заставляет прийти к грустному выводу: популяция ученых (впрочем, как и любые другие человеческие популяции) в моральном отношении оказывается весьма хрупкой и подвергать ее серьезным испытаниям опасно. Это может привести к тяжелым последствиям и для науки и для всего того, что с ней связано» (с. 261).

Первая глава книги называется «Разгром» и описывает ликвидацию генетики после сессии ВАСХНИЛ в августе 1948-го. Разгром, показывает автор, был проведен, как хорошо спланированная по указанию правящей партии полицейско-государственная акция. Разгром затронул все этажи науки, всю систему преподавания от начальной школы до институтов, систему аттестации научных кадров и информационные каналы общества. В кратчайшее время было уволено более 3000 преподавателей биологии ведущих и периферийных вузов и институтов, изменены планы научных работ, изъяты из библиотек и уничтожены (сожжены) книги и учебники по генетике.

Согласно цитируемому Александровым тексту приказа тогдашнего министра высшего образования СССР Кафтanova, уничтожение генетики называлось «коренной перестройкой учебной и научно-исследовательской работы». Целью «перестройки» было «искоренение идеалистического,唯心主义的, менделеевско-моргановского направления». В приказе содержалось и идеологическое обоснование: «борьба мичуринской биологической науки против唯心主义的 направления есть борьба двух прямо противоположных непримиримых мировоззрений, борьба

диалектического материализма против идеализма».

С одной стороны, «диалектический» подход позволял дать псевдонаучное обоснование любой путанице в мыслях и фактах. С другой стороны, под «идеализм» можно было подвести любую концепцию. Академика Д. Н. Насонова и профессора В. Я. Александрова перед снятием с работы обвинили в «физиологическом идеализме». В 30-е годы академика В. И. Вернадского обвиняли в «геологическом идеализме». А еще раньше, в первые годы большевистской власти философы-идеалисты стали одними из первых жертв репрессий. Материализм, по завету Ленина, принял агрессивную, воинствующую форму. О последствиях этого с тонким сарказмом сказано в «Докторе Живаго»: «Надо было готовиться к холодам, запасать пищу, дрова. Но в дни торжества материализма материя превратилась в понятие, пищу и дрова заменил продовольственный и топливный вопрос». Уже давно «вопрос» превратился в постоянную и неразрешимую проблему России.

Где начало этого фанатичного материализма, ставшего государственной философией? Может быть, начало лежит в умонастроениях последователей Базарова, с его убеждением «природа не храм, а мастерская», с его верой в рациональную науку, способную решить все проблемы, и с его подходом к человеку: «Достаточно одного человеческого экземпляра, чтобы судить обо всех... Исправьте общество, и болезней не будет». Фетишизация науки как способа конструирования счастливого общества привела к таким фантомным наукам, как «научный коммунизм», «научный атеизм» и т. д. Вместо желанного союза науки и демократии стал возникать уродливый союз науки и тоталитаризма. О начале этой дисгармонии имеется замечательное свидетельство классика генетики Уильяма Бэтсона.

7 ноября 1925 г. он опубликовал в журнале «Nature» краткий отчет о поездке английской делегации на празднование 200-летия Российской академии наук («Science in Russia»). Бэтсон согласился приехать

³ Александров В. Я. Реактивность клеток и белки. Л., 1985.

по настоятельной просьбе Н. И. Вавилова, который в 1913 г. стажировался в его лаборатории. Юбилей проходил торжественно и пышно, начавшись 5 сентября 1925 г. в Ленинграде и продолжившись в Москве. Гостей приветствовали Калинин, Красин, Луначарский, Каменев, с большой речью выступил председатель Ленсовета Зиновьев. Гости посетили дворцы Царского Села и Петергофа, отданные под институты и лаборатории. Бэтсон отмечает энтузиазм и искреннюю веру, что наука — источник счастья. От опытного ученого не ускользнуло, однако, что институты и университеты одновременно используются для распространения коммунистических идей: почти в каждом из них есть «красная комната» с бюстом Ленина и партлитературой.

С саркастическими нотками Бэтсон пересказывает речь Зиновьева. Тот провел параллель между тем, что наука сделала для ликвидации сифилиса, терпеливо испытывая 605 реагентов, пока не был найден спасительный 606-й, и действиями революционеров по ликвидации капитализма. Капитализм третируется как сифилис. Если понадобится, говорил Зиновьев, будет испытано не 606, а 6006 способов избавить планету от его яра. Привожу заключительные слова провидческой заметки Бэтсона: «Когда мы смотрели на 1200 человек, собравшихся в Москве на банкет, в городе, переполненном нищими, мы напрасно пытались представить какую-либо систему, по которой шел отбор к банкетным столам. Мы не увидели и следа свободы. Нынешние условия в России свидетельствуют о дисгармонии, очевидной для каждого наблюдателя. При этом особенно серьезна нехватка свободы».

Вавилов, прочтя отчет Бэтсона, посерчал на старика-учителя, но признал его правоту. Дефицит свободы, воспринятый Бэтсоном в первые годы революции как дисгармония, в конце концов привел к разгрому генетики. Но судьба генетики вовсе не уникальна. Лысенковщина, как теперь очевидно, — понятие не видовое, а родовое, постигшее в той или иной мере

каждую область советской науки. Действительно, советское государство способствовало количественному росту науки, фетишизируя ее роль. Однако оно не только «заказывало музыку», но считало законным и возможным вмешиваться в процесс ее исполнения. По отношению к науке и искусству советское государство вставало на позицию Тараса Бульбы: «Я тебя породил, я тебя и убью».

В процессе убийства можно было выделить три последовательные стадии: 1) супрессия — идеологическое подавление, включая газетно-журнальную травлю; 2) репрессия — административные и физические преследования неугодных лидеров и независимо мыслящих ученых; 3) разгром или погром того или иного направления в науке. В ставшем теперь известным письме академика И. П. Павлова в Совнарком в 1935 г. он называл «величайшим насилием над научной мыслью» включение в Устав Академии параграфа о необходимости вести всю научную работу на платформе диалектического материализма, учения Маркса — Энгельса.

В заглавии книги В. Я. Александрова стоят слова «советская биология». Что значит здесь прилагательное «советская»? Об этом следует сказать особо. Есть слова или понятия, которые становятся семантической ловушкой. Такова и слово «советский». Оно стало использоваться в трех разных, но переплетающихся смыслах. Самый безобидный совпадает с бывшим названием страны и означает все, что происходило в ее пространстве и времени. Таковы выражения «советская наука» или «советская биология» в названии «Записок». Идеологической нагрузки здесь нет, как в сочетаниях типа «советское шампанское» или в названии породы овец «советский меринос».

Второй смысл означает определенную государственно-правовую систему, начало которой датируется октябрём 1917 г.: «советская власть», «советские органы». Советская демократия, к примеру, — такая форма демократии, когда права участия в выборах (вплоть до 1936 г.) лишались целые слои общества: интеллигенция, духовенство, ку-

печество, а преимущественными правами был наделен один класс-гегемон (Любичев называл такую форму демократии «классовый расизм»).

Самым отличительным, всепроникающим и зловещим был третий — идеологический — смысл термина «советский». Он подразумевал полное подчинение человека идеологии правящей партии во всех областях духовной жизни. Советский человек и советский ученый — это не просто живущий в СССР, но преданный марксизму и родной коммунистической партии, это активный борец против идеализма, буржуазной идеологии и за победу коммунизма во всем мире. При этом уже одно название «советский» дает преимущества: ты же советский, ты же чистый как кристалл...

Слияние всех трех смыслов в один и создавало смертельный капкан. Ибо несогласие хотя бы с одним элементом идеологического комплекса «советский» легко истолковывалось как действие против советской власти (смысл 2) и против всей советской страны и ее народа (смысл 1) и потому квалифицировалось как тяжкое государственное преступление.

Надежда на то, что естественные науки останутся в некоей идеологической резервации, где жизнь идет по своим правилам и законам, окончательно рухнула в августе 1948 г. В. Я. Александров цитирует трагическое признание известного генетика А. Р. Жебрака, до августа 1948 г. активно противостоявшего Лысенко: «До тех пор, пока нашей партией признавались оба направления в советской генетике и споры между этими направлениями рассматривались как творческие дискуссии по теоретическим вопросам современной науки, помогавшие в споре найти истину, я настойчиво отстаивал свои взгляды, которые по частным вопросам расходились со взглядами акад. Лысенко. Но теперь, после того, как мне стало ясно, что основные положения мичуринского направления в советской генетике одобрены ЦК ВКП(б), то я, как член партии, не считаю для себя возможным оставаться на тех позициях,

которые признаны ошибочными Центральным Комитетом нашей партии» (с. 28).

Для члена партии выбора не было. Заявить, что партия мне дорога, но истина дороже, и выложить партбилет в те трудные годы смог, пишет Александров, только генетик Иосиф Абрамович Рапопорт. Его выгнали с работы, но не репрессировали (не потому ли, что закрытый черной повязкой глаз зримо напоминал о легендарном фронтовом героизме?).

В послевоенное время лишь один биолог среди «советских ученых», вступив в 1953 г. в борьбу с лысенковщиной, открыто писал о нелепости отождествления партии и истины. Это был А. А. Любищев. Владимир Яковлевич приводит отрывки из драматического документа — многолетней переписки А. А. Любищева с инструктором ЦК партии по сельскому хозяйству В. П. Орловым — честным работником, который искренне верил в непогрешимость указаний партийных вождей. Реальность такова, что даже среди субэлитного слоя партии встречались люди, помогавшие биологам в борьбе с лысенковщиной. Александров несколько раз упоминает о поддержке со стороны инструктора Отдела науки ЦК А. М. Смирнова. Вспоминается замечание Герцена из «Былого и дум»: «Ничего в мире не может быть ограниченнее и бесчеловечнее, как оптовые осуждения целых сословий по надписи, по нравственному каталогу, по главному характеру цеха... Можно быть жандармским офицером, не утратив всего человеческого достоинства».

Стремление понять противоречивые мотивы поведения людей науки — одно из главных достоинств книги. В условиях лысенковского стресса две движущие силы, согласно автору, определяли массовый отход от научной этики: 1) страх лишиться того, чем обладают; 2) стремление добыть то, чего еще нет. Обычно эти силы действовали вместе. Лысенковщина развеяла иллюзию, что популяция ученых в моральном отношении выше или устойчивее других социальных групп.

При одних и тех же стрессовых воздействиях достойное

поведение зависело от врожденной моральной структуры личности, наследственной психологической конституции и характера, воспитания в раннем детстве. Прежде чем разразилась катастрофа в биологии, были десятилетия тоталитарного режима, при котором шел негативный отбор людей с «врожденным фактором независимости» (выражение Н. К. Кольцова) и позитивная селекция на послушание и страх. Уместно привести один вошедший в учебник важный вывод из генетики поведения: «Если ценят воспитывать в «тюремных условиях»... то выросшие животные оказываются трусливыми. Напротив, свободное воспитание ценят ведет к более полной реализации детерминированных генотипом возможностей поведения»¹.

Анализируя страшный процесс адаптации психики людей науки к отравленной атмосфере того времени, В. Я. Александров находит полные сочувствия мудрые слова: «Страдали больше всего те, кто, обладая высоким моральным потенциалом, чувством долга и тревожащей совестью, все же вынуждены были писать или произносить слова, антинаучная и вредоносная сущность которых была для них очевидна... Хотя человеческая психика легко заливает укоры совести, у людей высокого морального склада до конца жизни оставались незаживающей язвой последствия вынужденного отступничества. Те же, кто, несмотря ни на что, сохранил верность своим принципам, должны были дорого за это заплатить» (с. 78).

Людей с беспокойной совестью в популяции оказалось немного. Основная масса «советских ученых» не испытывала угрызений совести, передавая ее в коллективную собственность партии («ум, честь и совесть нашей эпохи»), все действия которой в конечном счете ведут к добру и светлому будущему. Подлинное удивление автора книги вызывает третий вариант поведения, определяемый врожденным отсутствием чувства совести. К этой катего-

рии принадлежали Лысенко, Презент и их окружение. Как пишет В. Я. Александров, Лысенко от терзаний собственной совести был надежно защищен и неизлечимым невежеством, и моральным дальтонизмом.

Не становясь в позу прокурора-обличителя, В. Я. Александров все же не может сдерживать «чувство глубокого омерзения» к тем именитым ученым, которые не только сознательно предали науку, но и активно травили своих научных коллег. Среди них он прежде всего называет академиков А. И. Опарина и К. М. Быкова. И пишет о душевной боли при виде соседства (в Москве на Ленинском проспекте, 33) мемориальных досок душителя генетики Опарина и корифея генетики, борца с лысенкоизмом Николая Ивановича Вавилова. Увы, это знакомо по песне А. Галича: «А у гроба встали мародеры и несут почетный караул».

Вместе с тем автор отказался от настоячивых предложений заменить в названии книги «трудные» годы на «черные», ибо во все времена сталкивался с бескорыстной помощью, отвагой и готовностью людей жертвовать своим благополучием в защиту истинной науки.

Профессор Александров — цитолог. А цитологи обычно анализируют любой объект при малом и большом увеличении микроскопа. Поэтому вполне естественно выглядит то, что последняя глава книги посвящена деталям личной борьбы автора с лысенковским засильем во втором издании БСЭ. Употребляемое здесь слово «советская» включает все ядовитое переплетение смыслов. Соответствие статей в БСЭ советской идеологии достигалось иерархией поставленных партией цензоров во главе со специальным куратором ЦК.

В 1954 г. статью «Цитология» поручили по неосторожности написать В. Я. Александрову. Кому-то казалось само собой разумеющимся, что в идейном смысле автор добровольно будет следовать лысенковскому девизу: «Ген — неприличное слово из трех букв». Редактором отдела биологии БСЭ был академик А. И. Опарин, со рвением

¹ Лобашев М. Е. Генетика. Л., 1967. С. 598.

проводивший идеологию лысенковщины после сессии ВАСХНИЛ 1948 г. В результате статьи по общим вопросам биологии, теории эволюции, генетики полны невежества, фальсификации и просто вздора. Естественно, статью В. Я. Александрова «Цитология» сходу отклонили. Но он решил дать бой мракобесию на своей территории. Собрал положительные отзывы, в одном из которых академик Д. Н. Насонов писал, что «вопрос о засорении БСЭ антинаучным, дезинформирующим советского читателя мусором — это вопрос первостепенной важности. Я убежден, что необходимо принять все меры для предотвращения в дальнейшем этой возмутительной деятельности» (с. 233).

Борьба за возможность сообщить читателям БСЭ объективные сведения о строении и функции живой клетки длилась весь 1955 год. Несколько раз Владимир Яковлевич ездил из Петербурга в Москву. Наконец, попав после настойчивых требований к инструктору ЦК партии, был вынужден оставить сугубо академический тон и спросить в лоб: «На каком основании она (биологическая редакция) приглашает в качестве дегустатора человека, который не

может отличить мочи от вина?» (с. 236). С боем пробивался каждый факт, который противоречил мичуринской биологии. В ЦК пошли на уступки, но в качестве компромисса потребовали все же заменить «законы Менделя» на «закономерности». В 1957 г. статья «Цитология» в нормальном виде вышла в 46-м томе 2-го издания БСЭ, хотя привыкшая к страху и вранью биологическая редакция добавила от себя трусливое примечание.

Может показаться, что эта длительная, требующая усилий и нервов борьба за детали, за оттенки смысла («законы» или «закономерности») была ненужной, зряшной. Но это не так. А. Камю в эссе «Письма к немецкому другу» разъясняет мотивы своего участия в антифашистском сопротивлении: «Мы боремся именно из-за оттенков, но из-за оттенков, определяющих самого человека. Мы боремся из-за оттенка, который отделяет веру от мистицизма, энергию от иступления, силу от жестокости и из-за еще более тонкого оттенка, который отделяет ложное от истинного, и человека, на которого мы уповаем, от гнусных идолов, которых вы читаете».

Хотелось бы на этом за-

кончить, но придется писать о другом. Книга должна была выйти тиражом не менее 50 тыс. экземпляров, но издана тиражом смехотворно малым — 2350 экз. Причем выход книги стал возможен лишь при содействии фонда «Культурная инициатива» и поддержке писателя Даниила Гранина. К этой grimase мичуринской экономики нельзя оставаться равнодушным. В. Я. Александров установил, что в живой клетке, как целостной системе, действует принцип кооперативности, когда реакция одного элемента системы облегчает ответ второго и последующих. Человек, в отличие от кошки, существо сугубо кооперативное, пишет автор. Уповаю, что в силу действия принципа кооперативности данная рецензия облегчит научному сообществу найти возможность переиздать книгу В. Я. Александрова массовым тиражом.

Таланты С. И. Барановского

И. Г. Нордега,
кандидат географических наук
Москва

Прадеду — правнук.

СОВРЕМЕННОМУ, будь то филолог, историк, географ или инженер, мало что говорит имя Степана Ивановича Барановского (1817—1890), хотя значительный вклад этого человека в развитие гуманитарной и технической мысли был отмечен в его эпоху и весьма достоин нашей памяти.

Сын командира роты егерского полка, он в 1836 г. окончил историко-филологический факультет Петербургского университета по разряду восточных языков и был направлен в Псковскую губернскую гимназию, где начал преподавать древнюю историю. В процессе подготовки курса он пришел к мысли о необходимости создания историко-географического атласа, который был им составлен и издан в 1842 г. в Петербурге. Вслед за этим вышел его «Краткий географический атлас современного мира» и позднее «Полный географический атлас современного мира». Эти пособия получили признание и многие годы широко использовались в средних учебных заведениях России.

После шести лет работы в Пскове Барановского переводят в Гельсингфорский университет на кафедру русского языка, словесности и истории, которой руководил выдающийся филолог, впоследствии академик Я. К. Грот.

Здесь Барановский разрабатывает «Руководство к первоначальному изучению русского языка» с русско-шведским лексиконом и пишет пособие по переводам с русского языка на иностранные. Проблемы лингвистики интересовали его всю жизнь и в конце концов привели к созданию собственной системы идеографического письма, которую он изложил в кни-



Степан Иванович Барановский
(1817—1890).

ге «Идеография. Общий язык для всех народов» (1884).

Продолжая заниматься географией, Барановский напечатал труд «Изображения климатов земного шара», а затем учебник «Начальные основания географии», включавший этнографические сведения. В книгу «Живописная Россия» (под ред. П. П. Семенова, 1882) вошла составленная Барановским комплексная страноведческая характеристика Финляндии.

Перу Барановского принадлежит также книга «Гигиена,

руководство к сохранению здоровья» (1860) — одно из первых на русском языке изложений основ личной, коммунальной и социальной гигиены. В работе подчеркивалось, что просвещение в стране находится на крайне низком уровне, а тяжелые условия труда и быта рабочих приводят к высокой смертности, особенно среди женщин и детей. С этими же мыслями Барановский часто выступал перед рабочими. Организовал в Финляндии Общество по борьбе с пьянством. В Петербурге он стал инициатором создания приюта для женщин, выходящих из тюрьмы и больниц, ратовал за уст-



Владимир Степанович Барановский
(1846—1879).

ройство ночлежных домов для женщин.

После переезда Я. К. Грота в Петербург в 1853 г. Барановский был назначен вместо него руководителем кафедры, но спустя девять лет уволился по прошению в звании заслуженного профессора и в чине действительного статского советника.

Переехав в Петербург, он полностью посвятил себя изобретательской деятельности. Еще в середине 40-х годов, в ходе работы над составлением орографической карты Западной Европы, Барановский столкнулся с отсутствием необходимого для этой цели числа высотных точек. Это навело его на мысль об автоматическом приборе, который бы мог быстро решать подобные задачи. В результате Барановский сконструировал свой «путемер», предназначенный для быстрого определения пройденного расстояния, углов наклона, относительных высот точек, а также углов поворота пути и автоматического вычерчивания профиля и плана на

бумажной ленте, передвигаемой специальными барабанами. Все вычисления проводились механическим способом с помощью зубчато-рычажных устройств, построенных на основе эмпирических заключений, так как теория механизмов в то время только зарождалась, труды ее основоположника П. Л. Чебышева еще не были изданы.

Вычислительное устройство в этом приборе имело принципиальные сходства с аналогичными механизмами, которые применяются в наше время. Для получения плана пути необходимо было найти метод непрерывного измерения углов поворота движущегося экипажа, на котором установлен прибор. Магнитный компас в данном случае был непригоден из-за железных частей в приборе и экипаже, поэтому определение углов было сведено к измерениям соответствующих дуг. Только значительно позже, с изобретением гирокомпы, подобная задача могла быть решена вполне удовлетворительно.

Построенный в 1845 г. действующий опытный образец путемера, установленный на двухосном экипаже, был представлен в Академию наук на со-

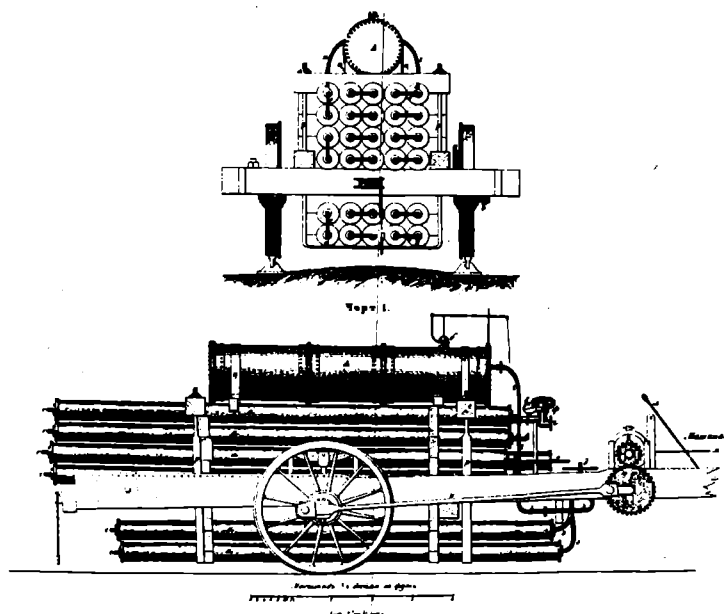
искание Демидовской премии и получил высокую оценку академиков Э. Х. Ленца, В. Я. Струве, Б. С. Якоби. Однако практического применения прибор не получил ввиду трудности его серийного изготовления.

Одновременно с путемером Барановский создал усовершенствованную модель «планиметра-пантографа» — прибора, предназначенного для измерения площадей на плоскости, а также для приведения чертежей одного масштаба в другой. Прибор имел и еще одно важное свойство — давал возможность преобразования контуров, например, из окружности можно было получить эллипс.

Вслед за этим Барановский стал работать над изобретением агрегатов, действие которых основывалось на использовании энергии сжатого воздуха; предназначались они для различных типов транспортных средств. Эти устройства были названы автором «духовиком» и «воздухосжимателем». В то время вопрос о повышении экономичности транспортных силовых установок выдвигался самой жизнью как одно из важнейших условий дальнейшего развития промышленности и транспорта. Паросиловые установки с поршневой машиной имели низкий коэффициент полезного действия.

В конце 1850-х годов Барановский выступил в печати с обоснованием возможности использования энергии сжатого воздуха в качестве «двигателя». Идея состояла в том, что сжатый до нужного давления воздух в результате последующего расширения может совершать определенную работу в цилиндрах поршневой машины. Сжатый воздух должен был храниться в стальных цилиндрических трубах. Комплект таких труб, названный «духовиком», автор предлагал установить на локомотивах, судах, подводных лодках.

Вес такого устройства не превышал веса паровой машины и котла обычного паровоза, размещать его можно было в любой части судна. Управлять «духовиком» мог один человек, при этом становился ненужным тяжелый труд кочегара, не требо-



Чертеж «духового самоката» С. И. Барановского.

валось большого количества топлива (дров или угля), воздух не загрязнялся дымом, т. е., как мы сказали бы теперь, достигалась экологически чистая эксплуатация.

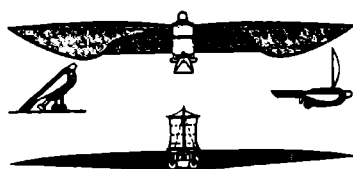
Сжатый воздух должен был производить другой агрегат — «воздухосжиматель». По существу Барановским был предложен оригинальный компрессор, в котором он предполагал использовать пар или даровые силы природы (энергию бурных рек, водопадов, постоянных сильных ветров).

Основываясь на своих расчетах, Барановский спроектировал и построил локомотив с двигателем, работавшим на сжатом воздухе, и назвал его «духовым самокатом»¹. Примечательно, что, зная европейские языки, он практически не пользовался иностранной научной терминологией, находя точные и понятные русские слова. «Самокат» Барановского в феврале—

марте 1862 г. прошел испытания в Петербурге на Николаевской железной дороге, где совершил более 20 пробных поездок, часть из них с вагоном, вмещающим до 30 пассажиров, и грузовой платформой. Локомотив развил скорость 0,5 версты в минуту.

Испытания, которые проводились при участии сына Степана Ивановича, Владимира Степановича, принимавшего деятельное участие в создании духовика и исполнявшего обязанности машиниста, вызвали большой интерес у зрителей и восторженные отзывы прессы. В одной из поездок участвовал император Александр II, наградивший изобретателя орденом Св. Владимира. Отметим также, что «самокат» произвел большое впечатление на молодого юнкера флота, впоследствии известного инженера, изобретателя газовой турбины П. Д. Кузьминского².

О «воздушке» говорил весь Петербург. Но одновременно появились и критики, среди которых был, в частности, преподаватель механики Морского кадетского корпуса профессор И. П. Алымов, утверждавший, что неизбежны большие потери



Проект преобразуемого аппарата «летуна».

энергии при получении сжатого воздуха, подаче его в духовой двигатель. По его расчетам, машины со сжатым воздухом для поездов или кораблей будут тяжелее и больше по габаритам, чем паровые. Барановский продолжал работать над совершенствованием духовика.

Когда Александр II заинтересовался созданием подводных лодок, Барановскому было предложено познакомиться с конструктором подводной лодки И. Ф. Александровским (в прошлом художником и фотографом в Петербурге) и помочь ему в оснащении судна пневматическими агрегатами.

Чертежи духовика и воздухосжимателя, а также ряда вспомогательных механизмов выполнил юный В. С. Барановский. Духовик для лодки, как и для самоката, был построен в Англии на крупнейшем в мире трубном заводе промышленников Росселей. Барановский-младший руководил установкой труб на лодке, построенной в Петербурге на заводе М. Е. Карра и М. Л. Макферсона. Однако после первых успешных испытаний Барановские были отстранены от работы «за ненадобностью», а лодка приобрела известность как изобретение Александровского.

Огорченный этим обстоятельством, Степан Иванович решает прекратить работы над «духовой силой» и посвящает себя вопросам, связанным со строительством железных дорог.

В 1874 г. Степан Иванович на заседании отделения статистики Географического общества выступил с обоснованием экономического значения, которое мог бы иметь железнодорожный путь из Европы через территорию России в Центральную Азию, а затем в Индию и Китай. После дискуссии и обмена мнениями была составлена докладная записка минист-

¹ Русские механики, построившие в 1833—1834 гг. первый паровоз, отец и сын Черепановы, называли его «сухопутным пароходом», «паровой телегой». Название «паровоз» и «локомотив» пришло спустя несколько лет.

² Кузьминский П. Д. Духоход Барановского // Морской сборник. 1862. Т. 58. № 4. С. 105—107.

ру путей сообщения. Дорога должна была начинаться от Саратова, конечного восточного пункта уже существовавшей тогда дороги, идти до Оренбурга и далее на Бухару и Самарканд. Барановский доказывал, что этот путь связал бы не только Среднюю Азию с Европейской Россией, но в случае поддержки со стороны Англии, владевшей тогда Индией, и строительства встречной дороги из Лакхора на Пешавар, соединил бы Европу с Индией.

Прямых последствий докладная записка не имела, но экономические расчеты автора заинтересовали правительство. В январе 1875 г. он был причислен сверх штата к Министерству путей сообщения с целью дальнейших разработок планов железнодорожного строительства в России. В те же годы Барановский предложил один из вариантов Транссибирской магистрали от Оренбурга до Владивостока через Минусинск, Верхнеудинск и Хабаровск.

Степан Иванович постоянно участвовал в обсуждении широкого круга технических вопросов, над которыми работал его сын Владимир, конструктор различных видов вооружения, в частности первой в мире скорострельной пушки, которая создавалась на заводе Людвиг-Нобеля в Петербурге.

Неожиданно Барановского-старшего постигает тяжкая утрата — в 1879 г. на артиллерийском полигоне в Петер-

бурге при испытании патронов трагически погибает его сын. Степан Иванович уезжает на Украину, постепенно обретает силы и вновь начинает заниматься изобретательством.

После публичных демонстраций летательных аппаратов А. Ф. Можайского С. И. Барановский загорается мыслью создать свою модель «летуна». В ноябре 1881 г. он обращается с письмом в Главное инженерное управление на имя генерал-адъютанта Э. И. Тотлебен с просьбой рассмотреть созданный им проект летуна и отпустить денежные средства для его постройки. Эта модель по существу представляла собой прообраз будущих преобразуемых аппаратов с вертикальным положением фюзеляжа при старте. Проект был опубликован в журнале «Нива» (1881, № 45).

Однако военное ведомство отказало изобретателю в финансировании, указав на низкую мощность двигателя — 60 л. с. (по мнению членов Инженерного управления, она должна была составлять не менее 130 л. с.). Степан Иванович продолжал работать над проектом и моделью и в 1883 г. обратился в Русское техническое общество (РТО) с просьбой рассмотреть новую модель летуна, представляющего винтокрылый летательный аппарат, по современным понятиям — вертолет, с пневматическим двигателем мощностью до 400 л. с., в котором рабочим телом мог

служить аммиак («аммиачная машина»).

И хотя члены комиссии РТО пришли к выводу, что «расчеты господина Барановского относительно машины неудовлетворительны», остается фактом, что его модель летала в аудитории общества.

Из-за отсутствия необходимых средств для дальнейших работ Барановский был вынужден прекратить усовершенствование своего аппарата. Однако идеи, заложенные в его проектах, нашли воплощение при создании современных вертолетов.

В заключение кратко остановимся на публицистической деятельности Барановского. Еще живя в Финляндии, а затем посещая страны Запада, он горячо интересовался социально-экономической стороной жизни. Об этом свидетельствуют его статьи в журналах и газетах 40—50-х годов XIX в., в частности такие, как «Роскошь и нищета в Западной Европе», напечатанная в «Современнике» (1846, т. 43), «Быт крестьян в Дании», помещенная в «Отечественных записках» (1858, т. 119), и др.

Чего бы ни касалась мысль С. И. Барановского, она доходила до сути и всегда была оригинальна.

Хочется верить, что такими мыслителями, как С. И. Барановский, не оскудела Россия. В наше время ей особенно нужны труженики и таланты.

Над номером работали
И. о. ответственного секретаря
М. Ю. ЗУБРЕВА

Заместитель
ответственного секретаря
В. И. ЕГУДИН

Научные редакторы
И. Н. АРУТЮНЯН
О. О. АСТАХОВА
Л. П. БЕЛЯНОВА
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,
О. Н. БОГАЧЕВА

В художественном оформлении
номера принимала участие
В. С. КРЫЛОВА



Ордена Трудового Красного
Знамени издательство «Наука»

Адрес редакции:
117810, Москва, ГСП-1,
Марковский пер., 26
Тел.: 238-24-56, 238-26-33

Сдано в набор 7.04.93.
Подписано в печать 15.06.93.
Формат 70×100 1/16.
Бумага офсетная № 1.
Усл. печ. л. 10,32.
Усл. кр.-отт. 324,2 тыс.
Уч.-изд. л. 15,0.
Тираж 12 109 экз.
Зак. 609.
Цена 20 р.

Ордена Трудового
Красного Знамени
Чеховский полиграфический
комбинат
Министерства печати
и информации
Российской Федерации
142300, г. Чехов
Московской области



Идея воображаемой геометрии потребовала от Н. И. Лобачевского поразительной интеллектуальной дерзости. Только ему оказалось по плечу низложить тысячелетнюю догму V постулата Евклида, разрушить бастионы безусловной геометрической наглядности и тем самым совершить революцию в математике, последствия которой распространяются на всю науку и культуру.

НИКОЛАЙ ИВАНОВИЧ ЛОБАЧЕВСКИЙ

Как выясняется, в почве и воде агроландшафтов и даже заповедников продолжают циркулировать пестициды, применение которых запрещено еще в 70-х годах. Мало того, на сельскохозяйственные поля уже проникают новые поллютанты, но на сей раз промышленного происхождения.

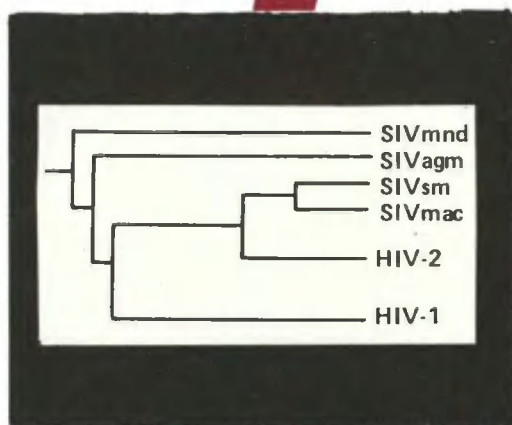
Галиулин Р. В. КАЖДОМУ АГРО-ЛАНДШАФТУ — ПАСПОРТ!

Распространенность химических элементов в биосфере определяется тремя важнейшими геологическими процессами: формированием твердой земной коры, дегазацией недр планеты и круговоротом вещества в пределах самой биосферы.

Ярошевский А. А. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ БИОСФЕРЫ

ПРИРОДА

7⁹³



В попытках медиков остановить распространение СПИДа по планете не учитываются особенности вируса иммунодефицита человека, обусловленные его происхождением и эволюцией. А без этого нельзя разработать рациональных методов профилактики инфекции.

Медиков Б. М. МЕДИЦИНСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОИСХОЖДЕНИЯ И ЭВОЛЮЦИИ ВИРУСА СПИДА

Многолетнее изучение эколого-геохимической ситуации в Москве показывает, что степень загрязнения ее территории постоянно увеличивается. Отдельные участки города уже достигли состояния экологического бедствия.

Соколов Л. С., Астрахан Е. Д. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ТЕРРИТОРИИ МОСКВЫ МЕТАЛЛАМИ

