

ISSN 0032-874 X

ПРИРОДА

6 90



РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор
академик
Н. Г. БАСОВ

Кандидат физико-математических наук
А. И. АНТИПОВ

Доктор физико-математических наук
Е. В. АРТЮШКОВ

Член-корреспондент АН СССР
Р. Г. БУТЕНКО

Доктор географических наук
А. А. ВЕЛИЧКО

Академик
В. А. ГОВЫРИН

Заместитель главного редактора
Ю. Н. ЕЛДЫШЕВ

Член-корреспондент АН СССР
Г. А. ЗАВАРЗИН

Академик
В. Т. ИВАНОВ

Доктор физико-математических наук
Н. П. КАЛАШНИКОВ

Доктор физико-математических наук
С. П. КАПИЦА

Доктор физико-математических наук
И. Ю. КОБЗАРЕВ

Кандидат физико-математических наук
А. А. КОМАР

Академик
Н. К. КОЧЕТКОВ

Доктор философских наук
Н. В. МАРКОВ

Доктор исторических наук
П. И. ПУЧКОВ

Заместитель главного редактора
академик
Ю. М. ПУЩАРОВСКИЙ

Доктор философских наук
Ю. В. САЧКОВ

Заместитель главного редактора
доктор биологических наук
А. К. СКВОРЦОВ

Академик АН УССР
А. А. СОЗИНОВ

Академик
В. Е. СОКОЛОВ

Доктор геолого-минералогических наук
М. А. ФАВОРСКАЯ

Заместитель главного редактора
кандидат технических наук
А. С. ФЕДОРОВ

Заместитель главного редактора
член-корреспондент АН СССР
Л. П. ФЕОКТИСТОВ

Академик
В. Е. ХАИН

Доктор физико-математических наук
А. М. ЧЕРЕПАЩУК

Доктор физико-математических наук
В. А. ЧУЯНОВ

ПРИРОДА

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ
ПОПУЛЯРНЫЙ
ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
АКАДЕМИИ НАУК СССР

Издается с января 1912 года



НА ПЕРВОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ. Подайте на нужды зоопарков! (Счет № 703). См. в номере: Остапенко В. А., Животченко В. И. Контрасты современного зоопарка.

Фото В. И. Животченко

НА ЧЕТВЕРТОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ. Панагия с оклада иконы «Троица» из Троице-Сергиевой лавры г. Загорска, украшенная жемчугом и самоцветами. Конец XVI в. См. в номере: Кораго А. А. Жемчуг.



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



© Академия наук СССР
журнал «Природа» 1990

В НОМЕРЕ

3 Моисеев Н. Н., Поспелов И. Г. НАПРАВЛЕННОСТЬ ЭВОЛЮЦИИ И РАЗУМ

Как согласовать планы развития общества с непредсказуемой и неисповедимой эволюцией Вселенной и человека? Мы не можем точно предсказать будущее, но можем попытаться учесть изменение целей в процессе развития.

8 Брылев В. А., Жбанов Ф. И., Агарков Е. В. ВОЛГО-ДОН-II: БЫТЬ ИЛИ НЕ БЫТЬ?

Геологические, геоморфологические и ландшафтные исследования на трассе строящегося канала Волго-Дон-II показывают, что неблагоприятные последствия превысят предполагаемую пользу от орошения новых площадей.

17 Жданов Г. Б., Сухов Л. В. ЯДЕРНАЯ ФОТОГРАФИЯ

Среди многочисленных заслуг фотографии, отметившей недавно 150-летний юбилей, одна из наиболее выдающихся — возможность увидеть невидимый мир элементарных частиц.

28 Титов С. А. СИСТЕМНЫЙ И МОЛЕКУЛЯРНЫЙ ПОДХОДЫ К ПРОБЛЕМАМ ПАМЯТИ

Хотя природа биологической памяти еще далека от окончательного понимания, огромный поток экспериментальных работ и новые теоретические подходы позволяют надеяться, что в недалеком будущем будут разгаданы механизмы этого сложнейшего и интереснейшего явления.

38 КАМЕНЬ МЕСЯЦА Кораго А. А. ЖЕМЧУГ

44 Алиев В. Г. ПЕТРОГЛИФЫ ГЕМИГАЯ

46 Остапенко В. А., Животченко В. И. КОНТРАСТЫ СОВРЕМЕННОГО ЗООПАРКА

Зоопарк не может служить ни просветительству, ни научной и природоохранной целям, если в нем бедствуют животные.

58 Гамбурцев А. Г. РИТМЫ В ЖИЗНИ ЗЕМНОЙ КОРЫ

Знание закономерностей фоновых процессов в земной коре может помочь прогнозированию будущих ее состояний и обоснованному определению режимов природопользования.

66 Расницын А. П. ИСТОРИЯ ПАЛЕОЭНТОМОЛОГИИ И ИСТОРИЯ НАСЕКОМЫХ

Исследования единственного в мире коллектива палеоэнтомологов — лаборатории членистоногих Палеонтологического института АН СССР — обеспечили ему беспорное мировое лидерство.

81 Вайнберг А. ОПЫТ РЕАКТОРОВ ДЕЛЕНИЯ — УРОК ДЛЯ ЯДЕРНОГО СИНТЕЗА

Термоядерная энергетика не должна повторить ошибок, допущенных в ходе развития атомной энергетики и поставивших ее сегодня в столь сложное положение.

НАСЛЕДИЕ 88 Вернадский В. И. «ЦАРСТВО МОИХ ИДЕЙ ВПЕРЕДИ...» (Из записей 1931 года) Публикация и комментарий Мочалова И. И.

«Будущее и власть в нем, по-видимому, будет принадлежать людям науки. У нас меня угнетает бездарность новых официальных философских исканий при доревитости народа».

ИНФОРМАЦИЯ (27, 37, 87)

104 НОВОСТИ НАУКИ

119 КОРОТКО

120 РЕЦЕНЗИИ

123 НОВЫЕ КНИГИ (80)

124 ВСТРЕЧИ С ЗАБЫТЫМ Коробова Е. М. «Я БЫЛ, ЕСТЬ И БУДУ ЕГО УЧЕНИКОМ»

CONTENTS

3 Moiseyev N. N., Pospelov I. G. TRENDS IN EVOLUTION AND REASON

How can we coordinate social development and the evolution of the Universe and man that cannot be forecast and interpreted? The only thing we can really do is to shift the priorities in the course of evolution.

8 Brylev V. A., Zhibanov F. I., Agarkov E. V. VOLGA-DON CHANNEL II: IS IT TO BE OR NOT?

Geological-morphological and landscape studies of the locality show that the channel under construction will do more harm than good.

17 Zhdanov G. B., Soukhov L. V. NUCLEAR PHOTOGRAPHY

A possibility to have a glimpse of the invisible world of elementary particles is one of the numerous merits of photography that has recently marked its 150th birthday.

28 Titov S. A. SYSTEM AND MOLECULAR APPROACH TO THE PROBLEM OF MEMORY

The powerful flow of experimental works and new theoretical approaches give a hope that the nature of biological memory that still remains a riddle will be explained in the nearest future.

THE GEM OF THE MONTH

38 Korago A. A. PEARL

44 Aliev V. G. PETROGLYPHS OF GEMIGUY

46 Ostapenko V. A., Zhivotchenko V. I. THE CONTRASTS OF MODERN ZOOS

No zoo can be regarded as a scientific, educational or nature-protection establishment if its inmates are living in appalling conditions.

58 Gamburtsev A. G. RHYTHMS IN THE LIFE OF THE EARTH'S CRUST

A more detailed knowledge of the rhythmic processes in the Earth's crust may help us forecast its future state and establish optimal regimes of the natural resource management.

66 Rasnitsyn A. P. THE HISTORY OF PALAENTHOMOLOGY AND THE HISTORY OF INSECTS

The studies of the laboratory of arthropoda of the Palaeontology Institute of the USSR Academy of Sciences, the only place in the world, where palaeontology is the research subject, provided it the world leadership.

81 Weinberg A. FISSION: AN ABJECT LESSON FOR FUSION

Thermonuclear power engineering should not repeat the errors of the nuclear power engineering based on the fission reactions, that has made this branch a sensitive spot.

HERITAGE

88 Vernadsky V. I. "THE REALM OF MY IDEAS IS STILL TO COME..." (from the notes of 1931)

"Future and power will probably belong to the people of science. But I am frustrated by the evident mediocrity of the new philosophical quest in the country of the evidently talented people".

INFORMATION (27, 37, 87)

104 SCIENCE NEWS

119 NEWS IN BRIEF

120 BOOK REVIEWS

123 NEW BOOKS (80)

124 MEETING THE FORGOTTEN PAST Korobova E. M. "I HAVE ALWAYS BEEN AND WILL REMAIN FOREVER HIS PUPIL"

Н.Н. Моисеев И.Г. Поспелов

НАПРАВЛЕННОСТЬ ЭВОЛЮЦИИ И РАЗУМ



Никита Николаевич Моисеев, академик, советник при дирекции Вычислительного центра АН СССР. Специалист в области информатики. Занимается проблемами математического моделирования процессов в биосфере. Автор ряда книг, в том числе: *Человек и биосфера* (совместно с В. В. Александровым и А. М. Тарко). М., 1985; *Алгоритмы развития*. М., 1987; *Экология человечества глазами математика*. М., 1988. Неоднократно публиковался в «Природе».



Игорь Гермогенович Поспелов, доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник Вычислительного центра АН СССР. Основные научные интересы: математическое моделирование экономических механизмов и процессов их эволюции.

ПРОБЛЕМА глобального или универсального эволюционизма, рассматривающего мировой эволюционный процесс как единое целое, приобретает сегодня не только общеполитическое, но и общенаучное и даже практическое значение.

Мировой эволюционный процесс, в нашем понимании, охватывает развитие Вселенной, биосферы и человека. Это значит, что он включает в себя и процессы в обществе. Мы рассматриваем мировую эволюцию и ее составляющие как общий процесс самоорганизации, выражающийся в самопроизвольном образовании все более тонких и сложных структур. Он напоминает турбулентное движение жидкости, в котором непрерывно сменяют друг друга разнообразные и относительно стабильные формы течения — вихри. Распадаясь, они дают материал для новых квазистабильных образований. Присущие миру стохастичность и бифуркационные состояния, в которых дальнейшая траектория развития определяется случайно, делают эволюцию необратимой, т. е. лишают эволюционный процесс временной симметрии.

Но существует и качественное отличие эволюционного процесса от турбулентного течения — он имеет иерархический характер. Новые структуры во многих случаях не отменяют старые, а зарождаются и развиваются на их фоне. Там, где наши модели (грубый микроскоп наблюдателя) констатируют динамическое равновесие или даже распад, реальность обнаруживает новые возможности развития и скрытые ранее противоречия, которые, со временем становясь заметными, могут однажды качественно изменить всю систему. Система как бы вдруг выходит в новые измерения. Пример тому — процессы, которые привели, в частности, к появлению данного журнала и предлагаемой статьи.

В самом деле, мы живем в период квазистационарного, относительно спокойного расширения Вселенной — Фридмановской стадии развития¹, около одиночной и

© Моисеев Н. Н., Поспелов И. Г. Направленность эволюции и разум.

¹ Долгов А. Д., Зельдович Я. Б., Сагин М. В. *Космология ранней Вселенной*. М., 1988.

стабильной звезды — Солнца. Это само по себе большая редкость, но эта звезда еще находится в одном из самых спокойных мест Галактики — коротационном круге². И именно на этом фоне относительной стабильности характеристик космологических и астрофизических процессов произошла важнейшая и, видимо, крайне редкая бифуркация естественных космохимических циклов — на Земле возникла жизнь!

С этой бифуркацией связано несколько обстоятельств, которые необходимо отметить. Во-первых, возникли организационные формы с обратными связями, стремящимися сохранить гомеостаз. (Эти связи не являются необходимым следствием общих законов физики, как, например, описывающий движение простых устойчивых систем принцип Лешателлье.) Во-вторых, все эволюционные процессы на Земле многократно ускорились. Это результат резкой интенсификации метаболизма, повышения эффективности использования внешней энергии для поддержания внутренней структуры. (Заметим, что метаболизм и редупликация в определенной степени свойственны не только живому веществу, но и биологическим макромолекулам.³) В-третьих, с появлением живого вещества открылся новый чрезвычайно широкий спектр возможных путей дальнейшей эволюции.

Следующей «катастрофической» бифуркацией было появление на земле Разума и его носителя — человека. Первый успех человеческого разума достигнут опять-таки в относительно стабильной среде еще до ледникового периода. В это время, в начале четвертичного периода, мир млекопитающих достиг определенной стабильности и завершенности. Сформировались все его специализированные группы (хищные, хоботные, копытные и т. д.) и распались неспециализированные (к примеру, креодонты)⁴. И именно в этой внешне спокойной обстановке представители одной из древнейших ветвей млекопитающих — австралопитековые — были вытеснены более приспособленными приматами из лесов в саванну и открыли новый путь эволюции — эволюции социокультурной⁵.

Долгое время, впрочем, первый очаг разума (культура *Homo habilis*) занимал довольно скромное место в жизни планеты. Эффективность нового пути эволюции вполне проявилась лишь в период ледниковых катастроф. Этот путь потребовал известной универсализации на новом уровне и создания новых внутренних механизмов формирования поведения, например различных табу, а также новых форм коллективной памяти в виде традиций, закреплявших приобретенные трудовые навыки и зачатки систематизированных знаний о внешнем мире.

История человеческого общества тоже демонстрирует цепочку катастроф, когда основные идеи революций и программы будущих реформ формулировались в предшествующие внешне более спокойные периоды. Впрочем, это не означает, что дальнейшее развитие реализовалось в том виде, в каком оно задумывалось. Появление разума вовсе не заменило самоорганизацию на какое-либо планируемое развитие. Самоорганизация просто приобрела другую форму.

Итак, в мировом эволюционном процессе просматриваются две стадии, первая из которых стадия относительной стабилизации, медленного развития существующих структур. Но именно на этой спокойной стадии происходит поиск новых «измерений развития», возникают эмбрионы будущих организационных структур. За ней следует стадия катастроф, бифуркаций, взрывных изменений, когда из предшествующих «заготовок» отбираются те, которые будут доминировать на следующем стабильном этапе развития. Выбор и стабилизация одной из структур, возможных в силу законов природы (законов физики, химии, биологии и т. д.), определяется случайными факторами, которые присущи микромиру, а в бифуркационных состояниях проявляются вплоть до макроуровня. В силу этого эволюционный процесс обретаet необратимость, или неповторимую историческую память.

Эти же причины порождают и непрерывно возрастающее разнообразие новых форм развития, если угодно, другое важнейшее свойство эволюционного процесса — его непредсказуемый творческий характер. Новая структура — всегда открытие. Открытие новой формы существования материи, потенциально присущей нашему миру.

Вселенная настолько сложна, настолько пронизана внутренними связями и настолько неустойчива в целом, что предусмотреть все ее возможности и предсказать развитие не в состоянии никакая ее часть. Для этого нужен компьютер той же сложности, что и сама Вселенная, работающий столько же вре-

² Марочник Л. С., Мухин Л. М. Галактический пояс жизни // Природа. 1983. № 11. С. 52—57.

³ Эйген М. Самоорганизация материи и эволюция биологических макромолекул. М., 1973.

⁴ Kurten B. The Age of Dinosaurs. L., 1968.

⁵ Lumsden Ch. J., Wilson E. O. Genes, Mind and Culture: The Coevolutionary Process. Cambridge, 1981.

мени, сколько Вселенная существует⁶. Поэтому Вселенная «сама не знает» и «знать не может» в деталях своего будущего. В этом смысле мир еще не сотворен, и выбор, который мы делаем, — это реальный выбор одного из возможных, но вовсе не обязательного пути развития. Мировой эволюционный процесс, следовательно, не имеет никакого заранее заданного плана и цели. Вот почему ноосфера П. Тейяра де Шардена⁷ и его представление о сверхжизни и существовании «точки Омега», являющейся целью и концом мирового эволюционного процесса, противоречат исходным представлениям универсального эволюционизма. Концепция ноосферы В. И. Вернадского реалистичнее и больше отвечает представлениям о самоорганизации⁸. Но и она кажется чересчур оптимистичной, о чем будет сказано ниже.

Вселенную следует рассматривать как единую систему, пусть и очень большую (сверхсистему), но все-таки взаимосвязанную целостность. Важнейшее ее достижение в процессе эволюции — возникновение разума. Человеческого разума — мы пока не знаем много!

Весьма распространена следующая точка зрения на место и роль человека в мировом эволюционном процессе. В процессе эволюции, более или менее случайно, появился новый объект живого мира — человек. Его нервная система за счет адаптации к внешней среде и естественного отбора развилась настолько, что у него возник мозг — носитель разума. Используя разум, человек качественно расширил свои адаптационные возможности и стал познавать окружающий мир.

Но можно и по-иному оценивать произошедшую бифуркацию, исходя из представления о Вселенной как о единой целостной системе. На определенной стадии развития Вселенная как целое начинает познавать саму себя посредством разума, носителем которого стал человек. Другими словами, Разум — определенный этап развития Вселенной.

Эти две точки зрения не так уж противоречат друг другу. Вспомним историю человеческой культуры: эпоху барокко, видимо, можно считать закономерным этапом раз-

вития западноевропейского искусства, но вряд ли столь же закономерным было появление того или иного конкретного шедевра этой эпохи, например «Гамлета». Вероятно, сходная ситуация и со становлением Разума. Вселенная «созрела» для его появления, но то, что он возник на одной из планет Солнечной системы, а его носителем оказалась одна из ветвей приматов, конечно, случайность.

Сторонники антропного принципа убедительно показывают, что Вселенная изначально приспособлена для возникновения в ней разумного начала — соотношение мировых констант оказывается удивительно точно подогнанным для этого⁹. Почему? С позиций антропного принципа потому, что в иной Вселенной, при ином соотношении констант, разум не возник бы, и такой мир некому было бы наблюдать и исследовать. Грубо говоря, в более жестко и просто организованной «кристаллической» Вселенной не возникли бы достаточно сложные структуры, которые могли бы составить «элементную базу» Разума, а сам Разум не имел бы селективного преимущества. Для обеспечения гомеостаза в таких условиях достаточно было бы простых рефлекторных откликов первой сигнальной системы, а сложные «интеллектуальные правила отбора» не понадобились бы. Во Вселенной, более «хаотичной», чем наша, элементная база была бы нестабильной, а Разум, если бы и возник случайно (вероятность этого не равна нулю), был бы бессилён, ибо главное его оружие в познании мира — выделение стабильных закономерностей.

Можно по-разному трактовать антропный принцип, в частности говорить о множественности вселенных¹⁰, но одно более или менее очевидно: Разум, во всяком случае, как мы его понимаем, — Разум человеческого типа явно не мог возникнуть и существовать на ранних стадиях развития Вселенной — ни в эпоху инфляционного раздувания, ни при первом поколении звезд в Галактике. В эти эпохи Разум был невозможен и «не нужен» Вселенной. Вот почему в рамках антропного принципа мы полагаем наиболее естественным предположить, что предпосылки, потенции Разума связаны с определенной стадией развития «определенной Вселенной».

Во всяком процессе самоорганизации некое явление может произойти или не

⁶ Дж. фон Нейман в свое время выдвинул гипотезу о существовании порога сложности систем, за который система не допускает сколько-нибудь полного описания (модели), существенно более простого, чем сама система.

⁷ Chardin P. T. de. The Phenomenon of Man. N. Y., 1965.

⁸ Вернадский В. И. Биосфера и ноосфера. М., 1989.

⁹ Казютинский В. В., Белашов Ю. В. Антропный принцип: история и современность // Природа. 1989. № 1. С. 23—32.

¹⁰ См., напр.: Дэвис П. Случайная Вселенная. М., 1985.

произойти, некое стабильное образование может возникнуть или не возникнуть. Разум не исключение из общего правила. Нельзя игнорировать и возможность уникальности земного Разума. Этот факт можно даже сформулировать в качестве некоторого «эмпирического обобщения»¹¹. «Молчание Космоса» является его подтверждением¹². В то же время зигзагообразный характер развития биосферы все время демонстрирует возможности появления Разума, подчеркивая при этом отсутствие какого-либо согласованного «плана Творения». Например, прямые предки млекопитающих — зверозубые пресмыкающиеся — были на десятки миллионов лет в своем развитии задержаны: динозавры их полностью оттеснили на периферию биосферы¹³.

Поэтому представляются достаточно серьезными утверждения некоторых биологов о том, что человек не первая попытка природы создать Разум на Земле. В качестве нереализованной альтернативы указывают обычно на китообразных¹⁴. Возможно, эта попытка не удалась потому, что морская среда стабильнее, чем суша, и недостаточно стимулировала развитие китообразных — они, грубо говоря, оказались слишком приспособленными. И этот пример, скорее всего, не единственный. Существовал очень быстро эволюционировавший род *Stenonichosaurus* (относительно большеголовых динозавров)¹⁵. Однако по до сих пор неизвестным причинам стеноникозавры, которые, может быть, имели шанс стать со временем носителями Разума, исчезли с лица Земли вместе с другими динозаврами. В этом случае среда обитания, видимо, изменилась слишком быстро.

Появление разума не отменяет эволюционный процесс, а дает ему новые качества и резко ускоряет его течение. Разум позволяет его носителю видеть себя со стороны, оценивать свои действия, предвидя их последствия, а значит, и ставить осмысленные цели. Это происходит благодаря тому, что сознание человека способно точнее отражать действительность и создавать грубые модели окружающего мира. Стало быть,

благодаря Разуму природа обретает новые пути своего развития, новые формы организации материи.

Появление новых возможностей вовсе не исключает тяжелых конфликтов и тупиковых ситуаций, в которых может оказаться тот или иной фрагмент реальности и которые способны привести к деградации. Примером тому могут служить сложившиеся сейчас взаимоотношения между природой и цивилизацией.

Вот почему творческий, непредсказуемый характер эволюции вовсе не отменяется способностью человека заглядывать в будущее, обретенной благодаря интеллекту. Это заставляет считать невозможным целенаправленное или самонаправляемое движение человечества к некоему абсолютному гармоническому равносному единству. Повторим еще раз: «сверхжизнь» и стремление к «точке Омега» Тейяра де Шардена мы считаем сверхутопией. Природа неистощима на каверзы, а человеческая деятельность, сама человеческая мысль постоянно разрушают сложившееся равновесие.

Значительно реалистичнее концепция Вернадского о целенаправленном, точнее, целенаправляемом развитии Биосферы. В последние годы она приобрела более точное выражение в концепции коэволюции человека и биосферы, развиваемой одним из авторов этой статьи¹⁶. Однако и здесь необходимо важное уточнение. Представление о творческой непредсказуемой эволюции подразумевает, что цели и нормы, которыми руководствуется общество в своей деятельности, весьма относительны и меняются со временем. Представление о содержании самого термина «коэволюция» не является исключением.

Мы уже подчеркнули, что способность ставить новые цели, переосмысливать опыт, давать новую интерпретацию знаниям — важнейшее и неотъемлемое качество Разума. Меняются и цели нашей деятельности, растут наши знания об окружающем мире, и иногда кажется, что вместе с ними отдалается и временной горизонт предвидения изменений внешней обстановки, планирования наших действий и предсказания их последствий. Опыт последних десятилетий показал, что зачастую это иллюзия. С ростом могущества цивилизации возрастает и скорость эволюционных процессов, и, быть может, будущее столь же неведомо нам, как и во времена охоты на мамонтов.

¹¹ См., напр., сноску 8.

¹² Проблемы поиска жизни во Вселенной. М., 1986.

¹³ См., напр., сноску 4.

¹⁴ У дельфинов ярко выражены эмоции и проявляется столь редкое в животном мире любопытство и игровое поведение во взрослом состоянии в естественных условиях. Заметим, что среди беспозвоночных этими качествами резко выделяются осьминоги.

¹⁵ Bakker R. Dinosaur Heresies. Harlow (Essex), 1986.

¹⁶ Моисеев Н. Н. Алгоритмы развития. М., 1987; Он же. Универсальный эволюционизм и коэволюция // Природа. 1989. № 4. С. 3—17.

Разумеется, наши нормы, цели, представления об окружающем далеко не произвольны. Так или иначе, но мы помним свое прошлое, накапливаем опыт, поэтому наши представления и нормы, несмотря на зигзаги истории, развиваются кумулятивно, не отменяя, а охватывая, расширяя, обогащая и включая в себя предшествующие достижения. Опыт и новые знания являются лишь своеобразным и необходимым фильтром. Именно в этом кумулятивном развитии знаний, ценностей, норм и состоит духовный прогресс человечества.

Поскольку мы знаем, что в перспективе все наши критерии неизбежно будут меняться, при оценке и выборе проектов человеческой деятельности следует руководствоваться не столько их оптимальностью по отношению к тем критериям, которые нам сейчас представляются неким абсолютом, сколько уже предлагавшимся принципом оставлять следующим поколениям определенную свободу маневра. Очевидным следствием этого является запрет на полное исчерпание ресурсов — нельзя лишать их потомков. Но не менее важно понять трагическую вредность попыток бросать все силы на построение общества, которое, с нашей точки зрения, будет раем для потомков. Не надо решать за потомков их проблемы — надо решать наши проблемы, а им оставить возможность решать свои по собственному усмотрению.

Итак, мы формулируем экологический постулат, противоречащий современной практике и образу мышления. Если принятый сейчас принцип оптимальности требует последовательного «вычерпывания» ресурсов, то экологический принцип «сохранения возможностей», видимо, должен диктовать прекращение с одного вида ресурсов на другой еще задолго до их исчерпания. По той же причине следует всемерно интенсифицировать поиск новых возможностей, новых измерений развития.

Сформулированное положение относится к числу тех, которые определяют более общую концепцию коэволюции природы и общества, предполагая несоответствие будущего бытия существующим стандартам. Из него вытекают и другие, вполне конкретные выводы. Не следует, скажем, ограничивать цели и предмет научных исследований этическими требованиями. Этика аккумулирует опыт прежней жизни, в том числе (а может быть, в первую очередь) опыт пережитых не-

удач. А наука — это всегда поиск новых возможностей развития общества и его адаптации к окружающим условиям. В поисках (не в употреблении, конечно) не должно быть никаких ограничивающих и запрещающих правил!

Вспомним, например, что человечество часто имело успех, прорыв в неведомое на самом неожиданном пути. Так, на исходе средневековья Западная Европа столкнулась с исчерпанием лесов и эрозией почв¹⁷. Традиционный выход из подобных кризисов в те времена — территориальная экспансия. Но он был закрыт в результате разгрома крестоносцев на Ближнем Востоке и в Прибалтике и натиском Османской империи. Разумный и, казалось бы, естественный путь в такой ситуации — сосредоточиться на внутренних проблемах, ограничить строительную и производственную активность и совершенствовать понемногу то, что есть под руками. Тогда, наверное, Европа к XIX в. уподобилась бы Китаю — полностью распаханной и, тем не менее, полуголодной стране. Однако европейцы спонтанно приняли совершенно неожиданное и, конечно, не планируемое решение, результат которого никто не решился бы предсказать.

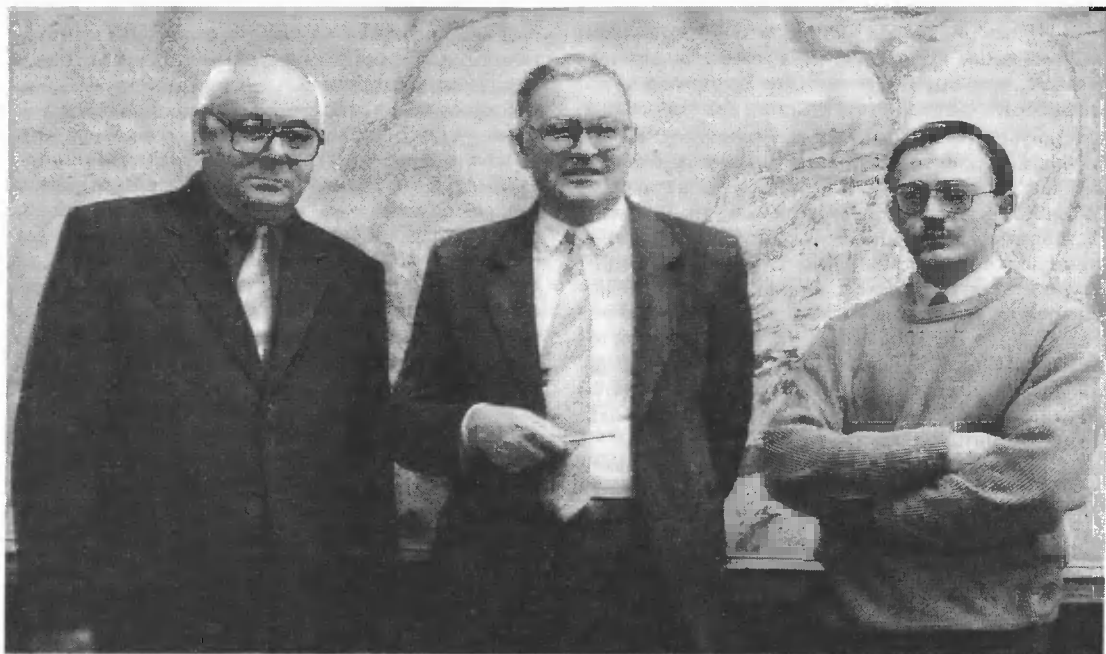
Европа в XV—XVI вв., образно говоря, извела последний лес на корабли и, отправив их за несбыточной мечтой... открыла Америку. И спасло Европу, в частности позволило восстановить леса, не золото сказочного Эльдorado и не африканские рабы, а сделанное попутно открытие, что лес можно заменить углем в качестве топлива и железом в качестве конструкционного материала.

Более свежий пример неожиданного решения — преодоление энергетического кризиса 70-х годов. В последние 15 лет произошло становление информатики. Ну кто бы мог подумать, что это поможет решить энергетическую проблему? И опять дело, вероятно, не только в прямой экономии ресурсов за счет регулирования технологических процессов, что, конечно, имеет огромное значение для создания энергосберегающих технологий. Благодаря кумулятивному эффекту воздействия человеческого интеллекта и воли произошло открытие новых областей деятельности и новых потребностей, стимулирующих новый виток спирали общественной эволюции, а следовательно, и мирового процесса развития.

¹⁷ Бродель Ф. Структуры повседневности: возможное и невозможное. М. 1986.

В.А.Брылев
Ф.И.Жбанов
Е.В.Агарков

ВОЛГО-ДОН-II: БЫТЬ ИЛИ НЕ БЫТЬ?



Федор Иванович Жбанов, кандидат географических наук, доцент кафедры экономической географии Волгоградского педагогического института. Специализация — экономика и экология сельского хозяйства.

Виктор Андреевич Брылев, кандидат географических наук, заведующий кафедрой физической географии того же института. Председатель Волгоградского отдела Географического общества СССР. Основные научные работы посвящены геоморфологии, краеведению, экологии.

Евгений Викторович Агарков, ассистент кафедры физической географии Волгоградского педагогического института. Занимается вопросами рационального природопользования.

Э ПОХА гигантомании, в последнее время подвергнутая активной критике, увы, не канула окончательно в прошлое. Одним из наиболее ярких нынешних ее проявлений можно считать продолжающееся сооружение мелиоративных систем, превратившееся во многих случаях в самоцель. Особенно широко развернулось мелиоратив-

ное строительство в Поволжье. В Волгоградской области, к примеру, ежегодно вводится в строй 40—50 тыс. га орошаемых полей. Такие темпы вызваны как объективными (Поволжье входит в зону рискованного земледелия), так и субъективными причинами.

Не рассматривая вопросы, связанные с орошением в целом, остановимся лишь на конкретном примере — предполагаемых экологических последствиях и экономико-социальных проблемах сооружения канала Вол-

го-Дон-II. Отметим, что географические наблюдения, изучение и оценки возможных экологических последствий проекта мы начали почти одновременно с его строительством.

Новый канал первоначально был запланирован в общей системе переброски вод северных рек на юг, в бассейн Дона, для распределения Цимлянского водохранилища, Азовского моря, улучшения условий судоходства на Нижнем Дону, мелиорации земель вдоль трассы канала, а главным образом, в низовьях Дона. Переброска северных вод в Волжский бассейн была отменена, когда работы по созданию канала уже развернулись. Поэтому его превратили в самостоятельное сооружение. Новым аргументом в пользу строительства канала стало неожиданное «пришедшее на помощь» повышение уровня Каспийского моря. По мнению проектировщиков и инициаторов строительства канала, отъем из стока Волги $5 \text{ км}^3/\text{год}$ может стабилизировать уровень Каспия, который начал подниматься с 1979 г., а дальнейшее развитие орошаемого земледелия с лихвой якобы окупит сравнительно небольшие затраты — 200—300 млн рублей.

Поскольку основные дебаты вокруг переброски касались проблем разрушения и изменения природной среды в зоне отъема воды, т. е. на севере Европейской части СССР, то в связи с отменой этих работ в первое время страсти вокруг «проекта века» поутихли. Тем временем строительство канала Волго-Дон-II набирало темпы. К 1987 г. уже был создан котлован под насосную станцию в верховьях балки Ерзовка, зияющий огромной язвой на волжском склоне, а в окрестностях одноименного поселка возник городок строителей с населением 4 тыс. человек. Технично-экономическая проблема продолжения стройки переросла в эколого-социальную.

Главный объем земляных работ выполнен на крутом волжском берегу, где вода из котлована насосной станцией должна подаваться в глубокую выемку, прорезающую гребень Волго-Донского водораздела, а далее самотеком через промежуточные искусственные водохранилища пойти в Дон. Объем земляных работ при строительстве канала оценивается в 75—80 млн м^3 . Гигантская прорезь создавалась двумя шагающими экскаваторами.

Строительство канала особых технических трудностей не составит — достаточно сказать, что организации бывшего Минводхоза производили земляные работы объемом около 1 млрд м^3 в год. На этом фоне 70—75 млн м^3 перемещаемых грунтов при

проходке Волго-Дона-II многим, очевидно, покажутся слишком незначительными, чтобы о них дискутировать. Но память о горьких уроках Кара-Богаз-Гола, мертвой зоны вокруг Каракумского канала, высыхающего Аральского моря заставляет задуматься о возможных экономических и экологических последствиях этого строительства.

ГЕОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ТРАССЫ КАНАЛА

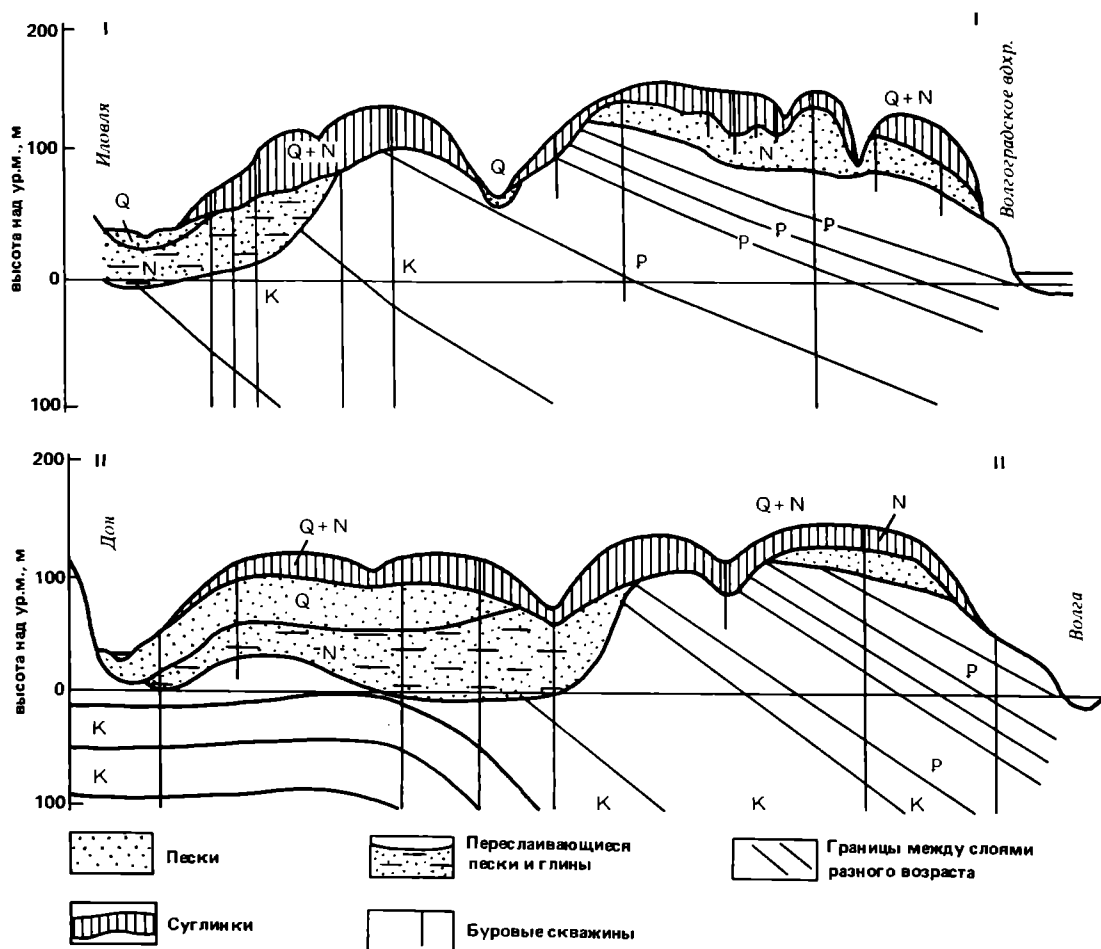
Хорошо известный естественникам постулат гласит, что любое вмешательство в природный комплекс требует тщательного изучения его состояния, взаимосвязей между природными компонентами, оценки вероятных последствий функционирования создаваемых геотехнических систем. К сожалению, это правило обычно игнорировалось. Так случилось и с новым каналом. Геологические, геоморфологические почвенные исследования, а также наблюдения последних лет за уже проявляющимися последствиями строительства позволяют это утверждать. Что же известно о геолого-геоморфологических и ландшафтных условиях трассы канала?

Волго-Дон-II пересекает Волго-Донской водораздел. Последний представляет собой асимметричное плато высотой 150—170 м с крутым волжским склоном. Коренные породы водораздела — палеогеновые отложения, наклоненные под углом 3—5° в сторону Волги. Это пески, песчаники, алевроиты с прослоями глин, представляющие собой полускальную инженерно-геологическую формацию с довольно высокими коэффициентами фильтрации.

Поверхность коренных пород довольно сложная. Восточная ее часть располагается на высоте 100—120 м над ур. м. и круто обрывается к Волге по склону, в который врезана современная овражно-балочная сеть. На западе поверхность палеогеновых пород резко опускается на 10 м ниже ур. м. Здесь располагается более молодая неогеновая долина¹. И на карте, и на профиле хорошо виден ее покрытый осадками склон высотой до 100 м.

На коренных отложениях залегает неоген-четвертичный комплекс, расчленяющийся на ряд свит. Среди неогеновых отложений выделяются гуровская, ергенинская, кривоборская (андреевская) и скифская свиты.

¹ Геология района сооружений Волго-Дона / Под ред. Д. В. Галактионова. М.; Л., 1960; Брылев В. А. // Геоморфология. 1974. № 1. С. 52—57.



Профили через Волго-Донской водораздел: I—I — севернее строящегося канала; II—II — севернее судочного канала Волго-Дон. Индексами обозначен возраст пород: Q — четвертичный, N — неогеновый, P — палеогеновый, K — меловой. В целом для района характерны проницаемые породы — пески и суглинки, а также глины.

Важное значение при оценке физических свойств пород трассы канала имеет строение ергенинской свиты, которая 20—30-метровым плащом покрывает поверхность палеогеновых отложений в восточной части водораздела. Именно эту, в основном песчаную толщу пререзает трасса канала на водораздельном участке.

В погребенной долине западной части трассы канала залегает песчано-глинистая серия осадков средне- и позднелигоценного Дона (кривоборская свита) мощностью до 80 м. Ее кровля перекрыта песками плей-

стоценовых террас Дона, по которым также проходит трасса канала.

Самый молодой компонент неогена — скифская плиоценовая красноцветная глинистая толща, залегающая в углублениях поверхности ергенинской и кривоборской свит. Ее мощность достигает 10—15 м.

Наконец, весь Волго-Донской водораздел, кроме Волжского склона и отдельных крутых склонов рек Тишанки, Паньшинки, Котлубани, плащеобразно покрыт плейстоценовыми суглинисто-лессовидными осадками.

Таким образом, территория трассы канала сложена в основном проницаемыми породами, внутри которых между различными литологическими комплексами имеется достаточно свободная гидравлическая связь. При этом повышенной фильтрационной способностью характеризуются пески ергенинской свиты. Сверху они мелкозернистые, к низу зерна становятся крупнее. Неоднород-

ность гранулометрического состава, а также присутствие среди песков тонких прослоев глин и алевритов уменьшает механическую устойчивость слоев, что создает предпосылки для разрушения ложа каналов оросительной сети. Нижележащая песчано-алевритовая толща эоцена также характеризуется высокой фильтрационной способностью. Все это требует тщательной облицовки русла канала, чего на практике обычно не делается.

И пески, и глины легко размываются. Поэтому показатели эрозионной расчлененности территории велики и составляют от 0,3 на водораздельном плато до 1,5 км/км² на склонах². Наибольшие опасения вызывает участок на гребне водораздела, где выемка достигает глубины 42 м и вскрываются хорошо фильтруемые породы — среднезернистые пески.

Слои глины среди песков при значительной фильтрации воды могут обусловить подъем уровня грунтовых вод. Этот процесс будет активизироваться при ухудшении дренажированности территории после засыпки балок и оврагов, выполняющих роль естественных дренажей. Планируются такие работы на площади более 500 га.

Справедливости ради следует отметить, что значительная часть канала пройдет по р. Паньшинке, русло которой расчищается и углубляется. Использование естественной гидрографической сети снижает уровень антропогенного вмешательства в природную геосистему. Тем не менее подъем уровня воды в Паньшинке приведет к усилению боковой и донной эрозии долины, а различные гидрохимические показатели Волги и Паньшинки изменит условия обитания живых организмов.

Неблагоприятными последствиями строительства канала можно считать и возможность усиления процессов образования оползней и оврагов на склонах водохранилищ и самого канала. Различная проницаемость участков склона приводит к образованию трещин и просадке грунтов. Часть эрозионных форм возникнет (и уже возникает) на месте выхода грунтовых вод ергенинского водоносного горизонта, вскрываемого глубокими выемками.

Склоны канала делают пологими только на отдельных участках трассы, в остальных случаях крутой угол откоса благоприятствует водной линейной эрозии и заиливанию русла. К примеру, на Большом Ставропольском канале, сооруженном в сходных

условиях, уже через 2—3 года после начала эксплуатации потребовалась чистка ложа. На строящихся участках канала Волго-Дон-II уже сейчас видны довольно крупные промоины в стенках котлована и русле канала.

НА ОРОШАЕМЫХ ПОЛЯХ

Намного значительнее и разнообразнее возможные неблагоприятные последствия на орошаемых полях; здесь изменениям подвержены практически все компоненты ландшафта. Полуаридный климат, ландшафты сухой степи оказываются весьма неустойчивыми при добавках значительного количества воды, природный комплекс при этом может быть выведен из равновесия. Так, в наиболее распространенных в Волго-Донском междуречье каштановых и светло-каштановых почвах при неумеренном орошении идет процесс оглеения — на них появляется глинистая пленка. При поливе слабощелочными водами малозасоленные глинистые и суглинистые почвы теряют структурность, уплотняются, ухудшаются их водопроницаемость. Вода, застаиваясь на поверхности, быстро испаряется, оставляя солевые и содовые пятна.

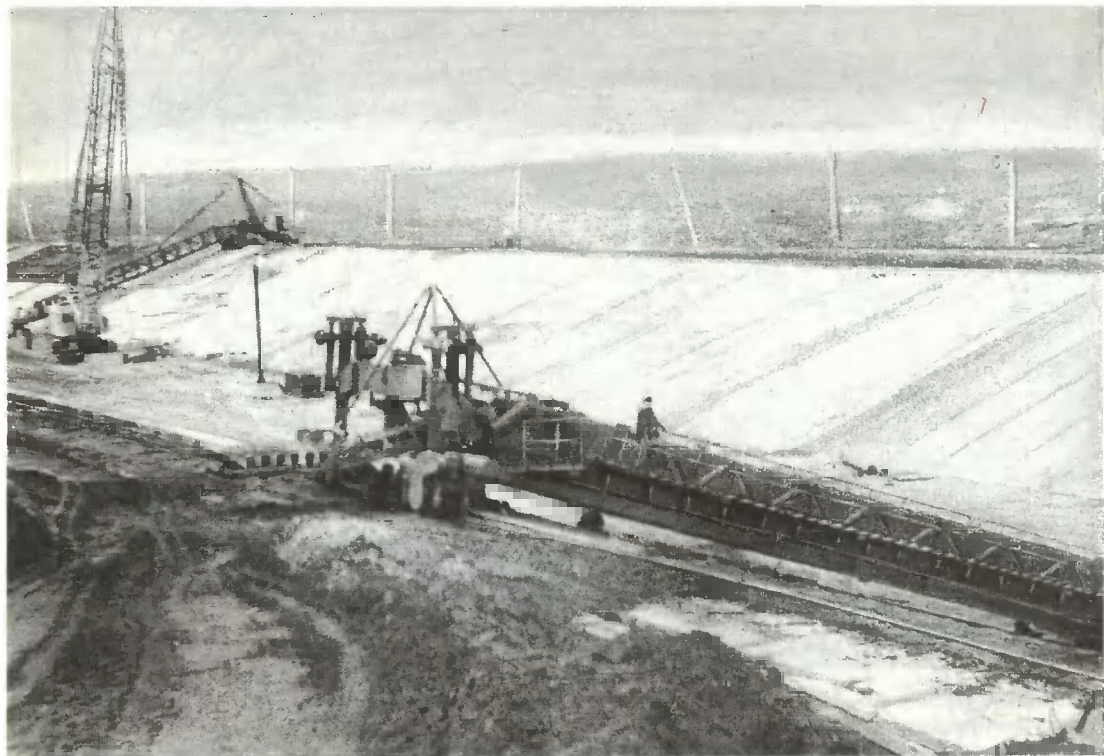
Как показывает практика, почти на всех орошаемых участках в результате потерь воды из оросительной сети, завышенных поливных норм, слабой дренажированности происходит повышение уровня грунтовых вод. Хотя на трассе канала этот уровень находится сейчас в среднем на глубине 20—30 м, по аналогии с положением дел на уже функционирующих системах можно предположить, что грунтовые воды будут подниматься со скоростью 0,4—0,7 м в год; в итоге это приведет к вторичному засолению почв. Это подтверждают данные по каналу Волго-Дон-I, сооруженному в сходных геолого-геоморфологических условиях, где сейчас ширина полосы вторичного засоления и заболачивания колеблется от 300—400 м до километра в зоне непосредственного влияния канала и увеличивается до 2—3 км там, где влияют и канал, и оросительные системы.

Засоление почв обусловлено как растворением грунтовыми водами запасов солей, находящихся на 2—3-метровой глубине, так и накоплением солей, осаждающихся из слабо-минерализованных вод оросительных систем. Для промывки засоленных почв потребуются дополнительные объемы воды, что, в свою очередь, обусловит дальнейшее повышение уровня грунтовых вод. Возникает замкнутый круг.

В результате «переполыва», особенно при орошении методом затопления чеков,

² Брылев В. А., Сергеев В. В. // Бюлл. Всес. НИИ агролесомелиорации. Вып. 2 (51). Волгоград, 1987. С. 49—11.





Строительство канала Волго-Дон-11.

Фото Е. В. Агаркова.

резко активизируется плоскостной смыв; в местах концентрации водных потоков идет линейная эрозия. Сносимый материал попадает в оросительную сеть, заиляя ее. На краях полей, вблизи лесополос возникают валы из снесенных почвенных частиц.

Поступление дополнительной воды в систему Дона активизирует разрушение берегов Цимлянского водохранилища, ныне весьма заметное на левом берегу, сложенном песчано-глинистыми отложениями, — объем размываемого материала по погонный метр здесь составляет от 250 до 1500 м³. Берега уже отступили на 30—90 м. Дополнительная вода из канала может усилить абразию берегов.

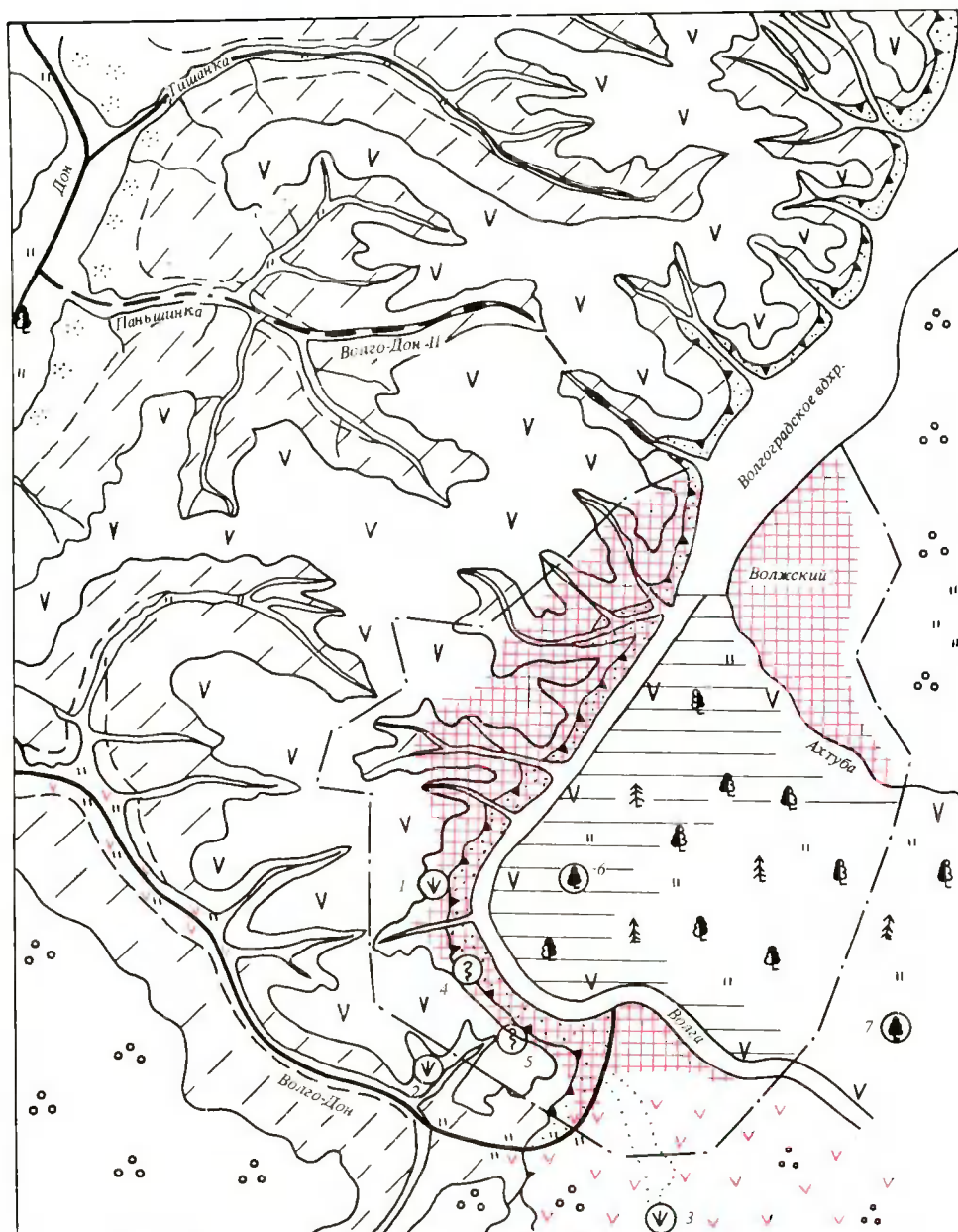
Кроме того, площадь Цимлянского водохранилища увеличится за счет мелководий, что обусловит возрастание объема ис-

паряющейся воды, который здесь сопоставим с каспийским, — если средний годовой слой испарения на Каспии доходит до 970—980 мм, то на водохранилище приближается к 900 мм.

Донская вода в настоящее время расходуется нерационально — к примеру, она идет на опреснение Веселовского и Пролетарского водохранилищ. Если уж так необходимо пополнить Дон, не разумнее и эффективнее ли вкладывать средства в повышение отдачи от действующих оросительных систем — ведь их КПД в среднем по стране составляет всего 60%! Явно завышены нормы полива — на 1 га орошаемых земель приходится в среднем 9,1 тыс. м³ воды в год.

Строительство канала вряд ли приведет к желаемым результатам, хотя одной из главных целей сооружения канала называется улучшение экологического состояния Цимлянского водохранилища и частичное опреснение Азовского моря. Поскольку значительная часть воды пойдет на орошение Волго-Донского междуречья, остающаяся часть может лишь активизировать некоторые негативные экзогенные процессы, усложнив тем самым и без того крайне сложное положение в Донском бассейне. В то же время

Глинисто-суглинистый покров водораздела. Выделяются толщи синфских глин — водоупоров. I—I, II—II — положение профилей, показанных на первом рисунке.



Водоразделы:



сухостепные



полупустынные



Склоны



Леса, луга, остепненные участки поймы



Зоны антропогенного заболачивания и засоления



Пески бугристых донских террас



Абразионная хвалынская терраса



Волгоградская агломерация



Зона застройки



Подтопленная пойма Дона.

Фото А. А. Васильева.

сокращение стока Волги в результате забора воды каналом и здесь ухудшит экологическую обстановку. Помимо всего, увеличение площади орошаемых земель при нынешнем уровне их эксплуатации приведет к быстрому выводу их из строя после вторичного засоления почв и заболачивания. Отвод с полей минерализованных дренажных вод, содержащих растворенные удобрения, гербициды и пестициды, частично предусмотрен в пруды, которые сейчас служат рекреационными участками и источниками воды для скота.

РАСШИРЯТЬ ИЛИ УЛУЧШАТЬ?

Несомненно, что юго-восток Русской равнины относится к районам рискованного земледелия, сильные засухи здесь случаются раз в 3—5 лет, а в последние годы даже

чаще. Кроме того, равномерному увлажнению, необходимому для выращивания сельскохозяйственных культур, препятствует ливневый характер осадков и неравномерное их распределение по сезонам.

Следовательно, для получения гарантированных урожаев и предназначена система орошаемого земледелия, а поскольку в междуречье Волги и Дона собственных водных ресурсов для интенсивного орошения недостаточно, необходимость переброски волжской воды становится наглядной и очевидной. Таковы доводы сторонников строительства канала.

Но само расширение орошаемых массивов не должно вселять ложную уверенность в скорейшем резком увеличении производства зерна, овощей, кормовых культур. По данным Г. А. Романенко (бывшего заместителя председателя бывшего Агропрома), в 9—11 пятилетках прирост сельскохозяйственной продукции на рубль, вложенный в мелиорацию, ежегодно снижался. Если капиталовложения в мелиорацию с 1966 г. возросли в 3,6 раза, то валовая продукция растениеводства за это же время выросла всего в 2,1 раза. Пятая часть всего мелиорируемого фонда (свыше 7 млн га) находится в неудовлетворительном состоянии и нуждается в реконструкции. В 11 пятилетке 550 тыс. га орошаемых и осушаемых земель переведено в немелиорируемые; ежегодно по стране не поливается или же поливается только

Ландшафтная схема Волго-Донского водораздела. Значительная его часть занята зоной интенсивных антропогенных нагрузок в пойме Волги и застроенных районах Волгограда и Волжского, а также на участках заболоченных и засоленных земель близ канала Волго-Дон-11. Цифрами отмечены памятники природы: Григорова балка (1), Чапуриковская балка (2), оз. Цаца (3), Ергенинский минеральный источник (4), Шамбрунские источники (5), Дуб-великан (6), Лещевский заказник (7).

раз в сезон около 2 млн га на уже введенных в строй оросительных системах.

В Поволжье же развитие мелиорации шло особенно быстрыми темпами: с 1976 по 1985 г. площади поливных земель в зоне интенсивного орошения возросли в 3,7 раза. В Волгоградской области ежегодно вступает в строй 40—50 тыс. га орошаемых полей, общая их площадь превысила 350 тыс. га, а к 2000 г. должна достигнуть 1 млн га (свыше 10 % всех сельхозугодий).

Не отрицая необходимости орошения, хочется тем не менее выразить опасение, что наращивание объемов орошаемых земель может превратиться в самоцель, если не будет основано на экономических и экологических предпосылках.

Возвращаясь к истории создания проекта канала, следует добавить, что, например, в 1987 г. на мелиоративные работы в стране выделялось более 9,7 млрд руб. Эту сумму (превосходящую официально приведенный ущерб от аварии Чернобыльской АЭС) надо осваивать, а сделать это проще, сооружая крупные гидротехнические системы. По первому проекту стоимость канала Волго-Дон-II должна составить 320 млн руб., но, как показывает практика, проектных сумм часто недостаточно. Вероятнее всего, именно поэтому канал продолжает строиться даже при отказе от планов переброски рек.

Конечно, в первые 2—3 года, или даже 5—6 лет, урожайность овощей, кормовых и зерновых культур возрастет, но ценой возможной последующей деградации почв. Имеем ли мы право так разбазаривать земельные, водные да и финансовые ресурсы? Не получится ли, что, погнавшись за сиюминутной выгодой, мы серьезно нарушим сложившиеся природные взаимосвязи?

Со строительством канала Волго-Дон-II увеличится площадь орошаемых земель прежде всего вдоль его трассы в Городищенском районе. Потребуются новые трудовые ресурсы — возникнет проблема их полной занятости (учитывая сезонность работ) и расселения. Значит, нужно будет расширять старые поселки или строить новые. Волгоград и так неудержимо «расползается» вдоль Волги. Недалеко от областного центра уже сейчас бурно растет пос. Ерзовка, основная база строительства канала.

По нашему мнению, экономичнее было бы увеличить производство высококачественной продукции для населения Волгоградского промышленного узла, развивая орошаемое земледелие вглубь, т. е. повышая урожайность возделываемых культур, в особенности овощей.

Сегодня любое новое воздействие на геосистемы проявляется уже не в чистом виде, оно многократно усиливается прежними действиями, порою так видоизменяясь, что неясно, где причина, а где следствие. Поэтому все труднее предсказать ответную реакцию на воздействие извне.

В этих обстоятельствах любое крупное строительство должно тщательно анализироваться на стадии проектирования не только с технической и экономической, но и с экологической точки зрения. Пока же к плохому качеству многих проектов (в 1985 г. списано устаревшей документации по неосуществленному строительству на 20 млн руб, а половина проектов возвращена на доработку) добавлялось и отсутствие их экологического обоснования. Не стал исключением, как видим, и проект сооружения Волго-Дон-II.

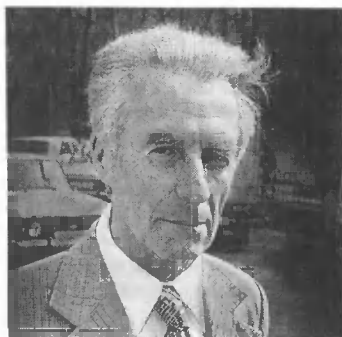
Когда статья была уже завершена, с новой силой разгорелись дискуссии о целесообразности строительства канала. Собирались экспертные комиссии, вопрос обсуждали областные партийные и советские органы. В результате остановились на половинчатом решении: ограничиться строительством первой очереди канала с годовым забором воды в 1,8 км³. Площадь орошаемых полей при этом сокращается до 300 тыс. га. Возникает вопрос: если для оздоровления экологической обстановки на нижнем Дону достаточно (по мнению сторонников проекта) всего трети первоначального объема воды, не лучше ли вообще не проводить сомнительных экспериментов над природой? Или придется признать, что главная цель строительства канала — наращивание объема орошаемых земель.

Где же выход из возникшей экологической и экономической ситуации? Взвесив аргументы, мы приходим к выводу, что без моделирования складывающейся природно-технической системы и математических расчетов работы по завершению этой стройки следует свернуть, а высвободившиеся средства, технику, людские ресурсы — направить на восстановление старых поливных земель, развитие транспортной инфраструктуры, благоустройство сельских и городских населенных пунктов.

В апреле 1990 г. в газетах появились сообщения о том, что Государственная экспертная комиссия Госплана СССР рекомендовала прекратить строительство первой очереди канала Волго-Дон-II и законсервировать его из-за несовершенств расчетов и бездоказательности аргументов Минводстроя СССР в его пользу. Решение за Советом Министров СССР или Верховным Советом СССР.

Г.Б. Жданов
Л.В. Сухов

ЯДЕРНАЯ ФОТОГРАФИЯ



Георгий Борисович Жданов, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник-консультант Физического института им. П. Н. Лебедева АН СССР. Основные научные интересы связаны с физикой космических лучей, фотоэмульсионными исследованиями в физике элементарных частиц. Заместитель руководителя Международного рентгеноэмульсионного эксперимента «Памир». Неоднократно публиковался в «Природе».



Леонид Владимирович Сухов, кандидат физико-математических наук, научный сотрудник Института ядерных исследований АН СССР. Основное направление научной работы — методика исследований с помощью ядерных фотоэмульсий. Участник эксперимента «Памир».

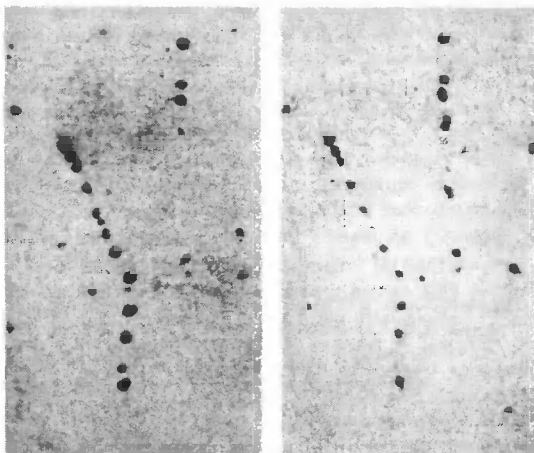
В КОНЦЕ прошлого года отмечалось 150-летие фотографии, обсуждались ее немалые заслуги в развитии мировой культуры и науки. «Законнорожденный ребенок» обычной фотографии — фотография ядерная оказалась исторически первым средством нашего общения с миром элементарных частиц.

ПЕРВЫЕ ШАГИ В НЕВИДИМЫЙ МИР

Распространено мнение, что А. Беккерель был первым, кто случайно обнаружил действие на фотоэмульсию радиоактивного излучения, исходящего от солей урана (как выяснилось впоследствии, это было β -излучение тория). Отметим, однако, что еще за 30 лет до него — в 1867 г. — это явление наблюдал его соотечественник Н. де Сент-Виктор, правда дав ему неправильное толкование. В качестве же детектора частиц фотоэмульсии были впервые использованы С. Киношито (1910) и М. Рейнганумом (1911), которым удалось сначала просто наблюдать следы α -частиц, а затем и зафиксировать их фотографическим методом.

В этом же ряду первооткрывцев ядерного фотометода следует упомянуть также М. Блау, зарегистрировавшую в 1925 г. протонные следы, а также Л. В. Мысовского и П. К. Чижова, получивших в 1927 г. стереоснимки α -частиц в первых толсто-слойных эмульсионных слоях. Прошло еще десятилетие, прежде чем английская фирма «Ильфорд» изготовила ядерные фотоэмульсии толщиной 100 мкм на стеклянной подложке и 300 мкм без подложки, с помощью которых М. Блау и Г. Вамбахер в 1937 г. впервые обнаружили расщепление атомных ядер космическим излучением. В 1938 г. такого же успеха достиг и ленинградский физик А. П. Жданов.

Для дальнейшего развития этого метода важно было осмыслить физико-химический механизм фотографического действия заряженных частиц, что и было сделано в 1938 г. Р. Герни и Н. Моттом. Выяс-



Следы α -частиц в фотоэмульсиях Л. В. Мысовского [толщина слоя 50 мкм].

нилось, в частности, что роль ионизирующих частиц сводится к выбиванию электронов из кристаллической решетки AgBr с последующим быстрым оседанием какой-то их доли на центрах чувствительности (электронных «ловушках») и сравнительно медленной ($\sim 10^{-5}$ с) диффузией ионов серебра к этим центрам с образованием небольших (~ 5 атомов Ag) центров скрытого изображения. Скрытое изображение превращалось в наблюдаемые под микроскопом треки частиц с помощью довольно тонкой процедуры проявления.

В чем же принципиальная разница между детектированием элементарных частиц такими трековыми приборами, как камера Вильсона или пузырьковая камера, и ядерной фотоэмульсией? В первом случае ионизирующая частица оставляет свои следы в виде цепочки мелких капелек тумана или пузырьков пара, которые еще надо сфотографировать на достаточно чувствительную фотопленку при яркой импульсной подсветке. Во втором — при использовании фотоэмульсий — уже никаких подсветок и фотоаппаратов не нужно: каждая частица сама наносит штрихи своего будущего «автопортрета». И чем толще фотоэмульсионный слой и выше концентрация в нем бромистого серебра, тем тщательнее выписан «образ» элементарной частицы со всеми характерными деталями, например «щеточками» от вторичных δ -электронов в случае многозарядных частиц. Более того, ядерная фотография не просто надежно регистрирует частицы материи, она дает возможность измерять такие важные их характеристики, как масса и заряд. Делается это с

помощью довольно простых приближенных соотношений, связывающих наблюдаемые характеристики следа с физическими параметрами частицы. Одно из таких соотношений ($dE/dR \approx C \cdot Z^2/\beta^2$) определяет зависимость между потерями энергии частицы, ее зарядом Z и скоростью β (в долях скорости света c). Не менее простая математическая связь существует между средним углом рассеяния частицы и ее импульсом. В итоге опытный глаз специалиста легко может различать, скажем, следы протонов, электронов и тяжелых ядер еще до более точных измерений.

Конечно, прежде чем ядерные фотоэмульсии стали стабильным физическим прибором, пришлось пройти непростой путь по их совершенствованию. Вот, что сейчас отличает ядерную фотографию от обычной:

высокая концентрация бромистого серебра: 82 % и выше;

большая толщина эмульсионного слоя: 400—600 мкм, а иногда даже 1—2 мм;

малый размер микрокристаллов бромистого серебра: 0,2—0,4 мкм;

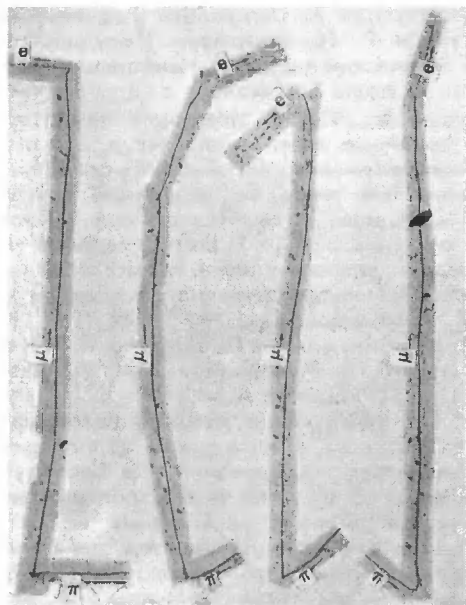
специальная сенсibilизация этих кристаллов (в частности, солями золота); отсутствие подложки (это позволяет непрерывно проследивать следы частиц в больших стопках эмульсионных слоев).

Лучшая рекомендация любого физического метода — результаты, которые были получены с его помощью. Поэтому мы совершим мысленную экскурсию по «портретной галерее» ядерной фотографии и начнем ее с конца 40-х годов.

ЯДЕРНО-АКТИВНЫЕ ЧАСТИЦЫ КОСМИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Лидером фотоэмульсионных исследований в этот период стала интернациональная группа во главе с С. Ф. Пауэллом¹. Изучая экспонированные в горах фотоэмульсии фирмы «Ильфорт», они обнаружили в 1947 г. характерные превращения каких-то ранее неизвестных частиц (их называли π -мезонами, или пионами) в более легкие, открытые ранее с помощью камеры Вильсона частицы (мюоны). Соотношение пробегов (при равных скоростях) сразу же дало значение для отношения масс этих частиц $m_\pi/m_\mu \approx 1,3$. Все такие случаи были истолкованы как распад по схеме $\pi^+ \rightarrow \mu^+ + \nu$ с вылетом еще одной,

¹ Пауэлл С., Перкинс Д., Фаулер П. Исследование элементарных частиц фотографическим методом. М., 1962.

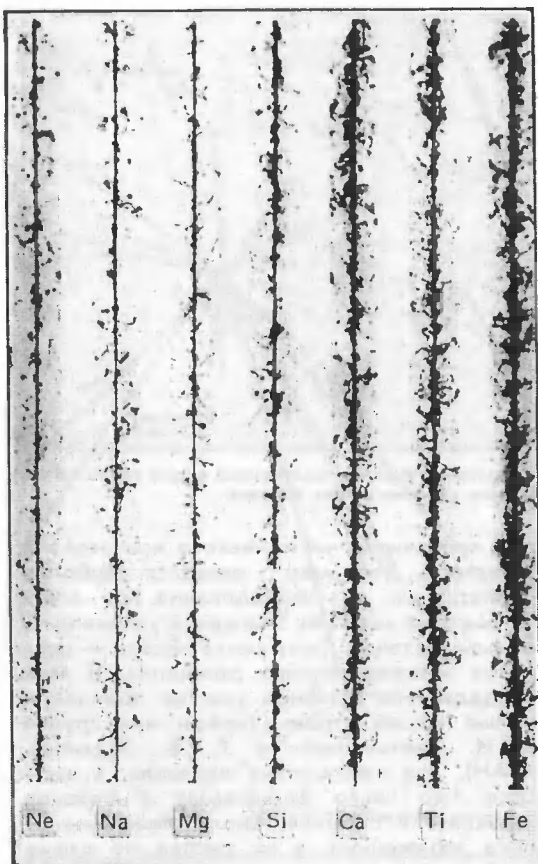


Последовательные распады пионов π^+ в мюоны μ^+ , а затем — позитроны e^+ , впервые наблюдавшиеся группой С. Ф. Пауэлла. Постоянное значение пробега мюонов (~ 600 мкм) означает, что кроме них при распаде π^+ вылетает еще только одна нейтральная частица [нейтрино].

нерегистрируемой и очень легкой частицы — нейтрино. В ряде случаев в конце следа с той же массой наблюдался не распад, а «звезда» — расщепление атомного ядра при захвате им π^- -мезона.

Эти открытия, удостоенные впоследствии Нобелевской премии, стали крупным событием в физике. Они блестяще подтвердили гипотезу Х. Юкавы (1935) о существовании сравнительно тяжелых (примерно в 300 раз тяжелее электрона) частиц — носителей особых короткодействующих сил, которые «сковыывают» в одну крайне плотную систему протоны и нейтроны атомного ядра. Сравнительно долгие по масштабам микромира (со средним временем жизни $\sim 10^{-8}$ с для пиона и 10^{-6} с для мюона) распады обеих частиц означали, что такого рода процессы (названные слабыми) кардинально отличаются по своей природе от быстропотекающих ($\sim 10^{-23}$ с) ядерных, или сильных, взаимодействий.

Разнообразие частиц, входящих в состав космических лучей, и сложность процессов их взаимодействия с веществом проявились в экспериментах со стопками ядерных фотоэмульсий, поднимаемыми на больших баллонах в стратосферу на высо-

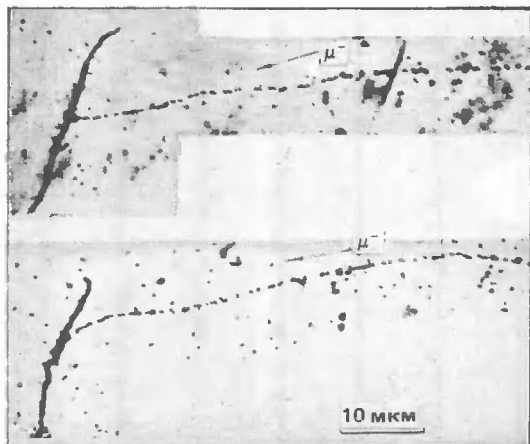


Следы ядер различных элементов в первичных космических лучах.

ту до 30—40 км. Этот подход очень скоро привел к удивительным результатам.

Прежде всего, американские исследования (Х. Брандт и Б. Петерс, 1948) показали, что первичные (приходящие на границу земной атмосферы) космические лучи представляют собой набор самых разнообразных атомных ядер — до таких тяжелых, как ядра железа. Впоследствии были обнаружены еще более тяжелые, хотя и крайне редкие элементы — вплоть до трансурановых (П. Фаулер и др., 1966—1970).

В 1952—1955 гг. Пауэлл организовал на основе международного сотрудничества серию стратосферных полетов с большими фотоэмульсионными стопками над Средиземным морем. К этому времени на ускорителе уже был открыт нейтральный «партнер» заряженного пиона — мезон π^0 . Фотоэмульсионные стопки, поднимаемые на большие высоты, дали возможность детально изучать процессы взаимодействия ча-



Отрицательный мюон, захваченный ядром урана, вызывает его деление на два осколка.

стиц первичного космического излучения с веществом. Этот метод оказался наиболее эффективным для исследования процессов при высоких энергиях благодаря узконаправленным потокам («струям») частиц — продуктов множественного рождения. В этих исследованиях активное участие приняли и ученые нашей страны (среди них группа М. И. Третьяковой и Г. Б. Жданова, ФИАН). Эти наблюдения показали, в частности, что число рождаемых π^0 -мезонов составляет в среднем около половины от числа заряженных, а их распад по схеме $\pi^0 \rightarrow 2\gamma$ с последующей конверсией каждого из γ -квантов в электрон-позитронные пары, по расчетам теоретиков, может обеспечить наблюдаемые в атмосфере мощные потоки (ливни) «мягкой», т. е. быстро поглощаемой (например, в свинце) электронно-фотонной компоненты вторичного космического излучения. Что касается множественного рождения $\pi^\pm$ -частиц, то в целом оно хорошо укладывалось в рамки созданной к тому времени гидродинамической теории (Л. Д. Ландау, 1953) и объясняло регистрируемые потоки как ядерно-активной компоненты космических лучей, так и получающейся за счет распадов $\pi \rightarrow \mu$ проникающей (жесткой) компоненты.

Широкое распространение и успехи ядерной фотографии этого периода привели (хотя и с некоторой задержкой) к созданию отечественных ядерных фотоэмульсий. При Академии наук была организована специальная комиссия во главе с И. М. Франком, которая энергично стимулировала разработки по ядерной фотографии сразу в трех группах — К. С. Богомолова (Научно-исследовательский кино-фо-

тоинститут), Н. А. Перфилова (Радиевый институт) и Г. П. Фаермана (Государственный оптический институт). Наибольший успех выпал на долю Богомолова с сотрудниками, которые в 1958 г. получили превосходные серийные ядерные эмульсии, а в ряде случаев незаменимыми оказались особо мелкозернистые эмульсии, созданные в группе Перфилова, но выпускавшиеся в более скромных масштабах. Развитию ядерной фотографии способствовали и исследования фотографического действия заряженных частиц, опубликованные в 1954—1959 гг., группами Богомолова, Перфилова, А. Л. Картужанского, Д. М. Самойлович, Г. П. Фаермана, А. П. Жданова и др.

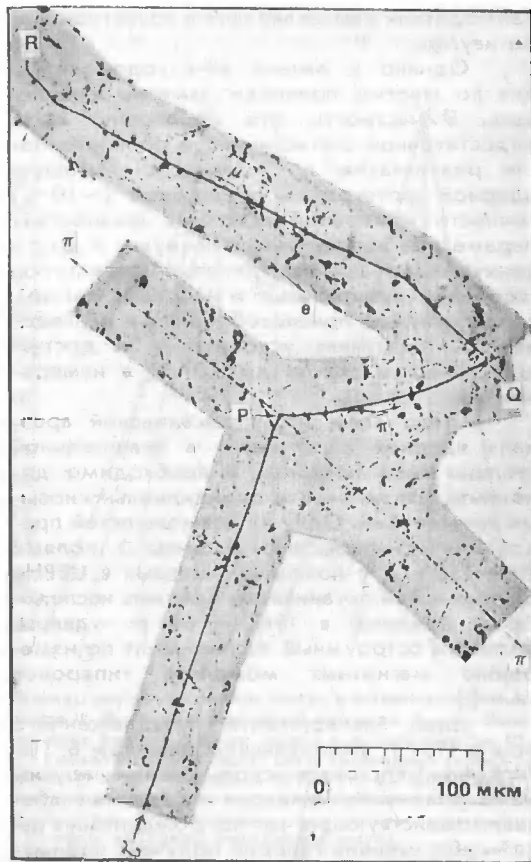
Высокий уровень ядерной фотографии в СССР привел к появлению целого ряда оригинальных исследований и в последующие годы. Это, в частности, обнаружение процессов деления включенных в состав фотоэмульсии ядер урана под действием медленных отрицательных мюонов (Г. Е. Беловицкий и др., 1960). Ценность этих опытов еще и в том, что возможно наблюдение распада осколков урана на лету с разрешением во времени $\sim 10^{-12}$ с.

СТРАННЫЕ ЧАСТИЦЫ

Открытие пионов и изучение их свойств стало основой для объяснения процессов прохождения космических лучей не только сквозь атмосферу, но и на несколько километров в глубь Земли. Однако физиков ожидали и совершенно неожиданные сюрпризы. Конец 40-х и начало 50-х годов ознаменовались плодотворным соревнованием двух трековых методов — камеры Вильсона и ядерных фотоэмульсий, каждый из которых имеет свои достоинства и недостатки.

Оказалось, что не только мюоны, но и пионы могут быть продуктами разнообразных распадов других, значительно более тяжелых частиц (с массами почти в тысячу раз больше, чем у электрона, а иногда даже больше, чем у протона).

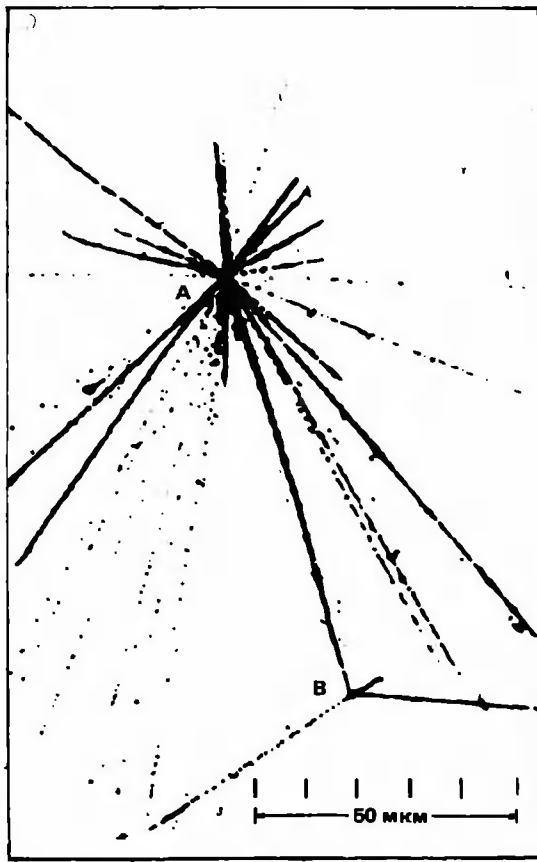
В 1949 г. Пауэлл с сотрудниками обнаружили частицу, названную ими τ -мезоном, которая распадалась в конце пути на три заряженных π -мезона. Определение ее массы по обычным рецептам дало величину около $970m_e$ (m_e — масса электрона). В 1961 г. Ф. О'Келли дважды наблюдал иное явление — распад по схеме $\chi^\pm \rightarrow \mu^\pm + e^\pm$ (знак заряда распадающейся частицы, как обычно, не был известен) и оценил массы исходных χ -частиц в $1320 \pm 250m_e$ и $1125 \pm 200m_e$. В 1953—1954 гг.



Одна из первых фотографий распада тяжелой частицы τ на три пиона π . Баланс энергий и импульсов при распаде $\tau \rightarrow 3\pi$ (в точке P) дает для массы τ -мезона оценку 1000 m_e . Один из вторичных пионов распался, испустив мюон в конце пробега (точка Q), который, в свою очередь, распался с испусканием электрона e (в точке R).

М. Менон и О'Келли обнаружили распады типа $\tau' \rightarrow \pi + 2\pi^0$ и определили массу частицы τ' в пределах от 600 до 1000 m_e . Казалось, что за распады на три частицы должны «отвечать» совсем не те объекты, которые наблюдались с 1947 г. в камере Вильсона с магнитным полем и распадалась по схеме $\theta^0 \rightarrow \pi^+ + \pi^-$. Однако близкие значения исходных масс τ - и θ -частиц делали это заключение далеко не бесспорным.

Разрешение загадки пришло позднее (1956—1957): вначале теоретически, а затем экспериментально (в том числе с помощью ядерной фотографии) было установлено, что все дело в нарушении пространственной четности (зеркальной симметрии) при слабых взаимодействиях. Оказалось, что, хоть и с малой вероятностью (доли процен-



Расщепление атомного ядра частицей высокой энергии (в точке A). Один из осколков (гиперфрагмент) еще раз расщепился (в точке B) за счет энергии распада входящего в его состав Δ -гиперона.

та), но слабовзаимодействующие частицы умеют отличать направления «вперед» и «назад» по своему движению. Иными словами, априорное предположение о полной симметрии свойств окружающего нас пространства (лишенного, казалось бы, всяких «светофоров» для запрета на левые или правые «повороты») в мире элементарных частиц не соответствует действительности. С тех пор τ - и θ -частицы были признаны как бы разными «портретами» одной и той же частицы — мезона K с новым квантовым числом, названным странностью.

Следующая глава ядерной фотографии тоже тесно связана с успехами метода, использующего камеру Вильсона. В 1951 г. было несколько сообщений о наблюдении характерных «вилок» — появлении в камере Вильсона на «пустом месте» пары частиц

(протона и $\pi^\pm$ -мезона). Это трактовалось как распад частицы, названной Λ -гипероном, по схеме $\Lambda^0 \rightarrow p^+ + \pi^-$ (масса ее оценивалась в $2180 m_e$). Тогда-то и вспомнили, что еще год назад Р. Хупер и В. Кинг обнаружили аналогичное событие в фотоэмульсии, приписав его неизвестной тяжелой частице с массой $2370 \pm 60 m_e$. В 1953 г. А. Бонетти и др. наблюдали аналогичный распад более тяжелого Σ -гиперона (с массой $2300\text{—}2500 m_e$). Наконец, в 1955 г. появились работы группы Э. Фридлендера, в которых была отмечена глубокая связь между К-мезоном и Λ -гипероном: им «разрешается» рождаться парами — либо два К-мезона, либо К-мезон и гиперон. Лишь 10 лет спустя это странное свойство получило теоретическое объяснение на основе гипотезы о кварках.

В 1953 г. польские физики М. Даниш и Я. Пневский с помощью ядерной фотографии впервые обнаружили и объяснили происхождение так называемых гиперфрагментов. При ядерных расщеплениях, когда наряду с протонами и α -частицами из ядра вылетают и более тяжелые осколки, в конце пробега один из осколков иногда распадается так, что можно утверждать о наличии в его составе Λ -гиперона. Дело в том, что сам Λ -гиперон подвержен действию тех же сил, которые «сковывают» протоны и нейтроны в ядре, а среднее время его жизни ($\sim 10^{-10}$ с), хоть и очень мало по обычным меркам, вполне достаточно для того, чтобы сопровождать ядерный осколок — гиперфрагмент — до его полной остановки.

Подведем некоторые итоги. К концу 50-х годов из 14 новых частиц, начиная с позитрона и кончая гиперонами, пять были открыты с помощью камеры Вильсона ($e^\pm$, $\mu^\pm$, K^0 , гипероны Λ^0 и Σ^-), три — с помощью ядерной фотографии ($\pi^\pm$, $K^\pm$, гиперон Σ^+) и шесть — с помощью счетчиков и ионизационных, диффузионных и пузырьковых камер.

ПРЕДСКАЗАННОЕ «ОЧАРОВАНИЕ»

Крупные достижения ядерной фотографии в конце 40-х и в 50-х годах, особенно в исследовании космических лучей, обязаны не только наглядности этого метода, но и еще ряду его бесспорных достоинств — простоте, дешевизне и компактности аппаратуры (фотоэмульсионные стопки весом 100—200 кг), которую без особых затруднений можно было доставлять не только в горы, но и в стратосферу, а также возможности накопления разнообразных по характеру событий, которые проникательные

наблюдатели «вылавливали» в известной мере наугад.

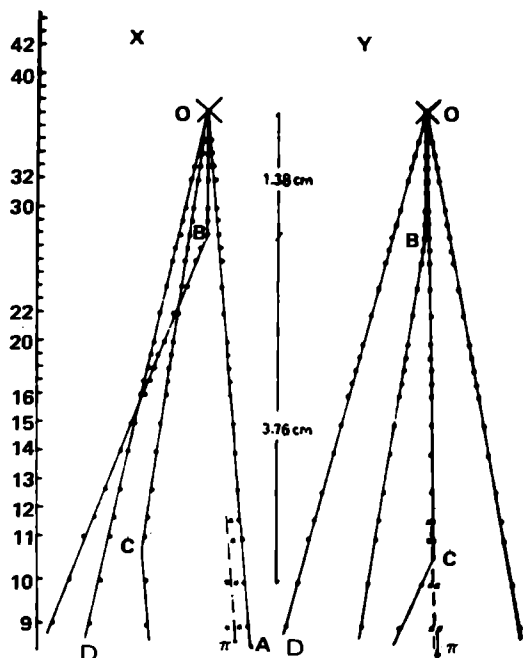
Однако к началу 60-х годов ситуация по многим причинам заметно изменилась. В частности, это произошло из-за недостаточной статистической обеспеченности результатов, получаемых с помощью ядерной фотографии, невысокой ($\sim 10\%$) точности измерений основных физических параметров частиц (масса, импульс и др.) и конкуренции других трековых детекторов (особенно пузырьковых и искровых камер), гораздо лучше приспособленных к исследованиям на пучках ускорителей и достигших точности вплоть до $0,01\%$ в измерении масс частиц.

Стало ясно, что «классический арсенал» ядерной фотографии в значительной степени себя исчерпал и необходимо дополнить его какими-то принципиально новыми элементами. Одну из возможностей представили импульсные магниты с полями 200—250 кГс, с помощью которых в ЦЕРНе (Европейской организации ядерных исследований, Женева) в 1963—1964 гг. удалось провести остроумный эксперимент по измерению магнитных моментов гиперонов (Λ и Σ).

Идея эксперимента (предложенного еще в 1957 г. американским физиком В. Петерсоном) состоит в использовании нарушения зеркальной симметрии поведения слабо-взаимодействующих частиц: рожденный в какой-либо мишени гиперон получает преимущественную ориентацию вектора магнитного момента, его направление в сильном магнитном поле меняется на угол, пропорциональный величине магнитного момента, и это изменение обнаруживается в распадах гиперона в достаточно толстой фотоэмульсионной стопке. Полученные результаты оказались важными для понимания структуры гиперонов.

Именно в это время М. Гелл-Манном и Дж. Цвейгом была высказана гипотеза о кварках, которая во многом определила все дальнейшее развитие физики элементарных частиц. Согласно этой гипотезе, такие сильновзаимодействующие частицы, как π -мезоны и нуклоны, вовсе не были элементарными, а состояли из кварков двух сортов — «верхнего» (u) и «нижнего» (d). Впоследствии теоретики пришли к выводу, что должен существовать также третий кварк s, входящий в состав «странных» частиц, таких как К-мезон и Λ -гиперон. В рамках этого предположения естественное объяснение получало и парное (ассоциативное) рождение этих частиц.

Дальнейшее развитие теории потребо-



Распады двух очарованных частиц в фотоэмульсионном опыте К. Ниу в двух проекциях (по осям X и Y). Наличие трех близких треков частиц высокой энергии (D, C, A) позволило проследить связь «распадных вилок» (в точках C и B) с исходным актом (точка O) множественного рождения частиц на пути длиной в несколько сантиметров. По вертикали — номера слоев эмульсии, в которых измерены координаты частиц.

вало еще и четвертого кварка, названного «очарованным». Эта идея получила блестящее подтверждение в 1974 г., когда были открыты J/ψ -частицы, примерно в четыре раза более тяжелые, чем протон. Авторам открытия С. Тингу и Б. Рихтеру этот результат принес Нобелевскую премию.

Когда же стали изучать характерные распады J/ψ -частиц с испусканием тяжелых D- и F-мезонов (их массы в 3,5 и 4 тыс. раз больше массы электрона), мало кто вспоминал, что еще в 1971 г. японский физик К. Ниу видел распады двух подобных частиц в своей довольно скромной эмульсионной стопке (всего 49 слоев бесподложечных эмульсий), экспонировавшейся около 500 ч на высотном самолете.

Правда, сам Ниу был необычайно воодушевлен и успешно применил методы ядерной фотографии на ускорителях, сначала в протонном (1978), а потом и в нейтринном (1980) пучках, что оказалось значительно эффективнее: на 685 взаимодействий нейтрино (и антинейтрино) с ядрами атомов фотоэмульсий он обнаружил и

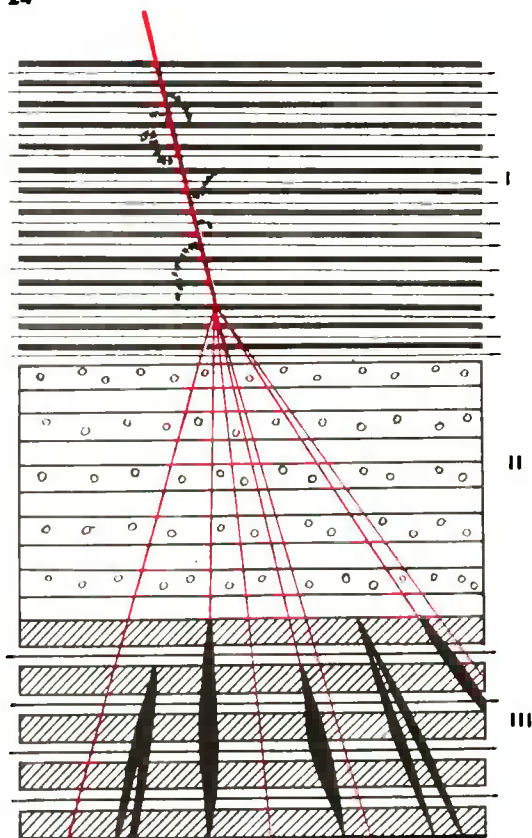
исследовал 22 события с участием очарованных частиц.

Но по современным требованиям 22 событий слишком мало для точных выводов. Необходим был кардинальный сдвиг, чтобы возродить былой престиж и конкурентоспособность ядерной фотографии. Этого удалось достичь с помощью гибридной установки, созданной в ЦЕРНе в 1980 г. в сотрудничестве с физиками ФИАН (М. И. Адамович, М. И. Третьякова и др.). Существенным элементом гибридной установки (работавшей на фотонном пучке ускорителя) была искровая камера, обеспечивающая оперативное и достаточно точное целеуказание — в каком месте надо смотреть под микроскопом то взаимодействие, в котором образовались очарованные частицы. Не менее важным стало использование телевизионного контроля за измерениями и специализированного микроскопа, позволявшего обрабатывать до 50 тыс. событий в год. Очарованные частицы оказались почти идеальным объектом для ядерной фотографии, поскольку средние времена их распада ($\sim 10^{-13}$ с) таковы, что размеры «арены», на которой разыгрываются все события, составляют около 200 км.

Еще одна, не менее совершенная гибридная установка СКИФ (стримерная камера и фотоэмульсии), предназначенная для работы на нейтринном пучке ускорителя У-70 в Протвине, была создана в 1988 г. Она состоит из стримерной камеры (для целеуказания), магнита, мюонного спектрометра, сцинтилляционных и черенковского счетчиков. Согласно расчетам, в ней ожидается регистрация около 100 случаев образования и распада очарованных гиперонов и мезонов в 20-литровой фотоэмульсионной камере после прохождения $\sim 10^{18}$ протонов от ускорителя.

РЕНТГЕНОВСКИЕ СНИМКИ ЧАСТИЦ СВЕРХВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

Если на ускорителях создание гибридных установок привело к своего рода «ренессансу» ядерной фотографии, для космических лучей физики избрали иной путь. Дело в том, что уже со времени открытия π -мезона занятия космическими лучами приобрели характер дальней разведки в области энергий, еще недоступных ускорителям. Хотя к началу 70-х годов об энергиях порядка 10^{14} эВ на ускорителях можно было только мечтать, исследуя космические лучи, физики уже в первые послевоенные годы стали «внедрять» в область сверхвысоких энергий (10^{15} эВ и



Устройство и принцип действия рентгеноэмulsionных камер для стратосферы: I — секция из тонких (1 мм) пластины железа, в которой определяется заряд первичной частицы по трекам в ядерной фотомульсии; II — промежуток, обеспечивающий расхождение струй рожденных частиц; III — спектрометр для измерения их энергий по вторичным каскадам в свинце (пластины толщиной 5 мм, прослоенные рентгеновскими пленками).

выше), регистрируя широкие атмосферные ливни счетчиками частиц.

Широкий атмосферный ливень — это гигантский поток частиц (электронов, позитронов, фотонов, мюонов, пионов, нуклонов), возникший за счет разветвленного каскада последовательных процессов сильного, слабого и электромагнитного взаимодействий. Чтобы выявить «скрытые пружины» развития этого каскада, важно было напрямую наблюдать его «скелет», т. е. частицы наиболее высоких энергий ($>10^{12}$ эВ). Для этого в СССР (И. Д. Раппопорт, 1958) и Японии (Дж. Нисимура и др., 1959) был предложен фотографический метод, основанный на использовании рентгеновских пленок, покры-

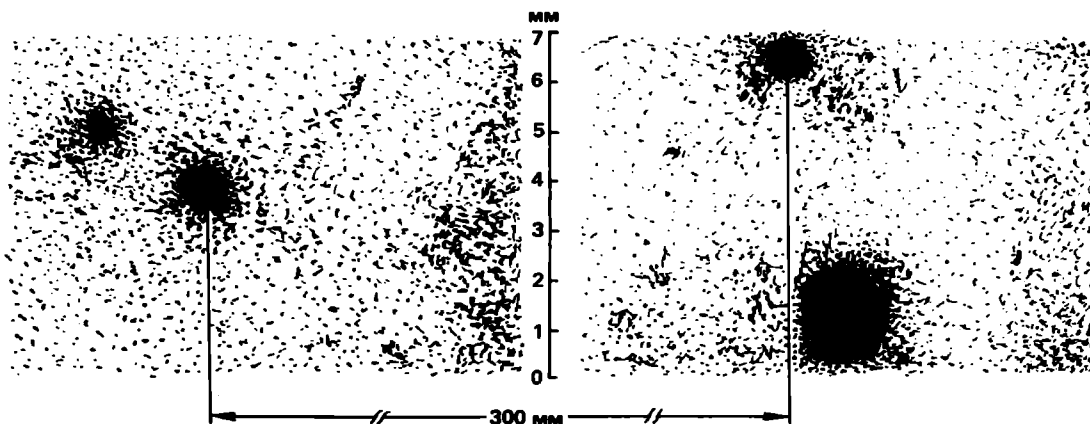
тых слоями свинца в качестве усилительных экранов. Идея заключалась в том, чтобы регистрировать не каждую отдельную частицу, а только те узкие, локальные, каскады, которые развиваются в свинце за счет образования фотонами электрон-позитронных пар и тормозного излучения от этих электронов и позитронов, оставляя на проявленной пленке видимые глазом темные пятна. Такие «слоенные пироги» из свинца, начиненные рентгеновскими пленками, стали применяться в СССР Ю. А. Смородиным с сотрудниками с 1964 г. (Япония в сотрудничестве с Бразилией стала развивать этот метод с 1971 г.). Для определения энергий падающих на свинец частиц было предложено измерять микрофотометрами степень потемнения тех пятен (диаметром около 100 мкм), которые остаются на проявленной рентгеновской пленке в местах прохождения каскадов с энергией 10^{12} эВ и выше.

Площадь таких рентгеноэмulsionных камер (РЭК), установленных в нашей стране, достигала десятков, а затем и сотен квадратных метров, а их экспонирование стало проводиться с 1971 г. на Памире почти непрерывно². К большим достоинствам метода, несомненно, относится то, что необходимый для поиска наиболее интересных событий экспресс-просмотр километровых площадей проявленной пленки может проводиться невооруженным глазом на простых просмотрных столах с подсветкой. При этом использование наряду со свинцовыми легкими, но толстыми (~60 см) углеродсодержащими фильмами позволило регистрировать отдельно сильновзаимодействующие частицы (адроны).

Богатые перспективы исследований с применением больших РЭК оценили и использовали во многих лабораториях ведущих институтов нашей страны, позднее к их научному сотрудничеству присоединились физики Польши и Японии. Аналогичные опыты (правда, в меньших масштабах) проводятся и сейчас в горах Боливии и Тибета учеными Бразилии, Японии и Китая.

Несмотря на невысокую точность измерений энергий частиц (~20 %), анализ пространственно-энергетической структуры групп (семейств) частиц при сопоставлении результатов наблюдений и математического моделирования тех же процессов позволил прийти к важным физическим выводам. В частности, изучение свойств так называемых «бинокулярных» семейств, дало возможность

² См.: Щуряк Э. В. Кварк-глюонная плазма // Природа. 1989. № 9. С. 11—19.



Биноклярное семейство электронов и фотонов. Расстояние между группами частиц существенно превышает размеры каждой из групп. Происхождение биноклярных семейств связано в основном с узкими струями, имеющими кварковую природу.

оценить резко возрастающую с энергией роль жестких столкновений кварков с последующим их превращением в узкие струи «нормальных» частиц.

Ряд интересных результатов был получен в тот же период и, на других, более скромных по размерам РЭК (с включением также ядерных фотоэмульсий), поднимаемых для экспозиции в стратосферу на огромных баллонах объемом в сотни тысяч кубических метров. Эти опыты привлекательны возможностью прямого наблюдения взаимодействий с веществом тяжелых ядер первичного космического излучения при тех сверхвысоких энергиях, которые еще только будут осваиваться на очень сложных и дорогостоящих ускорителях нового поколения. Заодно получается и ценная информация о ядерном составе первичного космического излучения в той области энергий, которая связана с новыми, более мощными астрофизическими процессами, в том числе, возможно, и за пределами нашей Галактики.

Следует подчеркнуть, что проведение стратосферных и высокогорных экспериментов с РЭК возможно только при активном международном сотрудничестве: у нас в стране такая научная кооперация (с участием ученых ПР и КНР) возглавляется уже в течение ряда лет Н. А. Добротиним и К. А. Котельниковым. Наиболее заманчивыми, хотя пока и недостаточно убедительными, выглядят результаты этих исследова-

ний, указывающие на возможное образование нового состояния вещества — кварк-глюонной плазмы³.

Методика РЭК, как, впрочем, и любая другая экспериментальная методика, далека от идеала, но еще не исчерпала своих возможностей. Принципиально важный шаг в развитии метода РЭК вновь был сделан на «гибридном» пути, когда стали использовать сочетание РЭК с аппаратурой для регистрации всех компонент широкого атмосферного ливня («РЭК + ШАЛ»). Первые попытки в этом направлении были сделаны японскими физиками на горе Норикуре в 1976 г. С 1987 г. комплексная установка «РЭК + ШАЛ» действует на Тянь-Шаньской станции ФИАНа (группа С. Б. Шаулова), в ближайшие годы вступит в строй уникальная установка АНИ на горе Арагац, создаваемая физиками Ереванского физического института в сотрудничестве с ФИАНом. Неоспоримое достоинство такой гибридной схемы в том, что получается гораздо более полная, чем в «чистых» РЭК, информация об атмосферных каскадах — всех тех «айсбергах», верхушки которых в виде семейств частиц сверхвысоких энергий удается наблюдать с помощью РЭК. Только исследование всего сложного сочетания процессов может дать необходимые сведения о природе и полной энергии «прародителя» всего каскада, его пространственно-энергетической структуре в целом, что необходимо для более-менее однозначного выбора оптимальной теоретической модели элементарного процесса множественного рождения частиц при сверхвысоких энергиях.

³ Подробнее см.: Жданов Г. Б., Максименко В. М., Славатинский С. А. Эксперимент «Памир» // Природа. № 8. 1986. С. 70—80.

ДРУГИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ ЯДЕРНОЙ ФОТОГРАФИИ

Попробуем кратко, не претендуя на систематичность, осветить некоторые из весьма разнообразных научно-технических и медицинских применений ядерной фотографии, тесно связанные с ее достоинствами и спецификой.

До сих пор речь шла в основном о фотографической регистрации ионизирующих излучений, т. е. заряженных частиц. Между тем столь же уместно говорить и о регистрации нейтральных частиц, которые могут быть зафиксированы и исследованы по вторичным продуктам своего взаимодействия с веществом самой фотоэмульсии. К подобного рода задачам относится, в частности, спектроскопия нейтронов средних энергий (~ 10 МэВ) по измерениям углов вылета и пробегов протонов отдачи (Г. Е. Беловицкий и Л. В. Сухов, 1970). Для целей γ -дозиметрии очень удобны небольшие и тонкие рентгеновские пленки, которые могут показывать суммарную дозу облучения за определенный промежуток времени (кстати, фотоэмульсия гораздо чувствительнее к радиации, чем человек).

Простота и удобство обращения делают ядерные и рентгеновские фотоэмульсии в ряде случаев незаменимым средством изучения пространственного распределения (профиля) пучков заряженных частиц, в том числе пучков частиц от ускорителя. С их помощью был открыт и очень своеобразный эффект «теней», возникающий при канальровании заряженных частиц в кристаллах (А. Ф. Тулинов, 1965).

Большой интерес вызвала в 70-х годах автордиографическая методика исследований⁴ клеток и тканей с помощью специально разработанных особо мелкозернистых ядерных фотоэмульсий с пространственным разрешением $\sim 0,1$ мкм.

Эти примеры при всей беглости перечисления демонстрируют достоинства и разнообразие возможных приложений ядерной фотографии.

А теперь обратимся к ее недостаткам, обсудив попутно и попытки их преодоления. Прежде всего, это очень низкое временное разрешение момента регистрации события и связанное с ним большое влияние не относящихся к делу фоновых частиц и явлений (вплоть до образова-

ния вуали, имеющей чисто фотохимическое происхождение). Уже говорилось, сколь успешно можно бороться с этим недостатком в гибридных установках с целеуказанием от искровых камер.

Оригинальный выход из положения — использование импульсного электрического поля высокого напряжения — неоднократно предлагался, в частности Д. М. Самойлович с сотрудниками еще в начале 70-х годов, а совсем недавно — в 1984 г., уже в новой редакции, С. В. Сомовым и др. К сожалению, эта идея, хотя она опирается и на теоретические соображения о роли ионной стадии формирования центров скрытого изображения и на специальные опыты, до сих пор не получила практической реализации в физических исследованиях. И еще один способ борьбы с фоном, уже на фотохимической основе, успешно реализован А. Б. Акоповой и др. Это так называемое дискриминационное проявление, суть которого в том, чтобы «запретить» проявление, мелкодисперсных центров скрытого изображения слабоионизирующих частиц с помощью отрицательных ионов брома от расположенной в том же проявителе вспомогательной, сильно облученной обычных светом фотопластины.

Еще один минус фотометода — огромная трудоемкость микроскопических измерений следов частиц. На помощь экспериментаторам приходит автоматизация этих операций, что, собственно, и было сделано при изучении очарованных частиц. Существуют и другие интересные разработки — например, аппаратура для автоматизации измерений рассеяния и счета зерен, созданная в начале 60-х годов (И. В. Штриних и др., А. И. Галактионов и др.), или реализованная в 70-е автоматизация операций прослеживания частиц от слоя к слою фотоэмульсионной стопки (К. Ниу). Нельзя не упомянуть и о трудоемкости фотохимической обработки (проявления) ядерных и рентгеновских фотоэмульсий, особенно в крупномасштабных экспериментах. Однако, как принято говорить в таких случаях, это лишь дело техники. Здесь это действительно так в прямом смысле слова.

Ядерная фотография прошла большой и полный неожиданных открытий путь. Но точку ставить еще рано. Нет сомнения, что ученых на этом пути ждут новые сюрпризы.

⁴Подробнее см. в сб.: Ядерная фотография. М., 1962. С. 451—466.

**ВНИМАНИЮ ГЕОЛОГОВ И ГЕОФИЗИКОВ,
работающих на производстве,
в отраслевых и академических институтах!**

**ВНИМАНИЮ РУКОВОДИТЕЛЕЙ
ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ОРГАНИЗАЦИЙ!**

*ЛЕНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
с 1990 г. начинает на хозрасчетной основе подготовку кадров
по специальности*

«Геодинамика и геофизические исследования».

Любому специалисту, владеющему основами геологии, физики и математики, мы беремся дать необходимые современному геологу и геофизику теоретические знания в области внутреннего строения и развития Земли, а также познакомить с практическими приложениями геодинамической теории в различных областях народного хозяйства.

Принимаются специалисты с высшим образованием по направлению предприятий и организаций. Срок обучения — 6 мес. с отрывом от производства. Стоимость обучения одного слушателя — около 2000 р. Иногородним предоставляется общежитие. Окончивший курс выдается диплом установленного образца о втором высшем образовании.

Начало занятий — 1 ноября 1990 г.

Заявки принимаются до 1 сентября 1990 г. по адресу:

199034 ЛЕНИНГРАД, УНИВЕРСИТЕТСКАЯ НАБ., 7/9, ЛГУ, СПЕЦФАКУЛЬТЕТ, ДЕКАНУ А. Н. ЖУКОВСКОМУ.

ВСЕСОЮЗНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ФИЗИКА И КОНВЕРСИЯ»

ФИЗИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО СССР проводит конференцию, цель которой — организация контактов между физиками и предприятиями оборонного комплекса. Предполагается создание банка данных о физических идеях, предложениях, разработках и заказах.

Приглашаются представители научно-исследовательских институтов, вузов, предприятий, КБ, НПО и других организаций.

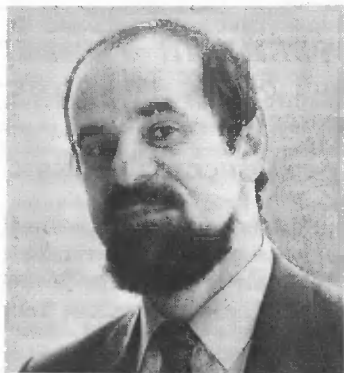
Конференция будет проходить со 2 по 5 января 1991 г. в г. Калининграде Московской обл.

Тезисы докладов (объем 1—2 страницы, напечатанные через 1,5 интервала в двух экземплярах совместно с экспертными заключениями о возможности открытой публикации, оформленные в соответствии со стандартными требованиями; вторые экземпляры подписываются авторами) направлять до 15 сентября 1990 г. по адресу:

119034 Москва, Курсовой пер. 17, ФО СССР. Оргкомитет конференции

«Физика и конверсия». Справки по телефону: 927-33-31, 939-29-94, 137-65-77.

С.А.Титов Системный и молекулярный подходы к проблемам памяти



Сергей Алексеевич Титов, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник Всесоюзного научно-исследовательского института системных исследований АН СССР. Область научных интересов — механизмы регуляции в живых системах, в частности связанные с поведением и памятью.

Процессы и механизмы биологической памяти широко изучаются ныне на психологическом, физиологическом и молекулярном уровнях. Накоплен огромный экспериментальный материал, получены интереснейшие данные, но многие исследователи все чаще высказывают неудовлетворенность состоянием теоретического осмысления проблемы. Распространено мнение, что мы тонем в море часто противоречивых фактов, и для скачка вперед в понимании механизмов памяти необходим новый подход, который позволит свести разрозненные экспериментальные данные воедино. Думается, им может стать системный подход, объединяющий исследования на различных уровнях и использующий представления о мозге как о целостной системе.

ОСОБЕННОСТИ И ВИДЫ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ПАМЯТИ

Наиболее древняя форма памяти — генетическая, хранящая программу реализации данного индивида, а также сведения об эволюционном прошлом вида, которые проявляются в ходе онтогенеза. Носитель генетической памяти — последовательности нуклеотидов в молекулах ДНК, определяющие, в свою очередь, последовательности аминокислот в синтезируемой полипептидной цепи. «Тексты» полипептидных последовательностей, синтезированные в соответствии с генетическим кодом, составляют структурно-информационную сущность организма. Объем потенциальной генетической информации обычно значительно больше используемого в течение жизни организма, поскольку огромная часть генов остается все это время в репрессированном состоянии.

Это свойство генетической памяти сближает ее с другой, эволюционно более новой формой — иммунологической, благодаря которой в организме надолго, часто на всю жизнь, сохраняется «воспоминание» о единожды попавшем в него чужеродном антигене.

Наиболее сложная и эволюционно молодая форма памяти — нейробиологическая, связанная с центральной нервной системой и обуславливающая различные типы поведения (преимущественно о ней и пойдет речь). Ее основная функция — накопление индивидуального опыта, используемого для адекватного реагирования в ситуациях, сходных с уже пережитыми. Именно индивидуальность нейробиологической памяти для каждого организма определяет в значительной мере уникальность индивида. По мере эволюционного развития поведения животных все в большей степени детерминировано индивидуальным опытом по сравнению с врожденными навыками, что значительно увеличивает гибкость поведения у высших животных в сопоставлении с низшими.

Вместе с тем основные функции нейробиологической и генетической памяти находятся между собой в несомненном родстве. Изменчивость индивидуального поведения высших позвоночных не выходит за рамки нормы реакции, характерной для данного вида, а многие формы поведения определяются генетическими факторами и почти не зависят от персонального опыта. Следовательно, обусловленные нейробиологической памятью, накладываются на врожденный контекст, записанный в генетической памяти. При реализации конкретного акта поведения на конечных нервных путях программы, определяемые обеими формами памяти, сходятся.

Кроме того, много общего и в организации форм памяти. Например, принцип избыточности информации применим как к генетической, так и к нейробиологической памяти. Каждый человек знает по личному опыту, что в его памяти хранится вроде бы много ненужных сведений. Образы или тексты, запечатленные в памяти, извлекаются порой через много лет при восприятии тех же или схожих ситуаций. Можно предположить, что еще больший объем хранящейся информации не реализуется никогда, поскольку необходимые для этого обстоятельства так и не возникают.

ПАМЯТЬ КАК ФАКТОР ВОСПРИЯТИЯ ВРЕМЕНИ

Особенность памяти заключается в том, что и генетическая, и нейробиологическая память, согласно выражению Р. И. Кругликова, являются «не столько следом прошлого, сколько заготовкой впрок», и формирующиеся следы памяти, называемые в случае нейробиологической памяти энграммой, исходно ориентированы на использование в

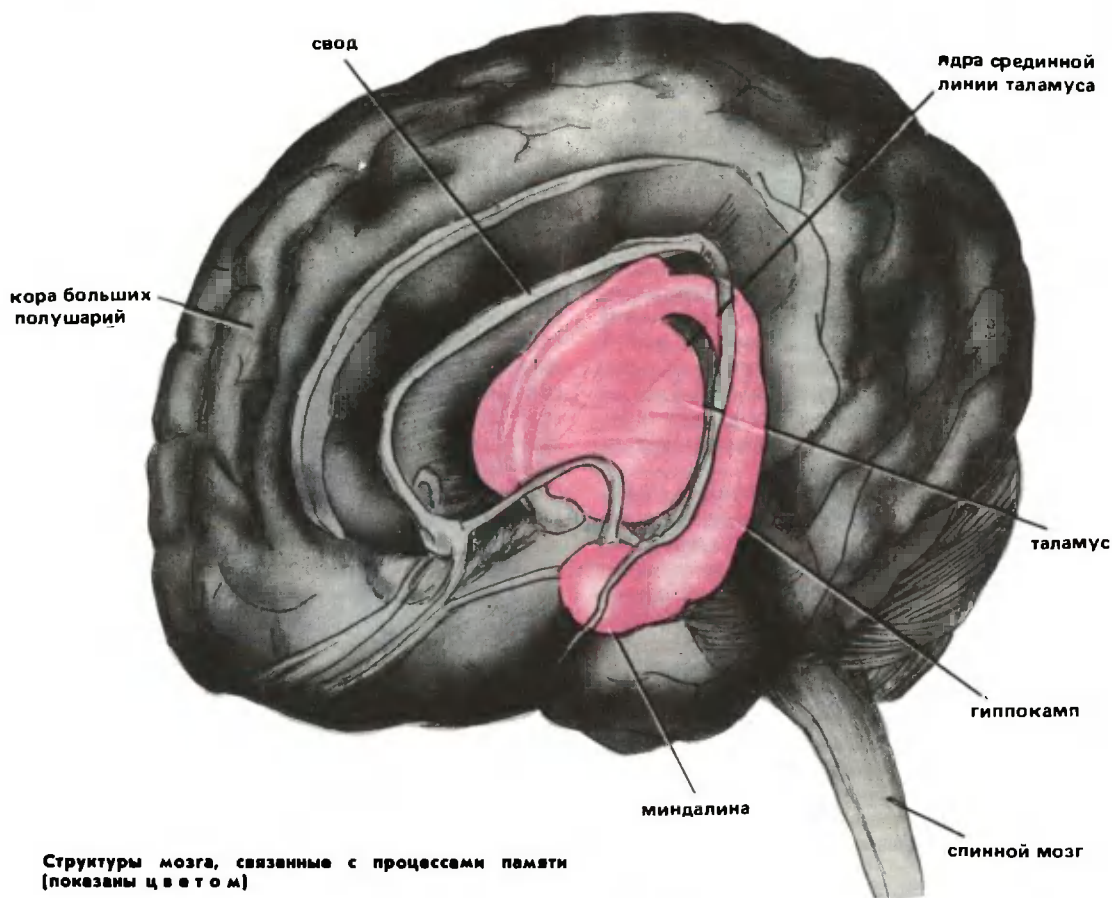
будущем. Благодаря тому что «энграмма-след» с самого начала формируется ради использования в будущем, она в то же время служит «энграммой-прогнозом»¹.

Интересен и еще далеко не решен вопрос о соотношении памяти и времени. Здесь необходимо отметить несколько существенных моментов. Во-первых, взаимодействие в памяти прошлого и будущего. Прочность энграммы тем выше, чем чаще возникает запоминаемая ситуация (например, в экспериментах с выработкой условных рефлексов при сочетании условного и безусловного раздражителей). Следовательно, прочность энграммы — это своеобразная оценка прошлого. Но, с другой стороны, — это и прогнозирование будущего, так как логично предположить, что часто повторявшиеся в прошлом события с большой вероятностью повторятся и в будущем, и к встрече с ними организм должен быть готов в первую очередь. Возможно, однако, встреча с маловероятными, но жизненно важными ситуациями. В таких случаях прочная энграмма формируется при единственном событии. Так, животное, получившее один раз сильный удар электрическим током при подходе к кормушке, потом долго избегает ее. Здесь, вероятно, прочность фиксации следа памяти определяется не частым повторением ситуации, а генетическим опытом, сформировавшимся в эволюционном прошлом.

Еще одна важная особенность памяти — присутствие в ней одновременно и прошлого, и настоящего. В отличие, например, от адаптации или тренировки, память не результат, а процесс протекания предшествующих событий. Человек, обучившийся какому-либо навыку, не просто владеет им как результатом обучения, а помнит последовательность его приобретения. Таким образом, мы имеем уникальное единство двух противоположных процессов — с одной стороны, постоянное изменение содержащейся в памяти информации, приобретение опыта, новых навыков и понятий, а с другой — сохранение прошлого, причем в активном состоянии, благодаря которому оно может в любой момент реализоваться.

Это свойство присуще, по-видимому, исключительно биологическим формам памяти и не свойственно косной материи. Утверждения о наличии памяти у неживых объектов природы основаны, скорее, на внешней аналогии. Когда мы говорим, что неживая система обладает памятью, это значит, что мы способны восстановить историю

¹ Кругликов Р. И. Принцип детерминизма и деятельность мозга. М., 1988. С. 151.



Структуры мозга, связанные с процессами памяти (показаны цветом)

ее движения, если знаем ее состояние в данный момент времени, «говоря о памяти системы, в действительности мы говорим о способности исследователя восстановить характер движения или предсказать его развитие»². Само собой разумеется, что создаваемые человеком технические средства, обладающие памятью, нельзя отнести к неживым природным объектам, поскольку возникли они не самопроизвольно, а с помощью живых существ, т. е. нейробиологической памяти.

Видимо, именно благодаря «вневременной» памяти, сочетающей в себе свойства прошлого, настоящего и отчасти будущего, в сознании появляется ощущение времени. В самом деле, если бы прошлое в активной форме не хранилось в памяти, происходящие перемены не фиксировались бы сознанием и воспринимаемое настоящее не с чем было бы сравнивать; ведь система, не обладающая памятью, воспринимает ситу-

минутное состояние как единственное и не может ощущать времени.

При этом время не организовано в памяти в линейном, строго упорядоченном ряду. Точная датировка какого-либо извлекаемого из памяти эпизода часто затруднительна и возможна только при его сопоставлении с другими, привязанными к определенному времени. Если сравнить память с территорией, заполненной объектами различного возраста, то она похожа на город с довольно беспорядочной застройкой. В этом городе в одном квартале могут соседствовать здания различных эпох, а также реконструированные и надстроенные дома, остатки разрушенных строений и т. д. Установить хронологию его застройки довольно сложно; определить ее можно только при хорошем знании архитектурных стилей, техники строительства, характерной для каждого исторического периода. Этот беспорядок, однако, имеет существенные преимущества: необязательно строить новое здание на строго определенном месте, непосредственно за только что выстроенным, а можно

² Моисеев Н. Н. Алгоритмы развития. М., 1987. С. 158.

выбрать подходящий по стилю район городского ландшафта, согласовать архитектуру нового здания с обликом квартала или вести новое строительство с учетом плотности населения в различных местах города, особенностей маршрутов городского транспорта и т. д. Очевидно, что такая организация наиболее соответствует потребностям живой системы, чем линейно упорядоченная.

Итак, время воспринимается и определенным образом организуется в сознании с помощью памяти — уникальной системы для восприятия времени. В связи с этим нельзя согласиться с утверждением, что у человека нет специального временного анализатора, аналогичного сенсорным системам других модальностей³. Видимо, память и есть такой анализатор.

Память как физиологическая система должна иметь соответствующий морфологический и молекулярный субстрат. В настоящее время клеточные и молекулярные механизмы памяти интенсивно изучаются, накоплена масса экспериментального материала, предложен целый ряд довольно обоснованных и интересных гипотез. Однако единой непротиворечивой теории, объясняющей всю совокупность фактов, связанных с природой памяти, до сих пор нет.

Для понимания механизмов памяти наиболее существен вопрос о том, где и в какой форме хранится запоминаемая информация (энграмма) и как она воспроизводится. Принципиально важно также решить, существует ли единый механизм памяти, или форма запоминания и хранения информации зависит от того, что именно запоминается и как долго хранится. Хотя окончательных ответов на эти вопросы еще нет, попытаемся обрисовать проблему, как она представляется ныне.

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПАМЯТИ

Мозг устроен так, что основные его функции, связанные с реакциями на внешние воздействия и восприятием внешнего мира, представлены в определенных участках его коры. На этом основывалась концепция памяти, созданная в рамках классической теории условных рефлексов, где выработка условных реакций рассматривалась как замыкание связи между определенными центрами коры головного мозга. Согласно этой гипотезе, повреждение центра нарушает

запоминание, связанное с данной функцией.

Однако результаты экспериментов показали, что память довольно равномерно распределена по всей коре. В опытах К. Лешли крыс обучали находить пищу в лабиринте. После того как животные научились безошибочно выбирать путь, у них разрушали участки коры, а затем вновь обучали. Оказалось, что время, необходимое для восстановления навыка, пропорционально объему разрушенной коры и не зависит от того, какие именно участки были разрушены. Результаты этих опытов были настолько удивительны, что сам экспериментатор сделал неожиданный вывод: «...рассматривая сумму данных о локализации памяти, я чувствую, что обучение попросту невозможно».

В дальнейшем пытались примирить обе концепции. Так, было высказано предположение, что выработка целенаправленного поведения в лабиринте зависит от многих видов информации (зрительной, обонятельной, двигательной), фиксированных в разных зонах коры. Таким образом, память локализована в том смысле, что за каждый компонент поведения отвечает вполне определенный участок мозга, и де локализована в том смысле, что целостная реакция осуществляется при участии многих зон, широко распределенных в мозгу⁴.

Отсутствие строгой локализации энграммы не противоречит существованию определенных мозговых структур (гиппокамп, миндалевидный комплекс, а также ядра средней линии таламуса), ответственных за формирование памяти. При разрушении этих структур в экспериментах на животных и при их поражении, вызванном травмой или заболеванием у людей, нарушаются и выработка условных навыков, и запоминание информации. Однако анализ существующих данных показывает, что связь отдельных структур мозга с механизмами памяти заключается, скорее всего, не в том, что в этих структурах хранится определенная энграмма, а в том, что в них находятся нейронные системы, регулирующие запечатление, фиксацию и, возможно, воспроизведение следа памяти.

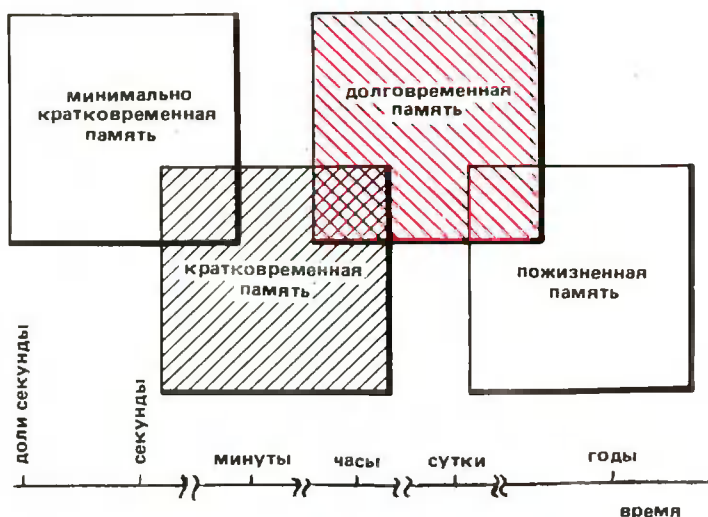
В целом, чем сложнее структура запоминаемой информации, тем труднее локализовать ее энграмму, тем более «размытой» она оказывается. «Несомненно, что, хотя существуют зоны мозга, имеющие тесную связь с процессами памяти, данные записи физиологических показателей мозга... свидетельствуют об организации памяти по

³ Суворов Н. Ф., Таиров О. П. Психофизиологические механизмы избирательного внимания. Л., 1983.

⁴ Lashley K. S. // Soc. Exp. Biol. 1950. Vol. 4. P. 454—482.

⁵ Squire L. R. // Science. 1986. Vol. 232. P. 1612—1619.

Временная организация памяти.



распределенному принципу. Самые разные структуры и зоны этих структур имеют отношение к памяти... Создается впечатление не просто о системном характере организации памяти, а о множестве систем, обеспечивающих различные виды и различные формы памяти, имеющие общие для всех и различные для каждой из них звенья»⁶.

Итак, имеющиеся результаты свидетельствуют о том, что память не может быть локализована в пространственно ограниченной группе нейронов, а представляет собой сложный системный процесс, касающийся организации целого мозга и выражающийся в изменении взаимодействий большого числа нервных клеток.

Видимо, гипотеза, предполагающая, что энграмма может быть закодирована в структуре биополимеров, в частности нуклеиновых кислот, несостоятельна. Скорее всего, память опосредуется системой нейронных констелляций, в которых связи между нейронами обеспечиваются проведением воз-

буждения по определенным путям благодаря изменениям в синаптических структурах. Таким образом, в мозгу формируется большой набор потенциальных состояний, которые в определенных ситуациях реализуются в виде тех или иных психических или поведенческих актов. Это представление было сформулировано в работах А. А. Ухтомского, П. К. Анохина, Дж. Эделмена и в последнее время оформилось в принцип функционального полиморфизма мозга⁷. Согласно экспериментальным данным, на синаптические входы нейронов разных структур центральной нервной системы влияет целостное состояние мозга, которое определяет реакцию отдельных нервных клеток на приходящие воздействия. А реализация конкретных состояний определяется предшествующим опытом, в процессе которого они формируются в виде предпочитаемых путей проведения нервных импульсов.

⁶ Бехтерева Н. П. Здоровый и больной мозг человека. Л., 1988. С. 214—215.

⁷ Котляр Б. И. Пластичность нервной системы. М., 1986.

Прежде чем охарактеризовать механизмы, которые могут быть ответственными за формирование таких путей, рассмотрим вопрос о временной организации памяти. Вопрос этот важен в связи с тем, что особенности протекания фиксации информации в памяти еще далеко не ясны.

ВРЕМЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПАМЯТИ

Очевидно, что объем запоминаемой информации (или той информации, которая может быть извлечена из памяти) зависит от времени между запоминанием и воспроизведением. Поэтому принято делить память на ряд стадий. Еще недавно ее делили на краткосрочную и долгосрочную. Однако недостаточность такого деления ясна уже с первого взгляда. В самом деле, продолжительность краткосрочной памяти всегда составляет от долей секунды до десятков минут. Но уже индивидуальный опыт каждого человека убеждает в том, что это несравнимые интервалы. Попытка воспроизвести изображение или текст через секунду или через десять минут дает совершенно различные результаты. Такая неопределенность привела к выделению из промежуточных форм, названных промежуточной, лабильной, оперативной и т. д. памятью. Основанием для такого деления служит не только степень сохранности информации, но и биохимические и фармакологические данные.

Используется классификация памяти на минимально кратковременную (не более секунды), относительно ограниченную во времени (от нескольких секунд до нескольких часов) и пожизненную долговременную (от нескольких суток до всей жизни организма)⁸. Однако и такое деление недостаточно, так как относительно ограниченную память, в свою очередь, можно расчленить на ряд стадий. В этом убеждает, с одной стороны, индивидуальный опыт и психологические эксперименты с извлечением из памяти информации спустя тот или иной промежуток времени после ее запоминания, а с другой — результаты физиологических и биохимических исследований динамики различных стадий фиксации энграммы. Поэтому мы вынуждены разделить относительно ограниченную во времени память на кратковременную и долговременную фазы. Тогда шкала временных стадий формирования памяти будет включать следующие фазы: минимально продолжительную (менее 1 с), кратковременную (от 1 с до десятков минут), долго-

временную (от нескольких часов до нескольких суток), пожизненную (месяцы и годы).

НЕЙРОХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПАМЯТИ

Есть все основания утверждать, что минимально продолжительная память связана с изменением «быстрых» функций синаптического аппарата нервных клеток, а именно с выбросом медиаторов, воздействующих на постсинаптические структуры, с изменением концентрации ионов в околосинаптическом пространстве и т. п. Экспериментально доказано, что эта форма памяти нарушается различными ингибиторами функций синапса и не меняется под влиянием ингибиторов синтеза белка и нуклеиновых кислот. Кроме того, время, в течение которого функционирует минимально продолжительная память, слишком мало для протекания сложных биохимических процессов, включающих синтез новых биополимеров.

Кратковременная и долговременная память — наиболее исследованные фазы памяти. Это связано, во-первых, с тем, что они существуют на интервале, значительно более доступном для эксперимента, чем доли секунды, характерные для минимально кратковременной памяти, а, во-вторых, с тем, что в отличие от пожизненной памяти для них известно большое количество химических и физиологических модифицирующих воздействий. На этих стадиях происходят самые разнообразные процессы: освобождение в синапсах относительно долгоживущих нейротептидов, фосфорилирование белков и некоторых липидов мембран, синтез ряда специфических для нервной системы белков и пептидов, активация специальных ферментов — протеиназ, изменяющих структуру белков, и т. п. Кроме того, по некоторым представлениям, кратковременная память обеспечивается циркуляцией возбуждений в цепях нейронов, благодаря чему возбуждение клеток, связанных с определенным восприятием, длится достаточно долго.

По всей вероятности, формирование памяти в различных временных фазах — сложный процесс, включающий различные нейробиохимические и нейрофизиологические механизмы, которые взаимодействуют друг с другом. Подтверждается это тем, что в экспериментах функции кратковременной и долговременной памяти нарушаются разнообразными физическими и химическими агентами, влияющими на широкий спектр биохимических реакций. Так, кратковременную память блокируют ингибиторы фермента АТФазы, гипоксия, углекислый газ, вещества, влияющие на состояние нейронных ре-

⁸ Ашмарин И. П., Титов С. А. // Биол. науки. 1988. № 3. С. 30—42.

цепторов и их взаимодействие с медиаторами. Формированию долговременной памяти препятствуют ингибиторы синтеза белков и РНК. Это говорит о том, что кратковременная память обусловлена в основном быстрыми синаптическими процессами, такими как изменение структуры клеточных белков (в том числе рецепторных), а при долговременной памяти синтезируются белки и нуклеиновые кислоты с новой структурой.

Однако существование пожизненной памяти невозможно объяснить просто одно-разовым синтезом новых белков. Известно, что период полураспада наиболее стабильных белков не превышает несколько месяцев, что несравнимо с продолжительностью жизни высших животных. Поэтому для сохранения следа памяти в течение нескольких лет необходима какая-то устойчивая система для постоянного обновления соединений данного типа. Какие механизмы могут поддерживать работу такой системы? Прежде всего, это необратимые перестройки генетического аппарата, при которых часть генов выключается, а часть включается или приводится в состояние готовности к быстрому включению. Такая перестройка возможна за счет модификаций нуклеотидов, перемещения участков ДНК или ее метилирования, которое вызывает ее длительные, часто пожизненные, изменения, позволяющие включать или выключать определенные гены, ответственные за синтез и обновление белков, участвующих в работе. Возможны и другие процессы, не связанные со структурными изменениями внутри ДНК. Допустим, что ген, ответственный за синтез данного белка, заблокирован репрессором. В результате какого-то воздействия репрессор отделяется и ген начинает синтезировать нужный белок. После прекращения воздействия репрессор снова блокирует ген и синтез белка прекратится. Но может случиться так, что синтезируемый белок будет связывать репрессор своего гена. Тогда возникает устойчивый цикл, который уже не прерывается после прекращения воздействия.

Вообще, пожизненная память чрезвычайно устойчива ко всякого рода воздействиям. Практически не известны агенты, которые могли бы эффективно ее подавить, за исключением особо сильных воздействий, представляющих серьезную опасность для жизни.

В формировании пожизненной памяти, вероятно, участвуют и иммунологические механизмы.⁹ Эволюционно иммунологическая память близка к нейробиологической и мо-

жет на долгое время, часто пожизненно, фиксировать информацию о редких и даже единичных событиях. Можно представить себе, что, когда в ходе синаптических процессов синтезируются новые белки, определенные клетки мозга, функционально схожие с иммунными (а такие клетки в мозгу обнаружены), будут вырабатывать антитела, связывающие эти белки. Такие антитела могут образовываться в течение всей жизни и, постоянно взаимодействуя с белками синапса, влиять на проведение возбуждения по определенным нервным путям.

К сожалению, ни одна из гипотез, объясняющих механизмы фиксации энграммы, не имеет достаточно строгих экспериментальных доказательств. Интересно, что все эти гипотезы не исключают друг друга и, возможно, существуют несколько независимых механизмов. Скорее всего, способ фиксации и хранения энграммы зависит от характера запоминаемой информации.

Чем же определяется этот характер? В целом спектр возможных форм восприятия достаточно обширен, и задача их полной классификации пока неразрешима. Однако можно указать на некоторые важные моменты. Известно, например, что существует разница между выработкой условных реакций при положительном (пищевом) и отрицательном (болевым) подкреплении, причем различные медиаторы в тех или иных условиях играют противоположную роль; скажем, серотонин стимулирует реакцию в первом случае и подавляет во втором, а норадреналин действует обратным образом¹⁰. Очевидно, механизмы фиксации следа памяти в значительной степени зависят от эмоционального фона, на котором происходит запоминание, и от значимости самой информации. Известно, что оборонительные реакции (где требуется избежать сильного болевого раздражителя) вырабатываются быстрее и значительно устойчивее, чем те, в которых подкреплением служит пища. Поскольку на отрицательном подкреплении возникает более прочная и более жесткая программа поведения, в формировании таких реакций участвуют иные нейрохимические механизмы, чем при положительном подкреплении с менее прочной и более гибкой реакцией.

Существует и еще одно серьезное различие в типах памяти, связанное с их различными нейрохимическими механизмами. Известно, что в некоторых случаях важно запомнить ситуацию в целом, без выделения

⁹ Ашмарин И. П. Загадки и откровения биохимии памяти. Л., 1975.

¹⁰ Громова Е. А. Эмоциональная память и ее механизмы. М., 1980.

конкретных деталей. В других же случаях, наоборот, нужно сконцентрировать внимание на частностях, выделить из общей картины отдельные детали, включить механизмы так называемого селективного внимания. Вероятно, и нейрохимические механизмы фиксации информации в обоих случаях будут различными и порой противоположными. Наглядным подтверждением этого служат эксперименты с двумя регуляторными пептидами — вазопрессинном и фрагментом адренокортикотропного гормона (АКТГ). Эти гормоны гипофиза помимо прямых гормональных функций участвуют и в регуляции процессов памяти¹¹. Оказалось, что при выработке различных условных реакций у животных вазопрессин стимулировал выделение из окружающей обстановки конкретных биологически значимых деталей и их запоминание, а АКТГ и его фрагменты — запоминание целостной картины¹². Так возникло предположение, что существует система сопряженной регуляции поведения гормонами гипофиза, каждый из которых стимулирует запоминание определенного типа. Для нормального поведения сбалансированность такой системы чрезвычайно важна — и чрезмерное пренебрежение деталями ситуации, и излишне выраженная реакция на конкретные раздражители без учета «контекста» могут оказаться неблагоприятными. Поэтому использовать химические стимуляторы памяти надо весьма осторожно, так как может оказаться, что они стимулируют только определенный тип процессов, подавляя при этом другой, и в ряде случаев могут серьезно нарушить баланс в системах, регулирующих память¹³.

Возвращаясь к временным фазам памяти, обратим внимание на один не вполне решенный вопрос: является ли процесс запоминания единым, последовательно проходящим ряд стадий, или при фиксации информации в различных временных стадиях протекают параллельные процессы, имеющие различную химическую природу. Современные экспериментальные данные скорее свидетельствуют в пользу второго предположения. Так, Р. Мэрк обучал новорожденных цыплят отличать съедобные зерна от гальки тех же размеров. Вначале цыплята предпо-

читали склеивать гальку, но к концу сеанса обучения через несколько минут (30—40 клеваний) уже почти безошибочно выбирали зерна. Если перед началом обучения в мозг птенцам вводили ингибитор синтеза белка, то обучение во время сеанса не нарушалось, но навык не закреплялся, и через сутки цыплят приходилось обучать сначала. Если же вводили ингибитор АТФазы, непосредственно нарушающий процессы в синапсе, птенцы во время сеанса не обучались¹⁴.

Однако, как это ни парадоксально, ингибиторы АТФазы не влияли на формирование долговременного навыка. Через 30 мин после первого сеанса цыплята предпочитали корм гальке, а через час клевали практически только зерна. Значит, нарушение синаптических процессов блокирует кратковременную память, но не мешает формированию долговременной. Ингибиторы синтеза белка, наоборот, нарушают консолидацию (закрепление), но не влияют на кратковременную память. Другими словами, эти процессы до известной степени независимы.

О независимости этих процессов говорят и другие эксперименты. Так, Г. Маттиес показал, что ускорение синтеза белка после обучения имеет два временных максимума: через 1,5—2 и 6—10 ч после обучения, причем в каждой фазе синтезируются разные белки. Возможно, имеется два типа консолидации — на первом этапе фиксируется долговременная, а на втором — пожизненная память¹⁵.

Попытаемся теперь представить себе общую картину процессов, связанных с памятью. Сигналы, приходящие из внешнего мира, какое-то время хранятся в минимально кратковременной памяти (в современной литературе ее часто называют сенсорной). Считается, что сенсорная память — это непосредственный след от всякого внешнего воздействия на нервную систему. При этом из-за задержек и переключений в центральной нервной системе след занимает большее время, чем само взаимодействие. Минимальное время восприятия составляет около 0,1 с, и на более короткие интервалы время в сознании не членится. На этом основаны многие психологические особенности, например стробоскопический эффект, используемый в кинематографии. События, происходящие на этом отрезке времени, воспринимаются как одновременные. На каждом та-

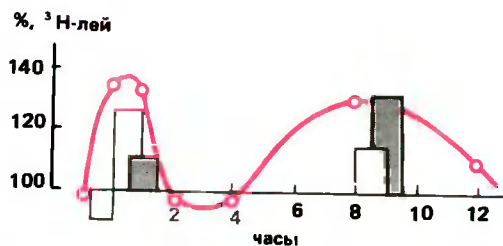
¹¹ Каменский А. А., Титов С. А. Гормоны гипофиза — регуляторы памяти // Природа. 1983. № 9. С. 64—73.

¹² Титов С. А., Усенко А. Б. // Перспективы клинического применения препаратов пептидной природы. М., 1987. С. 52—57.

¹³ Титов С. А., Антонова Л. В., Воскресенская О. Г. и др. // Нейропептиды: их роль в физиологии и патологии. Томск, 1985. С. 124—125.

¹⁴ Mark R. // Brain Mechanisms in Memory and Learning: From Single Neuron to Man. N. Y., 1979. P. 217—228.

¹⁵ Matthies H. // Progr. Neurobiol. 1989. Vol. 32. P. 277—349.



Скорость включения меченого лейцина в растворимые (белые столбики) и нерастворимые белки, синтезируемые в гиппокампе крыс во время и после вырабатки условного рефлекса.

ком интервале формируется «мгновенное» состояние мозга, определяемое мозаикой возбужденных нейронов, причем продолжительность такого состояния не меньше 0,1 с. По-видимому, емкость сенсорной памяти не ограничена, т. е. она запечатлевает все, что фиксируется рецепторами. «Это позволяет эффективно функционировать другим видам памяти путем выбора, фиксации и переработки важной, с точки зрения существования организма, информации»¹⁶.

Но, как известно, степень фиксации информации в долговременных формах памяти зависит от ее значимости, узнаваемости, ассоциативных связей с уже хранящейся в памяти. Следовательно, можно полагать, что в сенсорной памяти происходит синтез не только сиюминутно поступающей от разных рецепторов информации, но и хранящихся следов, имеющих отношение к данной ситуации. Следы эти могут отражать самые различные периоды прошлого и извлекаются одновременно из различных «глубин» памяти. Так, для оценки опасности внешнего воздействия необходимо соединение нескольких параметров: врожденных представлений о такого рода воздействиях, характерных для данного вида и связанных с его генетической памятью (вздрагивание от резкого звука, восприятие внешнего вида некоторых животных как врага и т. п.); личного опыта индивида от столкновения с подобного рода воздействиями, накопленного в течение жизни и хранящегося в пожизненной памяти; оценки конкретной ситуации (в зависимости от которой воздействие может представлять большую или меньшую опасность), привлекающей информацию, хранящуюся в долговременной или кратковременной памяти; наконец, собственно восприятие воздействия в данный момент отражаемого в сенсорной памяти.

Таким образом, на коротком временном интервале осуществляется синтез настоящего и прошлого самой различной давности (от долей секунды минимально кратковременной памяти до миллионов лет генетической). Чтобы такой синтез мог произойти, все следы должны реализоваться в одной функционирующей системе, подобно тому как содержимое различных текстов в памяти компьютера можно одновременно вывести на экран дисплея. Видимо, таким дисплеем служит сенсорная память, представляющая актуальное, целостное состояние мозга, которое определяет мозаичкой возбужденных нейронов. Сложившееся состояние в ряде случаев может быть зафиксировано в более продолжительных формах памяти уже в новом, синтезированном виде. Так возникает ассоциативный опыт, позволяющий сопоставлять различные сигналы и ситуации. Естественно, что при фиксации в долговременные формы памяти происходит отбор информации и значительная часть ее теряется. Если еще раз воспользоваться компьютерной аналогией, можно представить такую картину. В компьютер поступает информация, которая появляется на экране дисплея в виде некоторого текста. По ключевым словам и выражениям из различных текстов, хранящихся в памяти ЭВМ, извлекаются фрагменты и выводятся на тот же экран. Из всей информации, находящейся на экране, составляется некий реферат, который запоминается в компьютере в виде нового текста.

Такой пример лишь в малой степени отражает истинную картину нейрологической памяти. Для нас, однако, важно, что для формирования нового опыта, ассоциаций и представлений требуется перевод некоторой информации из долговременных форм в сенсорную память. Действительно, из ряда экспериментальных данных следует, что нейрохимические и нейрофизиологические механизмы кратковременной памяти и извлечения информации из долговременной памяти имеют много общего¹⁷.

Напомним теперь, каковы молекулярные механизмы фиксации следа памяти. Минимальная память определяется составом возбужденных нейронов и процессами, происходящими при проведении возбуждения в синапсах. Чтобы возникло устойчивое состояние, способствующее проведению возбуждения по определенным путям, необходима достаточно длительная (или периоди-

¹⁶ Вартамян Г. А., Лохов В. // Механизмы памяти. Руководство по физиологии. Л., 1987. С. 21—56.

¹⁷ Бородин Ю. С., Шабанов П. Д. Нейрохимические механизмы извлечения следов памяти. Л., 1986.

чески повторяющаяся) активация соответствующих синапсов. Это заметно повышает вероятность синтеза или модификации определенных белков, образования соответствующих антител и т. д. Значит, часто возникающие ситуации запоминаются лучше, чем однократные. Но при необходимости ситуация фиксируется и с одного предъявления. Часто, чтобы удержать в памяти необходимую информацию, мы повторяем ее «про себя», т. е. переводим из долговременных форм в сенсорную. При этом возникает состояние, сходное с тем, которое было при первичном восприятии информации (возбуждение того же состава нейронов). Синаптические процессы возобновляются, и вероятность фиксации информации в долговременной и пожизненной памяти увеличивается.

Известно, что наиболее часто вспоминаются (переводятся в сенсорную память) эмоционально окрашенные, сильно переживаемые ситуации. По всей видимости, это объясняется действием специального генетического механизма, благодаря которому биологически значимые ситуации получают эмоциональное сопровождение и неоднократно «прокручиваются» в минимальной памяти, что обеспечивает их лучшее запоминание. Подобные механизмы лежат, вероятно, в основе запечатления одноразовой ситуации, как в случае с кормушкой, находя-

щейся под электрическим напряжением.

Таким образом, в мозгу человека энграммы сознательно переводятся в минимально кратковременную память. По-видимому, этот процесс и представляет собой воспоминание, т. е. реактивацию следа памяти. В результате хранящаяся в памяти информация реализуется, другими словами, осознается. Есть поэтому основания полагать, что минимально кратковременная память составляет основу того, что мы называем сознанием. Процессы, протекающие в мозгу без перевода в минимальную память, являются «неосознаваемыми». При этом также могут возникать новые связи между группами нейронов и, следовательно, создаваться синтетические образы, ассоциации и понятия. Реализованные в определенных условиях в минимальной памяти, они осознаются и являют собой пример эвристического мышления.

Природа памяти — уникального свойства живой природы, позволяющего воспринимать и осознавать настоящее, хранить прошлое и прогнозировать будущее, — еще весьма далека от окончательного понимания. Бурное исследование ее механизмов, происходящее в последние годы, позволяет надеяться, что в скором времени появятся новые данные и гипотезы, проливающие свет на это сложнейшее и интереснейшее явление.

ИНФОРМАЦИЯ

Лаборатория гуморального иммунитета
Московского научно-исследовательского института
эпидемиологии и микробиологии им. Г. Н. Габричевского
Министерства здравоохранения РСФСР

предлагает проводить на договорной основе тестирование моноклональных антител к иммуноглобулинам человека.

За 20 лет работы лаборатории по изучению структуры миеломных иммуноглобулинов (парапротеинов) человека накоплен большой опыт анализа структурных особенностей этих белков, принадлежащих разным изотипам — всем классам и подклассам (G1, 2, 3, 4; A1, 2; M, D, E) и обоим типам (κ и λ). Благодаря тесному контакту с рядом клинических учреждений, лаборатория имеет обширный, постоянно пополняющийся банк моноклональных иммуноглобулинов.

Тестирование моноклональных антител в асцитах и культуральных жидкостях проводится с помощью различных вариантов иммуноферментного метода, по желанию заказчика определяется изотип и тип белка, используемого для иммунизации.

Наш адрес: 125212, Москва, ул. адм. Макарова, 10, МНИИЭМ им. Г. Н. Габричевского, лаб. гуморального иммунитета. Тел. 452-38-03.



ЖЕМЧУГ

А. А. Кораго,
кандидат геолого-минералогических наук
ПО «Северкварцамоцветы» Министерства геологии СССР
Ленинград

ЖЕМЧУГ — один из первых, если не самый первый драгоценный камень, который стал использоваться человеком для украшений, — редко фигурирует в списках камней-месячников. Известный знаток самоцветов Дж. Ф. Кунц в своей книге «Забавные предания о драгоценных камнях» (1913) приводит несколько перечней, взятых из древних трактатов, и ни в одном из них жемчуга нет. Правда, зачастую там упоминаются камни, названия которых пока не удается идентифицировать. Во всяком случае, жемчуг появляется в перечнях лишь в конце прошлого — начале нашего века, а затем утверждается как камень июня на съезде Международной ассоциации ювелиров в 1912 г.

Сейчас жемчуг — общепризнанный ионьский камень, одновременно играющий роль национального камня Японии, Ирака, Саудовской Аравии и других стран. Весьма популярен он и на Северо-Западе нашей страны, где ранее был распространен очень широко и потому часто применялся в праздничном женском платье, украшениях, окладах икон и т. д. Даже герб Кемпи — одного из городов Карелии — изображался в виде жемчужного венка на голубом поле в знак того, что «на вытекающих из Лапландских гор реках вынимается много жемчужных раковин и жемчугу»¹.

© Кораго А. А. Жемчуг.

¹ Руссов С. Словарь жемчужный, или Описание мест и вод, на пространстве России находящихся, в коих ловится жемчуг. СПб, 1829. С. 15.

Панагия (оборотная сторона) с оклада иконы «Троицы» из Троице-Сергиевой лавры Загорска, обрамленная жемчугом. Конец XVI в.

Да и недавние исследования Б. Ф. Голубева показывают, что при хозяйском отношении многие здешние водоемы могли бы стать промысловыми².

Жемчуг издавна считался вторым после алмаза драгоценным камнем, а в конце прошлого — начале нынешнего века мода на него так выросла, что по стоимости оборота с 1880 по 1929 г. он даже стоял на первом месте. И ныне торговля жемчугом идет весьма активно: в 1984—1987 гг. только Япония экспортировала от 54 до 75 т культивированного жемчуга ежегодно.

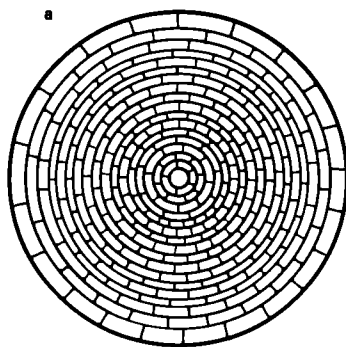
В сокровищницах разных стран хранятся многочисленные ювелирные изделия (царские короны, подвески, перстни, серьги и т. д.), в которых вместе со сверкающими изумрудами, рубинами, сапфирами и бриллиантами загадочно мерцают удивительные по красоте и совершенству жемчужины. В самых известных древнеиндийских подношениях богам (наоратна и панчратна) жемчуг являлся обязательной составной частью. То же можно сказать о наиболее ценных древними китайцами амулетах, где жемчуг соседствовал с алмазом, рубином и изумрудом.

В VII—X вв. в танском Китае жемчугу приписывали способность приводить к колдовцам в пустыне, а также к сокровищницам, скрытым драконами в морях. Издревле жемчуг использовали и как лекарство. Порошок из жемчуга будто бы лечит от бессонницы, лихорадки, коклюша и других болезней, а длительное разглядывание жемчужины избавляет от различных заболеваний глаз. До сих пор во многих государствах лекарства с

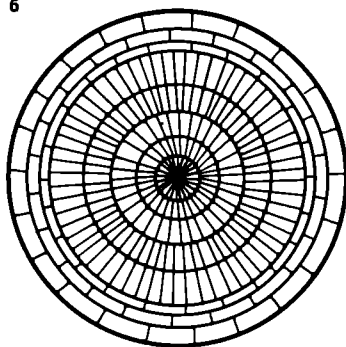
² Голубев Б. Ф., Есипов А. Б. Запасы пресноводной жемчужницы некоторых рек Северо-Запада РСФСР // Сб. тр. Всес. н.-и. и проектно-констр. ин-та ювелирной пром-сти. 1973. Вып. 3. С. 51—58; см. также: Незлин Л. П., Зюганов В. В., Розанов А. С. От охраны вида к биосферному заповеднику // Природа. 1989. № 7. С. 52—59.

Рясны, низанные жемчугом, стеклами, камнями из Покровского монастыря в Суздале. XVI—XVII вв.

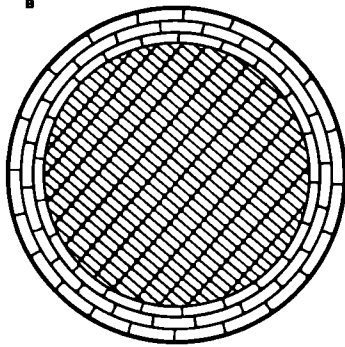




б



в



Схематическое строение ювелирного жемчуга: а — натурального морского, б — натурального пресноводного, в — культивированного. В центре натуральных жемчужин находится ядро, вокруг него — призматические слои, снаружи — пластинчатые слои. Ядро культивированных жемчужин изготовлено из призматических слоев толстостенных раковин.

жемчугом ценятся очень высоко: те 40—50 % культивированного жемчуга, которые по своим характеристикам не удовлетворяют ювелиров, используются в странах Юго-Восточной и Юго-Западной Азии для приготовления лекарств. Но, наверное, самым «лекарственным» в жемчуге являются совершенство его формы, блеск, сверкание. Не зря Жуковский писал: «...жемчуг, коралл — они лекарства от печали. // Я так слышал»³.

Почти все знаменитые камни сопровождаются многовековыми историями, нередко кровопролитными, где драгоценности были причиной убийств, предательства и даже войн. В этом отношении жемчуг исключение. Может быть, это связано с каким-то облагораживающим действием этого удивительного камня?

Вот лишь некоторые из самых знаменитых жемчужин, вошедших в историю. Наиболее крупной ювелирной жемчужиной была Перегринна (Страница) размером с голубиное яйцо и массой 13,2 г. По описанию Д. А. Бриана, ее добыли более 450 лет назад у берегов Центральной Америки, вывезли в Европу, где много

раз переходила она из рук в руки, от одного королевского семейства к другому. Наиболее титулованные ее владельцы — Мария Тюдор, Маргарита Австрийская, Мария-Луиза Орлеанская, испанские короли Филипп II и Филипп III, французский император Наполеон III. В украшениях она использовалась сначала в девственном виде, а в XVIII в. была просверлена. Сейчас Перегринна в частном владении в Швеции.

Широко известен Южный Крест — группа жемчужин, искусно собранных в крест длиной 37,2 мм, шириной 18,3 мм и массой 24,79 карата. Самой же крупной была жемчужина Аллаха, или жемчужина Кобба (по имени владельца). Эту жемчужину размером 23,7×13,8 см и массой 6,4 кг извлекли из гигантской тридакны у берегов Индии в 1934 г. Бывший в то время в археологической экспедиции У. Кобб захотел приобрести ее, но вождь местного племени посчитал святотатством продать жемчужину, напоминавшую по форме голову человека. Через несколько лет Кобб, вновь оказавшись в тех же краях, смог вылечить находившегося при смерти сына того самого вождя, которому принадлежала жемчужина, и получил замечательную жемчужину в подарок. Современная ее стоимость — 3 млн долл.

Крупные, неправильной формы жемчужины хранятся и в знаменитом дрезденском музее «Зеленые своды», где имеется целая коллекция красочных гротескных фигурок, изготовленных из жемчужин и драгоценных камней.

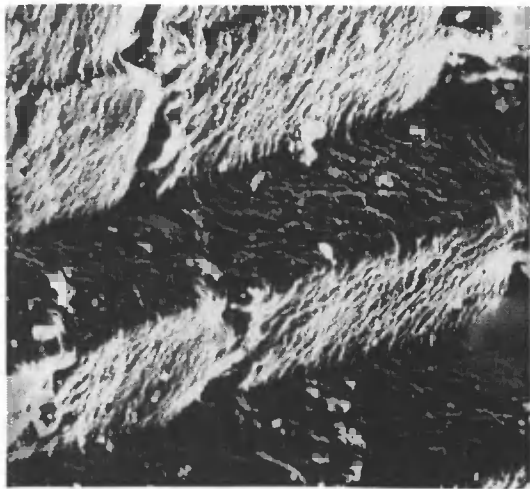
В естественных условиях

жемчуг образуют почти все моллюски, однако ювелирный жемчуг возможен только у животных с трехслойными раковинами, причем внутренний слой — перламутровый. В этих моллюсках жемчуг приобретает сильный, чуть матовый блеск и тонкие переливы света на поверхности. У прочих жемчужин поверхностный слой фарфоровиден и через лупу просматривается узор, напоминающий пламя. (Такой поверхностью, кстати, обладает жемчужина Аллаха.)

Ювелирный жемчуг «поставляют» главным образом моллюски рода *Pinctada*. У берегов Японии это *Pinctada martensii*, небольшие моллюски по 7—8 см в поперечнике, в Персидском заливе — *Pinctada radiata*, диаметр раковин которых не превышает 6 см, в Красном море — *Pinctada radiata* и реже *Pinctada margaritifera*, у берегов Австралии — *Pinctada maxima*, достигающая 30 см в поперечнике. Встречаются и другие виды этого морского моллюска. (Интересно, что жемчуг из разных районов отличается по цвету. Например, в Красном море он удивительно белый, а у берегов Центральной Америки — часто черного цвета.)

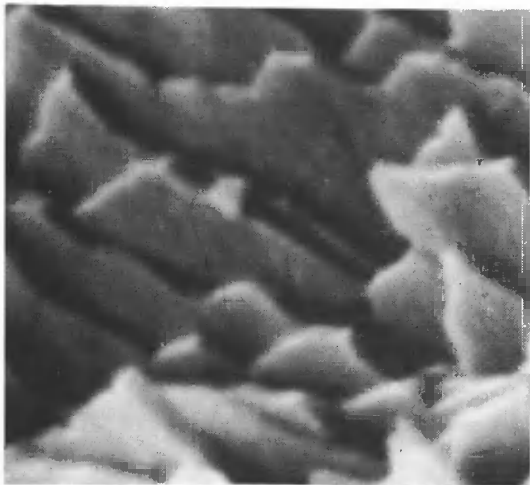
Широко распространены и пресноводные жемчужницы, встречающиеся во многих районах земного шара и представленные родом *Margaritana*. До недавнего времени наиболее известными были жемчужницы Восточной Европы, Скандинавских стран, Ирландии, Северной Америки, Северо-Запада СССР, Камчатки и Китая. Сейчас жемчужные промыслы почти во всех этих районах практически свернуты из-за загрязнения во-

³ Жуковский В. А. Стихотворения и баллады. М., 1972. С. 62.



Разрез пластинчатого (слева) и призматического слоев пресноводной жемчужины. Пластинчатый слой состоит из тончайших пластинок арагонита. Боковые поверхности призм в призматическом слое покрыты органическим веществом, обуславливающим сложный узор. Увел. в 5 тыс. раз.

Здесь и далее фото автора.



дотрков, массового сплава леса и т. д.

Вопрос о возникновении жемчуга в моллюсках интересовал человека издавна. Поначалу считали, что жемчуг — это окаменевшие капли росы, попадавшие в раковину, когда жемчужница выплывала на поверхность и приоткрывала створки (причем белые жемчужины образовались из утренней росы, а темные — из вечерней). Существовало также мнение, что жемчуг — это икра моллюсков. В целом, анализируя историю представлений о происхождении жемчуга, можно заметить, что человеку хотелось как-то опозитизировать этот удивительный камень с загадочным сиянием.

Однако постепенно накапливавшийся материал позволил исследователям более реально взглянуть на условия, «заставлявшие» моллюска создавать жемчужину. Изучение строения жемчужин показало, что центральной их частью — затравкой — могут быть песчинки, обломки раковины, а также самые разные паразиты. Немец-

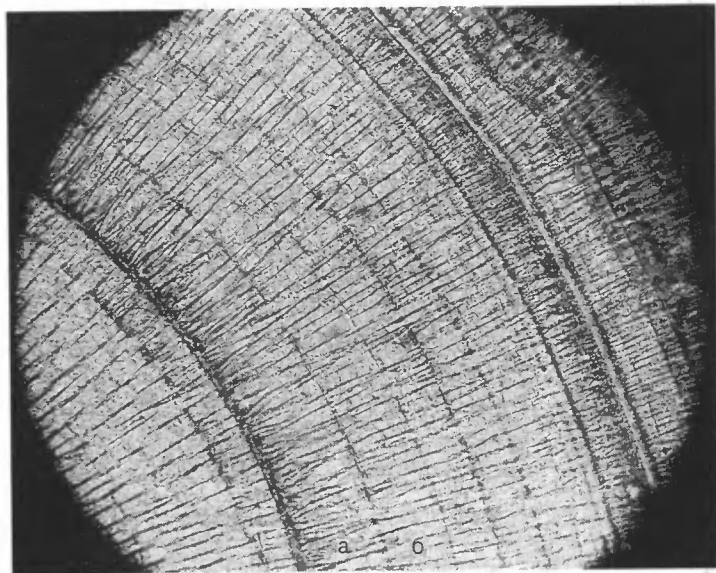
кий ученый Х. Михель назвал жемчуг не чем иным, как «блестящим саркофагом червя». Было даже предложено заражать моллюсков какими-либо паразитами. Чешский исследователь В. Дык отметил, что количество жемчужин в раковинах речных моллюсков резко увеличивается у бродов, где раковины травмируются копытами животных. Описано немало примеров более высокого содержания жемчуга в бурных водотоках, чем в плесах. Общепризнанным стал следующий тезис: при попадании в мантию жемчужницы любой травмирующей частицы организм моллюска начинает защищать себя, оболачивая чужеродное тело слоями перламутра.

На основании этих представлений делались попытки искусственно вызывать образование жемчуга. Еще в начале XVIII в. знаменитый К. Линней, протыкая раковину иглой, получил небольшие, приросшие к раковине жемчужины. Позже многие исследователи делали попытки получать жемчуг «насильственным» путем. По-настоящему успешными оказались опыты немецкого естествоиспытателя Ф. Альвердеса, который во второй половине прошлого века показал, что зарождение жемчужины обусловлено попаданием эпителиальной ткани моллюска внутрь его мантии. В этом положении эпителиальная ткань продолжает выполнять свою функцию, но строит уже не раковину, а жемчужину. Однако даль-

ше самых первых успехов дело у этого исследователя не пошло: ему удалось вырастить только очень мелкие жемчужины диаметром не более 1—1,5 мм.

Промышленное применение опыты Альвердеса получили у японских исследователей, которые в конце XIX — начале XX в., используя его открытие, вырастили ювелирный жемчуг. Занималась этим целая группа исследователей (К. Микимото, Т. Нисикава, Т. Мизе и др.), опыты продолжались около 20 лет. Наконец, в 1913 г. были получены первые крупные ювелирные жемчужины. С этого времени производство жемчуга стало бурно развиваться, и если вначале этим занимались только в Японии, то сейчас его культивирование поставлено на промышленные рельсы во многих странах (Австралия, Филиппины, Вьетнам и др.). Получают самый разный жемчуг: «свободный» и приросший (блистер-жемчуг), с ядром и безъядерный, любой формы и цвета. Можно сказать, что на длинном пути разработки метода получения жемчуга было много жертв (моллюсков), но смерть их не бесполезна. Ведь сейчас производство культивированного жемчуга определяется почти исключительно потребностями рынка: в годы повышенного спроса его производилось до 100 т. Эти масштабы особенно поражают, если вспомнить, что массу жемчужин измеряют в гранах (64,8 мг).

Завершая краткий экскурс в историю производства жемчу-



Два типа призматических слоев в пресноводной жемчужине: слой первого типа [а] имеют толстое основание из органического вещества, на которое нарастают произвольно ориентированные призмы из карбоната кальция; в слоях второго типа [б] такие же призмы прорастают из лежащих ниже слоев и параллельны друг другу. Увел. в 40 раз.

га, заметим, что все-таки лавры первенства по праву принадлежат китайцам, которые еще в XIII в. научились делать перламутровые фигурки Будды, помещая металлические его изображения в мантию раковин речных жемчужниц. Полученные таким путем перламутровые божки высоко ценились.

Итак, люди научились выращивать жемчуг. Казалось бы, на этом его изучение можно закончить, однако исследователей продолжает интересовать процесс образования жемчуга, его состав, строение, причины возникновения в природе. Последний вопрос тесно примыкает к одной из центральных проблем естествознания: где граница между живым и мертвым? Распутывание процесса возникновения жемчужины похоже на детектив — живое творит неживое. Но в отличие от детектива здесь все происходит «в рамках закона».

Что же представляет собой жемчуг? Строго говоря, это твердое образование округ-

лой или иной формы, находящееся в мягкой ткани моллюска (мантии) в свободном состоянии или прирастающее к внутренней части створки раковины. Ювелирными качествами обладают далеко не все жемчужины — в водах СССР, например, лишь треть жемчужин относится к ювелирным.

Химический состав жемчуга следующий: 50—96 % карбоната кальция; 3,5—48,5 % органического вещества; 0,5—1,5 % воды. Отдельные жемчужины содержат до 90 % органического вещества при очень низком содержании карбоната кальция. Последний представлен обычно арагонитом, лишь в некоторых пресноводных жемчужинах отмечена другая структурная модификация карбоната кальция — кальцит. В органическом веществе жемчуга, имеющем белковую природу и относящемся к конхиолину, определено 19 аминокислот, среди которых резко преобладают глицин и тирозин. Вода частично гигроскопическая (легко удаляющаяся при небольшом нагревании), частично кристаллогидратная. Кроме этих основных компонентов спектральным анализом установлено немало микропримесей, из которых наиболее весомы марганец и стронций. Детальные исследования показывают, что почти все микропримеси сосредоточены в ор-

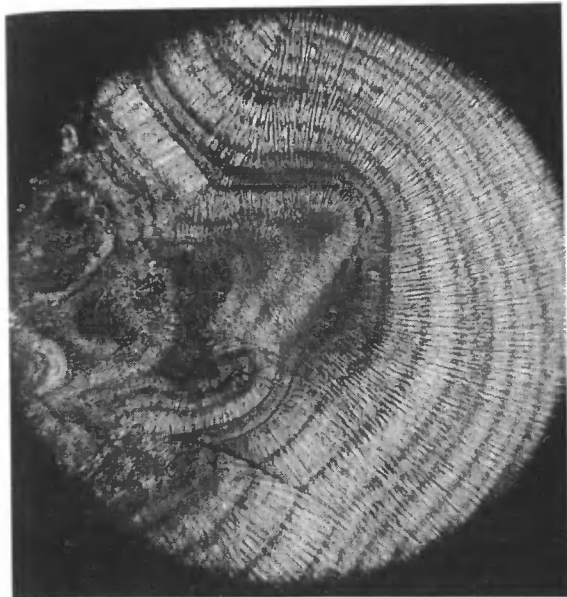
ганическом веществе. Составом жемчуга определяется его плотность, меняющаяся у разных видов от 2,1 до 2,7 г/см³. Максимальная плотность — у наиболее качественных ювелирных жемчужин, а также у фарфоровидного жемчуга.

Каждая натуральная жемчужина имеет ядро, окруженное слоями карбоната кальция. Ядром, как уже указывалось, может быть либо песчинка (минеральное зерно, кусочек породы, обломок раковины), либо паразит (личинка червя или какого-либо другого животного), которые, проникая в мантию моллюска, заносят туда порцию его эпителиальной ткани. Но известны случаи ее попадания в мантию и без помощи чужеродных частиц, вероятно, в результате какой-то патологии в организме моллюска.

Разрастается жемчужина в особом жемчужном мешке из так называемой экстрапаллиальной жидкости, обволакивающей ее тончайшим слоем. В жемчужинах морских моллюсков ядра окружены слоями, состоящими из очень тонких (0,05—0,1 мкм) пластинок арагонита, которые налегают одна на другую и образуют подобие кирпичной кладки, причем каждая пластинка отделена от прочих тончайшей пленкой органического вещества, не превышающей тысячных долей микрометра. Именно пластинчатые слои, начинающиеся от ядра и достигающие поверхности, обеспечивают скорлуповатое строение жемчужин морского происхождения.

Жемчужины из пресноводных моллюсков, как правило, устроены иначе⁴. Их ядро окружено слоями, сложенными призмами карбоната кальция, вытянутыми перпендикулярно поверхности жемчужины. Призмы, отделенные друг от друга тонкими прокладками органического вещества, «слагаются» в слои, также разделенные органической оболочкой. Всего в жемчужине пресноводного происхождения бывает до 60 таких слоев. Интересно, что призматические слои неоднотипны. В основании слоев первого типа залегает довольно мощная «подстилка» из органического вещества, на которую

⁴ Кораго А. А. Речной жемчуг. Л., 1981.



Сферолиты второго порядка, возникающие в призматических слоях жемчужин. В центре каждого такого образования обычно имеется «сгусток» органического вещества. Увел. в 100 раз.

нарастают многочисленные, поразному ориентированные кристаллики карбоната кальция. В дальнейшем разрастаются лишь те призмы, которые перпендикулярны поверхности жемчужины. У призматических слоев второго типа органическая «подстилка» тоньше и не препятствует прорастанию призм из нижних слоев.

Минеральное и органическое вещество отлагается попеременно, что обуславливает концентрическое разрастание жемчужины вокруг ядра. Вместе с тем во многих жемчужинах появляются новые центры роста и формируются дополнительные сферолиты. Более высокая скорость роста призм в них и приводит к возникновению жемчужин неправильной формы (например, каплевидной, у которой появился один дополнительный центр роста, или барочной, с многими центрами). Нередко при дальнейшем росте такие «бугры» зарастают и жемчужина приобретает шарообразную форму. В разрезе жемчужина с дополнительными сферолитами очень похожа на почки малахита, в которых даже без увеличения различимы дополнительные центры кристаллизации. Но и в этих «неправильных» жемчужинах каждая призмочка заключена в органическую оболочку и с соседними не соприкасается.

Лучшими ювелирными качествами обладают жемчужины морского происхождения, состоящие только из пластинчатых слоев, однако многие жемчужины из пресноводных моллюсков также очень высоко ценятся. Для ювелиров представляют интерес те выросшие в пресных водах жемчужины, которые сложены не только призматическими, но и пластинчатыми слоями. Как показывает опыт, толщина пластинчатой оболочки должна быть не менее 1 мм: в противном случае лежащие ниже призматические слои «просвечивают» и жемчужина приобретает сероватый оттенок, резко снижающий ее стоимость.

Зная, что толщина одной пластинки составляет 0,05—0,1 мкм, нетрудно подсчитать, что в пластинчатом слое жемчужины толщиной 1 мм заключено около 10 тыс. элементарных слоев карбоната кальция. Поразительно изящная конструкция! Именно она обеспечивает те эффекты, за которые жемчуг столь высоко ценят: сильный, чуть матовый блеск, слабые переливы цвета (ориент, или люстер), светящееся пятно в глубине. В ювелирном жемчуге с его полупрозрачными пластинчатыми слоями световые лучи способны проникать на большую глубину. При этом они преломляются на границах «арагонит — органическое вещество», час-

точно отражаются от них и интерферируют, что служит главной причиной переливов цвета. В перламутровом слое раковины пластины заметно толще (до 0,5 мкм), что обуславливает более яркую иризацию. Сам пластинчатый слой можно уподобить стопке тонких пленок, подобных тем, что мы видим у мыльного пузыря.

Чтобы получить искусственный жемчуг, в мантию моллюска помещают ядро, «упакованное» в эпителиальную ткань, взятую у другого животного. Обычно используют ядра диаметром 4—6 мм, вырезанные из призматических слоев толстостенных раковин, специально выращенных в пресноводных водоемах Северной Америки. Вокруг такого ядра возникают пластинчатые арагонитовые слои, по своему строению ничем не отличающиеся от таких же слоев в натуральных жемчужинах. Об этой «зарядке» моллюска ядром интересно рассказывает свидетель такого действия политический обозреватель В. С. Овчинников⁵. По своему строению культивируемый жемчуг близок к ювелирным разновидностям жемчужин из пресноводных моллюсков.

Таким образом, большинство тайн, связанных с происхождением жемчуга и его удивительными оптическими свойствами, разгаданы. И все же он не стал от этого менее привлекательным, не утратил популярности в самых разных странах. Наверное, повезло тем женщинам, которые родились в июне и «вынуждены» носить украшения из жемчуга.

В заключение приведу содержание легенды из упоминавшейся книги Дж. Ф. Куница. Когда-то бог земных недр приказал своим подданным принести ему для обозрения все известные самоцветы. И, увидев камни во всей их разноцветной красе, блеске, игре, он смешал их в одну кучу, предварительно раздавив, и пожелал, чтобы из них родился новый камень, который стал бы самоцветом всей вселенной. И — о, чудо! — родился алмаз. Для своей же царицы бог недр сотворил жемчуг, который назвал самоцветом моря.

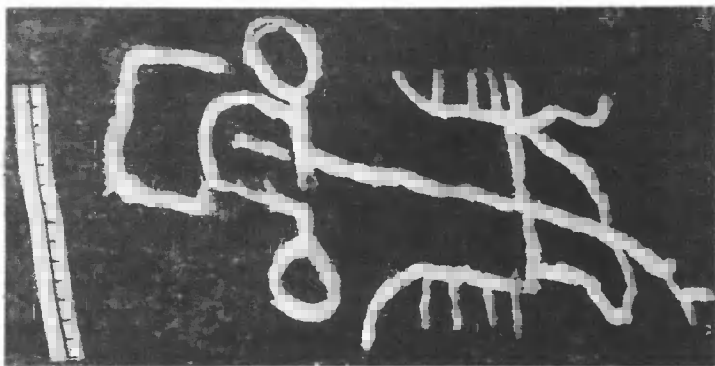
⁵ Овчинников В. С. Рождение жемчужины. М., 1971.

Петроглифы Гемигая

В. Г. Алиев,
доктор исторических наук
Институт истории АН АзССР
Баку

БОГАТЫЕ альпийские луга и разнообразный животный мир Малого Кавказа с древнейших времен привлекали первобытных охотников и скотоводов. В многочисленных наскальных рисунках дошли до нас свидетельства их духовной и материальной культуры. В горной зоне, в 60 км к северу от г. Ордубада (Нахичеванская АССР), на горе Гемигая, с 1968 г. проводит исследование под руководством автора Нахичеванская археологическая экспедиция Института истории АН АзССР.

Гемигая (в переводе — Гора-корабль) — мифическое название самой высокой вершины Малого Кавказа — Капыджик (3904 м над ур. м.), состоящей из метаморфизованного туфа и обрушившейся еще в третичном периоде. Большие глыбы рассыпались по южному склону, и за прошедшие тысячелетия их поверхность под воздействием оползней и ледников отполировалась до зеркального блеска. На этих-то скалах нами и были обнаруже-



© Алиев В. Г. Петроглифы Гемигая.

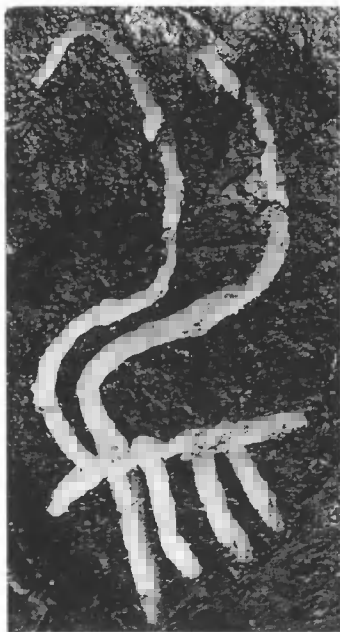
Символическая писаница Гемигая.

Сцены коллективной охоты: справа, вверху — бык с вонзившейся в живот стрелой; в центре — олень, которого два безоружных охотника с широко раскинутыми руками стараются, видимо, погнать криками, третий охотник в одной руке держит лук, а в другой — аркан; слева, внизу — козел в окружении двух охотников и собак.

Арба с двумя колесами; по обеим сторонам прямого ярма, подкрепленного дышлом, запряжены быки.

ны тысячи петроглифов, отражавших взгляд человека эпохи бронзы на окружающий мир, а на южном склоне, на яйлаге Гарангуш, в 1988 г. были выявлены остатки их жилищ — овальные и полукруглые каменные сооружения. (По строительной технике и планировке они аналогичны жилищам неолитических, энеолитических и ранне-бронзовых поселений земле-

дельческо-скотоводческих племен Нахичевани, заселявших равнинные зоны.) Вокруг каждого такого строения на площади 4—5 га находятся сотни крупных глыб-скал с разнообразными петроглифами. Большинство рисунков схематичны, но встречаются и реалистические изображения. Сначала контуры рисунка наносились острым концом орудия, а затем приме-



нялась техника выбивки — углубления (при фотографировании для более четкого выявления рисунка мы обводили его мелом).

На Гемигеи среди множества изображений людей, быков, оленей, собак, волков, лошадей, птиц, змей, фантастических животных и символических знаков преобладают по численности рисунки козлов. Они представлены поодиночке, попарно, группами; есть изображение козла, привязанного за шею веревкой. Рога у них дугообразно загнуты назад, а иногда показаны волнистыми линиями с концами, своеобразно загнутыми вперед. Над некоторыми из козлов изображены сетчатые квадраты и волнистые линии с петельчатым концом — по-видимому, это простой сюжет охоты с арканом. Вообще на Гемигеи масса сцен индивидуальной и коллективной охоты. Эти динамичные рисунки наиболее интересны и впечатляющи.

Особое внимание привлекают сцены коллективных танцев, в частности древнего ритуального танца «яллы» (в настоящее время население Шарура в Нахичевани исполняет несколько его разновидностей). В запечатленных танцах проявляется духовная жизнь народа, его верования, обряды. В одной из сцен люди пляшут, широко расставив руки и ноги; у ведущего танцора, выделенного более крупным планом, на голове рогатая маска; рядом с танцующими древний художник помещил козла, а в центре — солярный знак (маленький круг с лучами). Очевидно, этот танец связан с культом плодородия и отражает один из обрядов скотоводческого племени.

Встречаются и рисунки арбы. Она обычно квадратной формы, двух- или четырехколесная, с дугообразным ярмом. Чем объяснить их появление среди петроглифов Гемигая, на крутых склонах которого использовать повозки прак-

тически невозможно? По-видимому, полукочевые скотоводческие племена, жившие в низменных районах, в период откочевки на высокогорные ялаги могли в благоприятное время пользоваться двухколесной повозкой. Но вместе с тем изображение арбы могло иметь символическое значение, связанное с древним поверьем о солнечной колеснице. Следует отметить, что наличие глиняных моделей колес арбы и фигурок быка в мелкой пластике из поселений Кюльтепе 1 и 2, датируемых III—II тысячелетием до н. э., подтверждает, что оседлые земледельческо-скотоводческие племена низменных районов Нахичевани знали арбу еще в эпоху бронзы.

Обильно представлены среди петроглифов Гемигая всевозможные символические изображения в форме кружков, трезубцев, якорей, крючков и т. п. Встречаются знаки, напоминающие древние нероглифы. На одной из скал выбиты 14 различных пиктограмм; раскрыть их содержание пока не удается, но несомненно, что они отражают систему мышления древнего человека, круг его интересов и забот.

Таким образом, сюжеты петроглифов Гемигая в основном взяты из реальной жизни — связаны с охотой, скотоводством, земледелием; часть петроглифов, посвященная тотемам, астральным знакам, отражает религиозные и идеологические представления их творцов. Некоторые наскальные изображения Гемигая по своим сюжетам имеют аналогии в орнаментах расписной и серой керамики из поселений эпохи бронзы и раннего железа, открытых на территории Нахичевани и датированных IV—I тысячелетиями до н. э. Встречаются изображения (бык, олень и др.), аналогичные характерным для каменного века изображениям из других районов Малого Кавказа и горного Дагестана.



Изображение козла со своеобразно загнутыми вперед рогами.

Сцена древнего ритуального танца.

КОНТРАСТЫ СОВРЕМЕННОГО ЗООПАРКА

В.А. Остапенко
В.И. Животченко





Владимир Алексеевич Остапенко, кандидат биологических наук, преподаватель кафедры зоологии и охраны природы Московской ветеринарной академии им. К. И. Скрябина. Орнитолог, 9 лет работал в Московском зоопарке заместителем директора по науке. Область научных интересов — экология, фаунистика и зоокультура птиц. Монографии: Новые методы обработки данных кольцевания птиц. М., 1977; Ткачики. М., 1988.



Виктор Иванович Животченко, кандидат биологических наук, член группы по изучению кошачьих Комиссии по редким видам МСОП, член бюро Комиссии по крупным хищникам Всесоюзного териологического общества.

Китоглав. Он мало похож на своих сородичей аистов.

Здесь и далее цветные фото В. И. Животченко.

КАКИЕ прекрасные животные, но в каких нечеловеческих условиях они содержатся». Так кратко и точно охарактеризовал состояние Московского зоопарка английский зоолог и писатель Дж. Даррелл, побывавший в нем незадолго до 125-летнего юбилея зоопарка. Дарреллу трудно не поверить: организатор и участник экспедиций за животными в Африку, Южную Америку и Австралию, он создал на о. Джерси зоосад, где содержатся животные, которым в природе грозит исчезновение. И знаний, и опыта у него предостаточно. Попробуем объяснить, почему животные старейшего зоопарка нашей страны оказались в таких условиях, а заодно расскажем, каким должен быть современный зоопарк, — нам приходилось бывать в нескольких зарубежных зоопарках и у нас есть возможность сравнить их с нашим.

МИТИНГИ У РАЙСОВЕТА

За 126 лет, прошедшие со дня открытия, Московский зоопарк оказался в центре многомиллионного города. С ростом населения столицы увеличивалась и нагрузка на территорию зоопарка, а возможности расширить ее сокращались. Если в 1924 г. еще можно было присоединить 8 га новой площади, то в 1988 уже с трудом нашлись всего 1,2 га. Сейчас площадь зоопарка составляет 17 га, и рассчитывать на ее увеличение почти не приходится — возможности для этого в центре города крайне ограничены, если не исчерпаны вовсе. Казалось бы, расширить территорию для строительства на окраине будет нетрудно, чем дальше от жилых массивов, тем легче найти подходящее место. Для животных, в общем-то, не имеет значения, где их содержат — в центре города или на окраине. Но это важно для посетителей: зоопарк Рostova-na-Дону находится в отдалении от городского центра и их не так много приезжает туда. Зоопарк — не питомник, где посетители нежелательны, именно в их интересах он и создается. А при строительстве зоопарка на окраине придется решать проблемы с транспортом, прокладывать новые коммуникации, требующие больших затрат.

Тем не менее городские власти поняли необходимость строительства, была найдена подходящая территория — Битца — неплохо сохранившийся лесной массив практически в черте Москвы; согласовали проект. Вроде бы, оптимальное решение проблемы, растя-



В тесном кольце стоячных громад.
Здесь и далее черно-белые фото
Б. Г. Сысоева.

Помещение для сородичей.

нувшейся на много лет, наконец, найдено, можно строить. Но, увы, совместить интересы зверей и людей оказалось не так просто — жители близлежащего жилого массива Ясенево выступили против. Парадокс?! Мы привыкли винить во многих неурядицах чиновников и полагаться на поддержку масс, а тут вдруг демонстрации и митинги у райсовета, причем с природоохранными лозунгами, с требованием оставить в неприкосновенности «легкие» города. Будто и не зоопарк собираются строить, а химический комбинат или атомную электростанцию. Люди ратовали за сохранение зоны отдыха, видя угрозу ей со стороны зоопарка, но при этом не имели ни малейшего представления, каким может и должен быть современный зоопарк, не понимали, что его строительство в Битце — это возможность

сохранить, а не потерять зону отдыха: если не упорядочить использование лесного массива в рекреационных целях, он будет вытоптан теми же, кто сейчас так яро его отстаивает.

Что же представляет собой современный зоопарк, каковы его главные функции?

«САДЫ ЗНАНИЙ»

Так называли зоопарки в Древнем Китае, существовавшие там более чем за 1000 лет до н. э. И действительно, первая функция этих учреждений — научно-просветительская. Знакомство с многообразием животного мира Земли — это биологические знания, экологическое и природоохранное воспитание всех посетителей, от мала до велика. По современным представ-



лениям, зоопарк должен быть островом природы, в котором животные содержатся в условиях, напоминающих естественную обстановку. Интерьер помещений и участки для полувольной жизни животных должны давать посетителям представление о местах обитания, растения для вольер и аллей парка нужно специально подбирать.

Нам вспоминается великолепный зооботанический парк в Штутгарте (ФРГ), где животные органически вписались в буйную растительность разных широт, выращенную садовниками; образцы их грамотной деятельности мы наблюдали в зоопарках ГДР и Венгрии. Как можно меньше решеток и сеток — таков принцип показа животных в зарубежных зоопарках, учитывался он и при проектировании нового Московского. Чтобы у посетителей создавалось впечатление о пребывании на острове природы, а не в зверинце, открытые вольеры окружают рвами, которые скрыты от глаза кустарниками, ограды из решеток заменяются толстым стеклом.

Полная иллюзия пребывания в тропическом лесу создается в знаменитом Доме Брема (Берлинский зоопарк). В просторном помещении со стеклянной крышей буйствуют разнообразнейшие растения, порхают

яркие тропические пернатые, на ветвях гроздьями висят летучие лисицы. Заканчивается «лес», и в зале открываются взору небольшие витринные вольеры, где живут американские ночные обезьянки, земляные кукушки, огненные ткачики. В торце здания — огромные вольеры с амурскими тиграми (или львами). Животные экспонируются большими группами, и это создает дополнительное впечатление, что находишься не в зоопарке, а в природном уголке. В Берлинском зоопарке много замечательных мест, где живут редкие животные: на настоящем острове — японские макаки; в небольших лесочках — бизоны и обитатели высокогорий Центральной Азии тапины (семейство половогих из отряда парнокопытных); в больших вольерах, отделанных природным камнем, — разные виды медведей. Для животных разных природно-климатических поясов созданы близкие к природным условия, каждый вольер по-своему уникален.

В большинстве зарубежных зоопарков уделяется особое внимание воспитанию любви и бережного отношения к братьям нашим меньшим у подрастающих горожан. Для дошкольников и младших школьников имеются огороженные участки, где содержатся различные домашние животные —



Амурские тигры на тигровой ферме (Лейпцигский зоопарк).

Детская площадка с домашними животными.

козы, пони, ослики, морские свинки, гуси и прочая живность (такая площадка будет создана и в Московском зоопарке на территории, граничащей с Планетарием). Ребята могут прокатиться на лошадях, верблюдах и даже слонах, покормить их.

Мало того, в зоопарках ГДР работают зоошколы. У нас раннему приобретению зоологических знаний служат специальные кружки при некоторых зоопарках, подобные КЮБЗу (Клуб юных биологов и зоологов) Московского зоопарка. В зоошколах великолепно оборудованы кабинеты биологии, в которых методист зоопарка регулярно проводит занятия по отдельным темам школьной программы. Урок начинается и заканчивается экскурсией, а рассказ о размножении птиц может сопровождаться демонстрацией инкубатора с яйцами и цыплятами. Ученики, посещающие зоошколу, могут участвовать в проведении некоторых опытов или наблюдать за животными, но детей практически не привлекают к уходу за ними, так как уход считается очень серьезным и ответственным де-





Самка орангутана с детенышем на прогулке (Дрезденский зоопарк).

лом, которое можно доверить только человеку со специальной подготовкой.

Показ живых коллекций с целью просвещения был бы немыслим, если бы в зоопарках не велись исследования по биологии, поведению, заболеваниям, разработке технологий содержания животных и составлению рационов. Научные работы особенно развернулись после принятия «Конвенции о международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой исчезновения» (Вашингтон, 1972 г.). Трудности в пополнении зоологических коллекций экзотическими животными побудили научную общественность зоопарков заняться разработкой методов стабильного разведения редких, вымирающих и даже вымерших в природе видов.

ПОСЛЕДНИЕ УБЕЖИЩА

Природоохранная функция зоопарков сейчас особенно важна, к тому же разведение редких животных обходится не дороже тех, которые еще многочисленны. На те же средства можно содержать, ска-

жем, исчезающего азиатского, а не обыкновенного пока африканского льва, амурского, а не бенгальского тигра. В настоящее время, кстати, в зоопарках мира амурских тигров содержится в три раза больше, нежели осталось в природе, и это бесценный генетический банк по поддержанию подвидов. Зоопарки уже спасли и продолжают спасать и другие виды и подвиды животных. Так, благодаря деятельности английских зоопарков спасен олень Давида и теперь возвращается в заболоченные леса Китая после многовекового отсутствия там. Пытаются вернуть в природу, правда пока безуспешно, гавайскую казарку, живущую сейчас во многих зоопарках мира. Только в неволе разводится последний вид диких лошадей — лошадь Пржевальского (сейчас их более 700 особей), для дальнейшего увеличения ее численности и реинтродукции в юго-западные районы Монголии — единственный резерват, в котором лошадь сохранялась до конца 60-х годов нашего века, разработана международная система мер.

Листая страницы как международной, так и региональных Красных книг, удивляешься обилию в них редких видов, над которыми нависла угроза исчезновения в ближайшее время. Ясно, что ни один самый крупный и лучший зоопарк не справится с разведением всех их, поэтому в последние годы зоопарки стали специализироваться на содержании и воспроизводстве отдельных групп животных или конкретных видов. В Московском зоопарке из млекопитающих отдается предпочтение некоторым копытным и кошачьим (собраны группы ирбисов, гепардов, манулов, их разводят и распределяют среди других зоопарков страны и мира), из птиц — утиным, журавлям, фазановым и хищным, из рептилий — ядовитым змеям (впервые в мире размножена среднеазиатская кобра).

Специализация хорошо оправдывает себя. Берлинский зоопарк совместно с рядом ведущих зоопарков США, Великобритании и других стран поддерживает искусственные популяции белого, или аравийского, орикса (семейство полорогих, отряд парнокопытных), золотого такина, человекообразных обезьян, гарпии — крупной хищной тропической птицы из семейства ястребиных — и других. Чтобы разводить определенные виды, животных нужно содержать большими репродуктивными группами: в среде сородичей более естественно поведение, поэтому удается выработать и поддерживать условия содержания, близкие к природным, а в результате добиться размно-

жения даже тех видов, которые чрезвычайно редко дают потомство в неволе.

Крайне необходима и связь между зоопарками по обмену «кровью», чтобы избежать вредных последствий близкородственного скрещивания. Это особенно важно при разведении животных из малочисленных искусственных популяций. Например, для сохранения генетического многообразия лошади Пржевальского обмениваются производителями зоопарки разных континентов, и наш Московский тоже. При специализации учитываются размеры зоопарка, особенности его расположения, характер местности. Так, в Московском зоопарке разводят водоплавающих птиц потому, что в нем есть четыре пруда (общей площадью 2,5 га); гористый ландшафт удобен для воспроизводства горных копытных. Несомненно, специализируя зоопарк, прежде всего нужно уделять внимание аборигенным животным: они приспособлены к местному климату, потому их можно круглый год содержать в открытых вольерах, не тратясь на строительство закрытых сооружений; для аборигенов легче подобрать рацион. К сожалению, сейчас редкий вид уже не значит — экзотический, в каждой климатической зоне найдется немало животных, для которых зоопарк может стать последним убежищем.

Изучению и сохранению редких животных придается столь серьезное значение, что при многих зоопарках созданы научно-исследовательские институты. Таков зоопарк в Сан-Диего (США), сафари-парк в Двур Кралоуе (Чехословакия), Берлинский зоопарк (ГДР) и другие. Исследования ведутся с применением самых современных методов и оборудования; для сбора, обработки и хранения информации используются ЭВМ. Уже созданы банки данных о составе коллекций различных зоопарков, генеалогические древа редких видов. Существуют также банки замороженных половых продуктов животных редких видов, которые используются для искусственного осеменения, для получения и трансплантации зиготы. Одни научные центры специализируются на изучении рационов, другие — на ветеринарных проблемах. Почти ежегодно собираются международные симпозиумы и конференции по различным научным аспектам в зоопарках.

Как же у нас обстоит дело с наукой? В Московском зоопарке в 1979 г. был создан отдел научных исследований, в котором работало 13 сотрудников. Временные лаборатории были размещены в деревянной сборной конструкции, но находятся

там и по сей день, поскольку капитальных строений, пригодных для работы отдела в зоопарке, по-прежнему нет. Но несмотря на дефицит помещений и оборудования, как часто у нас бывает — на голом энтузиазме, специалисты научного отдела совместно с сотрудниками зоологических секций изучают поведение животных в неволе, разрабатывают рационы, методы стимуляции размножения и многое другое. И, надо сказать, работа идет небезуспешно: разведены орангутаны, более 20 видов амфибий (бесхвостая амфибия — сирийская чесночница — возвращена в природу), началась, тоже требующая предварительного изучения, работа по организации экспозиции грызунов, беспозвоночных и морских животных. С итогами научной деятельности зоопарка можно подробно ознакомиться по специальной литературе¹, здесь же мы очень кратко расскажем об орнитологических исследованиях, поскольку один из авторов (В. А. Остапенко), будучи орнитологом, много лет работал в зоопарке.

Московский зоопарк специализируется на разведении птиц четырех эколого-систематических групп — водоплавающих, курообразных, журавлей и аистов, а также хищных птиц и сов. Разработке научно-методических основ разведения предшествовала большая подготовительная работа. Нужно было подобрать пары и репродуктивные группы каждого вида птиц; создать для них оптимальные условия для размножения, организовать инкубаторную станцию; обеспечить кормами в соответствии с энергетическими и биологическими потребностями, освоить технологию их приготовления и способов подачи птицам; наладить ветеринарное обслуживание. Заметим, что ветеринары разработали методы диагностики, лечения и профилактики инфекционных, гельминтозных и незаразных заболеваний охотничье-промысловых птиц. Для этого им пришлось не только изучить болезни, которыми птицы страдали во время многолетних наблюдений, но и проанализировать архивные материалы по заболеваемости и падежу фазановых, тетеревиных и гусеобразных за последние 15 лет.

Благодаря длительной работе в 80-х годах начали давать потомство несколько видов хищных птиц, правда, только бородачи приносят приплод ежегодно, у птиц дру-

¹ Остапенко В. А., Ивлева И. П. Организация и результаты научно-исследовательской работы в Московском зоопарке на современном этапе // Зоопарки в системе природоохранного просвещения в СССР. М. 1987. С. 149—165.



Приходите чаще.

гих видов появились лишь первые птенцы. Среди них упомянем кумая, которого удалось размножить только в двух зоопарках мира — Берлинском и Московском; белоплечего, или тихоокеанского, орлана — его птенцов, выведенных в неволе, не имеет ни один другой зоопарк².

Разведением журавлей и аистов Московский зоопарк занимается совместно с Окским государственным заповедником и Международным фондом охраны журавлей. Из 10 видов (13 подвидов) этих птиц сформированы репродуктивные пары шести видов, но пока выводят птенцов лишь три — даурские, японские и индийские журавли.

Помимо разведения редких видов орнитологи зоопарка занимаются синантропизацией — образованием популяций гусеобразных, живущих на прудах Москвы. В ходе исследований выяснилось, что такие популяции можно создавать двумя путями: искусственно инкубировать яйца и вырастить птенцов в инкубаторе, а потом выпустить

в пруды (птицам подрезают маховые крылья, чтобы за время, пока отрастут новые, они смогли приспособиться к городским условиям); организовать размножающуюся нелетную группу, в которой птенцы вырастали бы под родительской опекой (при этом в подрезке крыльев молодым птицам нет необходимости). Можно также подкладывать яйца одних птиц в гнезда других родственных видов, но такой путь не всегда удачен. Тем не менее именно так образованы группы кряквы и гоголя, лебедей (шипун и черного) и гусей (горного и серого). Сейчас на прудах Москвы можно встретить гоголя, огаря, пеганку, хохлатую чернеть, красноносого и красноголового нырков. Интересно, что нырковые утки сохраняют способность к сезонным миграциям, на территории зоопарка они только размножаются.

Кроме перечисленных птиц, встречающихся в отечественной фауне, на московских водоемах акклиматизированы «инородцы» — австралийские черные и южноамериканские черношейные лебеди, нильские гуси, ряд видов экзотических уток Азии, Африки и Южной Америки.

Исследовательская работа в зоопарке связана также с domestикацией, точнее с ее начальной стадией — размножением в нево-

² Остапенко В. А., Перерва В. И., Шурьгина Т. И., Рыжов С. К. Первая удача // Природа. 1988. № 12. С. 97—99.



Дом крокодилов и коалибри [Берлинский зоопарк].

Крупные попугаи живут на свободе [Берлинский зоопарк].

Почти на воле [Берлинский зоопарк].

ле в нескольких поколениях. Не секрет, что такие животные легче дают потомство в зоопарке, чем отловленные в природе. Но разводя их таким образом, зоопарки как хранители генфонда должны содержать виды «в чистоте», т. е. не допускать гибридизации даже подвидов (кроме исключительных случаев), а, проводя селекцию, сохранить природный, или дикий, фенотип. Следовательно, селекция требует строгого контроля, поскольку при размножении в неволе ослабевает действие стабилизирующего отбора и в результате выживает больше, чем в природе, форм, отклоняющихся от дикого фенотипа.

Необходим и контроль за формированием нормального поведения птиц, связанного с репродуктивными функциями. Нередко искусственное выращивание молодняка приводит к импринтингу птиц на другие виды и даже на человека. В зоопарке бывали такие «репродуктивные» пары, как серебристая чайка — белый аист, гоголь — африканская желтоклювая кряква, а лебедь-кликун и обыкновенная цесарка признавали своим брачным партнером только человека, не обращая никакого внимания на птиц своего вида. Чтобы птицы со столь жестким импринтингом размножались в зоопарке, необходимо искусственное осеменение.

Если выращивать птенцов без родителей, следует создавать группы одного или близких видов, либо содержать вблизи взрослых своего же вида.

Известно, что есть птицы, как бы predisposed к размножению в неволе и наоборот — с трудом дающие там потомство. Для таких нужно найти решающий фактор или факторы, которые способствовали бы воспроизводству. Ими могут быть специфические условия содержания, строго определенный фотопериод, отсутствие стрессов. Выявить стимулирующие факторы — задача исследователей зоопарка, и, оказывается, довольно простая: одни стимулы могут быть общими для птиц разных систематических групп, другие различаются даже внутри рода.

В РАСЧЕТЕ НА КУЛЬТУРУ И НРАВСТВЕННОСТЬ

Третья функция зоопарков — рекреационная. Она особенно важна в крупных городах, где в зоопарках посетители могут не только приобщиться к знаниям о животных, но и отдохнуть среди зелени вдали от городского шума и смога. Мы не знаем, часто ли бывают москвичи в зоопарке, а жители Берлина любят посещать





Помогут ли пожертвования!

свой зоопарк; купив недорогой абонемент, они могут бывать там ежедневно. На таких зеленых аллеях мы часто встречали родителей с маленькими детьми и пожилых людей, пришедших подышать свежим воздухом (в население Ясенева боится потерять «легкие» города!).

Мы не раз упоминали здесь Берлинский зоопарк как хороший пример во всех отношениях. А ведь он сравнительно молод, ему всего 35 лет. Кстати, история его создания тоже поучительна. По многочисленным просьбам жителей Восточного Берлина в 1955 г. городские власти выделили около 140 га на окраинных пустырях, строительство велось на средства от пожертвований населения. Это было тяжелое время восстановления хозяйства после войны, но строились не временки, а капитальные сооружения, применялись такие дорогостоящие материалы, как гранит, использовались новейшие достижения зоопарковской архитектуры. Строили на века, и это окупилось сторицей.

Капитальные же сооружения Московского зоопарка из кирпича и железобето-

на живут не более 2—3 десятилетий. Так, обезьянник, построенный в 1971 г., уже несколько лет находится в аварийном состоянии, из-за ошибок в проектировании здания обезьяны вскоре лишились естественного света — стекла в «фонаре» были постепенно заменены непрозрачными материалами, протечка крыши вызвала коррозию опорных металлоконструкций. Некачественное строительство, долгострой привели к тому, что капитальные строения разрушаются скорее, чем восстанавливаются или перестраиваются. Уж если из-за протеста жителей Ясенева против строительства для нового зоопарка не находится места, необходима срочная реконструкция ныне существующего.

Судя по мировому опыту, хорошим может быть и небольшой зоопарк, главное — рационально спланировать территорию, обеспечить прекрасный уход за животными, высококвалифицированное ветеринарное обслуживание. Одними из лучших в мире справедливо считаются, например, зоопарки Франкфурта-на-Майне и Лондона, хотя они меньше Московского. Зоопарк Дрездена (площадь 13 га) славится отличной коллекцией приматов — от полуобезьян до человекообразных (многие успешно размножаются), каким-то особенно человеческим

отношением к животным и прекрасными условиями для их жизни. И вот результат: около 1,5 млн человек в год посещает этот зоопарк, а жителей Дрездена немногим больше полумиллиона. Сравним: в нашей столице живет более 8 млн человек, в Московский зоопарк приходят чуть больше 3.

Культура зоопаркового дела в той или иной стране зависит от общей культуры народа; состояние зоопарка и поведение в нем посетителей — хороший ее показатель. Проблема всех этих учреждений — кормление животных посетителями, от которого нередко болеют и погибают ценнейшие экземпляры. Таблички с запретами, увещевания по радио, угроза штрафов не всегда действительны. Люди кормят животных из самых благих побуждений, из потребности в общении с ними или считая, что тем не хватает пищи. В некоторых зоопарках все это учитывается: продаются комбинированные корма (существуют даже автоматы для их продажи) с указанием, для каких животных они предназначены. Если в зоопарке есть птицы (или другие животные), которые свободно гуляют по газонам, дорожкам парка, плавают в прудах, посетители переносят свои заботы на них. Это хороший способ отвлечь людей от кормления других животных. Можно убедить посетителей, что обитатели зоопарка получают полноценную разнообразную пищу — открыть для обозрения кормовые кухни, заменив одну из ее стен витринным стеклом.

Высокая культура ухода за животными возникает там, где серьезно относятся к подготовке кадров для зоопарков. В нашей стране до сих пор нет для этого специализированных учебных заведений. Зоотехникам, зооинженерам, ветеринарным фельдшерам и врачам, которых готовят сельскохозяйственные техникумы и вузы, приходится переучиваться, чтобы работать в зоопарке. У нас не обучают и так называемый обслуживающий персонал, а в ГДР, например, подготовкой кадров и аттестацией занимаются ведущие зоопарки страны, проводятся квалифицированные экзамены. Служащие по уходу за животными имеют несколько категорий (они различаются и

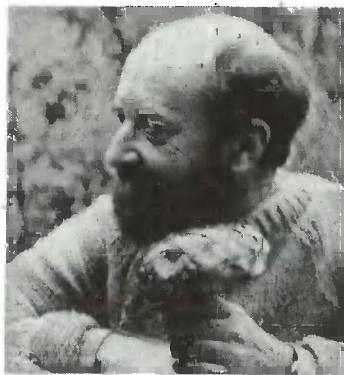
оплатой), мы насчитали по крайней мере шесть ступеней профессионального роста работника зоопарка. Представляя сотрудников, нам с гордостью говорили: «мастер по уходу за животными», «прошел квалификацию взрослых», «проходил квалификацию в школе мастеров». В ГДР это довольно престижная профессия, но знать и уметь нужно многое. Помимо теоретических вопросов на экзаменах нужно показать умение в составлении кормовой смеси, в подрезании копыт и т. д.

Хочется верить, что поправятся дела и в Московском зоопарке, будет реконструирован старый, но появится и новый, отвечающий всем современным требованиям. Старый останется методическим и учебным центром, а в новом развернутся работы по спасению редких и исчезающих видов со всеми необходимыми для природоохранной деятельности исследованиями. И конечно же, сюда устремятся посетители.

Должны с огорчением отметить, что таких зоопарков, как Московский, у нас большинство — из 32 только 5—6 можно отнести к хорошим. Беды у всех общие. Нам представляется, что нужны кардинальные перемены — без них и пожертвования, идущие в открытый недавно фонд помощи зоопаркам, лишь немного улучшат современное состояние. Необходимо перевести зоопарки из подчинения Министерству культуры СССР в систему Государственного комитета по охране природы, придать им статус научных учреждений с присвоением категорий, подобно научно-исследовательским институтам. Необходима комплексная программа научных исследований, которая координировала бы специализацию зоопарков по спасению тех видов, которым грозит быстрое исчезновение в природе. Эта программа должна дополнять аналогичные направления исследований в заповедниках и национальных парках всей страны.

Зоопарки — природоохранные учреждения, в которых посетителей бывает больше, чем во всех остальных вместе взятых, это наиболее массовая школа экологического и нравственного воспитания. Это должен помнить и каждый из нас, и все наше общество.

А.Г. Гамбурцев **РИТМЫ В ЖИЗНИ ЗЕМНОЙ КОРЫ**



Азарий Григорьевич Гамбурцев, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник Института физики Земли им. О. Ю. Шмидта АН СССР. Область научных интересов — сейсмический мониторинг земной коры в связи с проблемами современной геодинамики и экологии.

ПОРОДЫ земной коры испытывают непрерывные изменения: меняется их напряженно-деформированное состояние, насыщенность флюидами, степень раскрытия трещин и т. д. При землетрясениях все эти изменения очень интенсивны. Обычные же — фоновые — вариации состояния пород земной коры малы. Их удается выявить лишь благодаря мониторингу, измеряя времена пробега упругих волн, относительное расположение геодезических реперов, уровень подземных вод и ряд других параметров.

Земная кора (и Земля в целом) является, как известно, открытой системой, обменивающейся с окружающей средой веществом и энергией¹. Подобно всем открытым системам, она способна самоорганизовываться и хаотизироваться. Одна из форм самоорганизации — ритмичность. Давно известен ритмический характер процессов осадконакопления и горообразования, вулканизма и сейсмической деятельности, тектонических движений, изменений напряженного состояния пород. Известно также, что периоды ритмических изменений разного рода геологических процессов могут составлять миллионы лет, годы, месяцы, сутки и даже часы. Говоря о природе ритмических процессов в литосфере, одни авторы связывают их с эндогенными (внутриземными) источниками энергии, другие рассматривают причины экзогенного характера: лунно-солнечные приливы, вариации солнечной активности и т. д.

В данной статье вопрос о причинах вариаций специально не обсуждается. Цель наших исследований — изучить фоновые вариации состояния пород земной коры во времени и роль ритмов в этих вариациях, а также оценить возможность прогнозирования будущих состояний.

ЧТО ПОКАЗАЛ ЭКСПЕРИМЕНТ?

Несколько лет на полигоне в Южном Таджикистане проводился сейсмический мониторинг, в ходе которого многократно из-

© Гамбурцев А. Г. Ритмы в жизни земной коры.

¹ Дискретные свойства геофизической среды / Под ред. М. А. Садовского. М., 1988; Кейлис-Борок В. И. Динамика литосферы и прогноз землетрясений // Природа. 1989. № 12. С. 10—18.



Нурекское водохранилище — пример воздействия человека на природную среду, в том числе на земную кору. В результате его создания вблизи водохранилища изменился сейсмический режим.

↑ Фото автора.

Ущелье р. Варзоб. Здесь проходит Южно-Гиссарский глубинный разлом, который пересекался сейсмическими волнами на пути из пункта возбуждения [оз. Чашмаангок] к пункту регистрации [пос. Шаамбары].



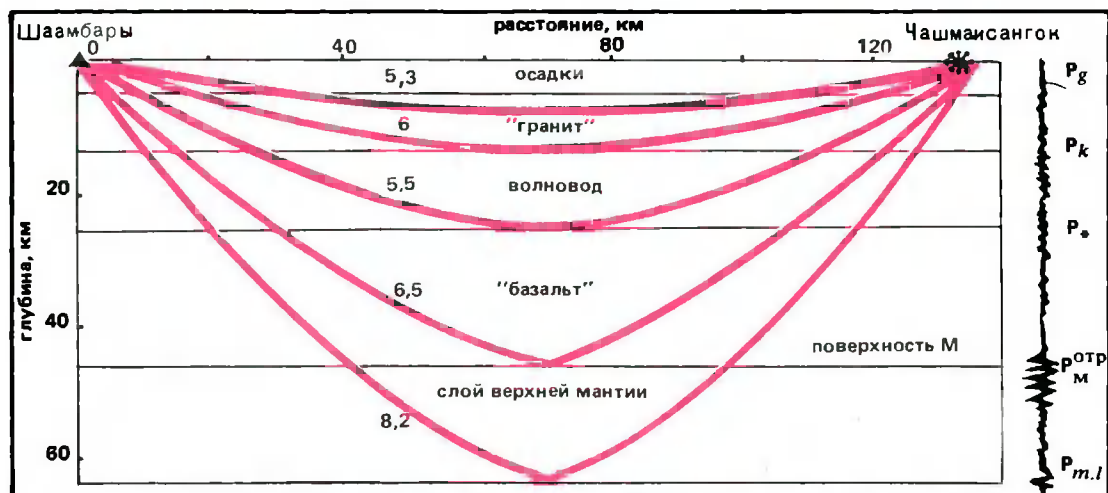


Схема распространения сейсмических волн при экспериментальных взрывах на полигоне в Южном Таджикистане (пункт взрыва — оз. Чашмаисангон, основной пункт приема — пос. Шаамбары). Колебания регистрировались как в отдельных точках, так и на небольших профилях — в скважинах и на земной поверхности. Траектории распространения сейсмических волн в разных слоях земной коры и верхнем слое верхней мантии обозначены цветными кривыми (числа — средние скорости распространения волн в слоях, км/с). Справа — фрагмент сейсмограммы для основных волн: P_g — волна, заходящая в «гранитный» слой, P_k , P_s , $P_m^{отр}$, $P_{m.l}$ — волны, отраженные от кровли волновода и «базальтового» слоя, поверхности Мохоровичича и границы внутри верхней мантии соответственно.

мерялись такие важнейшие сейсмические параметры, как времена пробега волн, их амплитуды и спектры². При этом были получены данные об изменениях скоростей волн в среде, ее поглощающих и рассеивающих свойствах.

Мониторинг велся методом сейсмического просвечивания, предложенным Г. А. Гамбурцевым³ еще в 1949 г. и развитым впоследствии В. И. Мячкиным, А. В. Николаевым и др.⁴ Суть этого ставшего классическим метода заключается в том, что сейсмические волны, возбужденные контролируемым источником (вибратором, пневмоизлучателем, взрывом и т. д.), проникают в различные слои Земли, преломляются и отражаются

там и затем выходят на земную поверхность, где регистрируются в отдельных точках или группах точек. На полученных сейсмограммах можно выделить волны, связанные с разными границами земной коры, определить время их пробега и другие параметры. Многократно повторяя просвечивания, составляют временные ряды, которые затем обрабатывают на ЭВМ. (Чтобы представить эти ряды в виде графиков, по одной оси откладывают время, а по другой — значения параметра, характеризующего состояние среды.)

Придавая большое значение воспроизводимости актов сейсмического просвечивания, мы старались во время наших экспериментов максимально стабилизировать условия возбуждения колебаний. В частности, при взрывах заряды помещали в строго фиксированных точках в необитаемых озерах: в глубоком оз. Искандеркуль их подвешивали в воде, а в мелком оз. Чашмаисангон — укладывали на дно, где их покрывал мощный слой ила. В результате получены записи, отличия которых отражают изменения в среде, а не огрехи эксперимента.

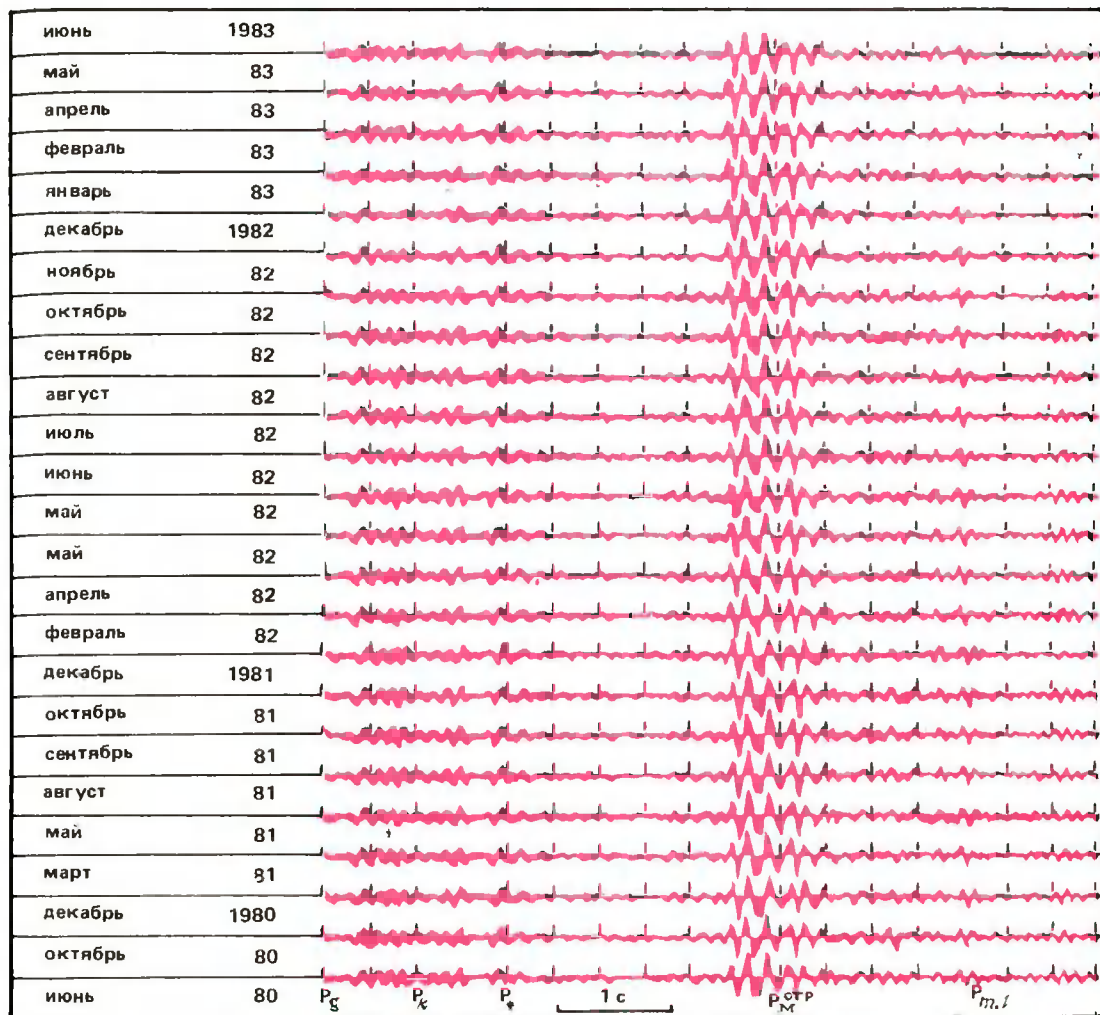
По данным мониторинга составлены и обработаны десятки временных рядов, построенных для разных слоев земной коры и разных параметров⁵. Оказалось, что каждый ряд характеризуется своим набором периодов, но в целом преобладают периоды, близкие к 180, 360, 450 и 700 сут. (Подобные периоды отмечались и другими исследователями.) Обнаружены и вариации времени пробега волн с периодом около 1 мес. Эти изменения, выявленные автором совместно

² Работы проводились совместно ИФЗ АН СССР и Южной геофизической экспедицией Управления геологии ТаджССР. Основные результаты изложены в монографиях: Сейсмический мониторинг земной коры. М., 1987; Сейсмическое просвечивание очаговых зон. М., 1983.

³ Гамбурцев Г. А. Избр. тр. М., 1960.

⁴ Мячкин В. И. Процессы подготовки землетрясений. М., 1978; Николаев А. В. Сейсмика неоднородных и мутных сред. М., 1973.

⁵ Обработка проводилась на ЭВМ по методике сотрудника ИФЗ АН СССР С. И. Александрова.



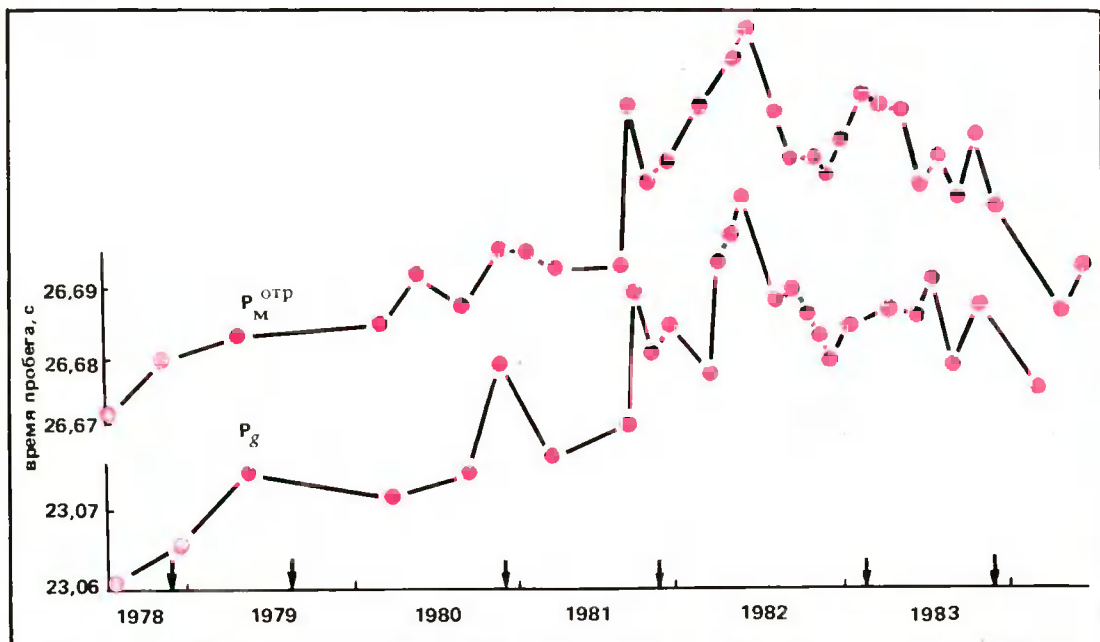
Сейсмограммы на профиле Чашмансангон — Шаамбары (слева — дата пресвечивания). Четко выделяются волны, которые связаны с границами, показанными на предыдущем рисунке. Приведенные записи — результат усреднения для разных глубин регистрации (1300, 1400 и 1500 м) и разных взрывов (6—10 примерно за 20 сут). Записи повторяются в деталях, благодаря чему можно проследить тонкие изменения не только самих волн, но и их отдельных фаз. Момент взрыва фиксировался до миллисекунд, что позволяет с высокой точностью определять время пробега. По разностям времен регистрации волн удается следить за изменениями времени пробега волн в отдельных слоях.

с А. В. Кулагиным, достигают 1 %. Вероятнее всего, они связаны с лунными фазами, однако величина 1 % чрезмерно велика: если принять, что при смене лунных фаз давление в горных породах изменяется на 0,01 атм, то скорость и время пробега волн должны меняться всего на 0,01 %, т. е. на два по-

рядка меньше, чем в эксперименте. Причину этого несоответствия еще предстоит выяснить.

В целом же эксперименты показали, что ритмические вариации исследовавшихся нами параметров существуют. Правда, во многих случаях имеют место сравнительно большие отклонения от средних величин, но при вычитании доминирующих гармоник временного ряда большинство из них исчезает.

Помимо собственных экспериментальных данных нами обрабатывались временные ряды для разных параметров, фиксировавшихся другими исследователями на протяжении многих лет. Например, мы обработали серию сравнительно длинных рядов, в основе которых лежит наиболее популярный в сейсмологии параметр — отношение скоростей продольных и поперечных волн V_p/V_s . Вы-



Временные ряды для времен пробега волн, отраженных от поверхности Мохоровичича ($P_{отр}$) и заходящих в «гранитный» слой (P_g). Максимальные вариации времен пробега достигают 50–70 мс, что определяется, скорее всего, осадочной толщей. Судя по форме кривых, это фрагменты длиннопериодных (6–7 лет) вариаций, на которые накладываются годовичные вариации. Стрелками показаны наиболее сильные землетрясения в регионе.

явилась четкая тенденция увеличения амплитуды периодических вариаций этого параметра: самая большая амплитуда соответствует периоду около 11 лет, затем в порядке уменьшения амплитуд следуют периоды 6–7 лет, 2–3 года, 12–14 мес и 6 мес.

Характерно, что разным объемам земной коры могут соответствовать разные наборы гармоник. Объясняется это, видимо, тем, что каждый слой живет своей тектонической жизнью, хотя возможны и какие-то общие черты. Так, одинаковые для разных слоев периодичности могут не совпадать по амплитудам, иметь фазовые сдвиги.

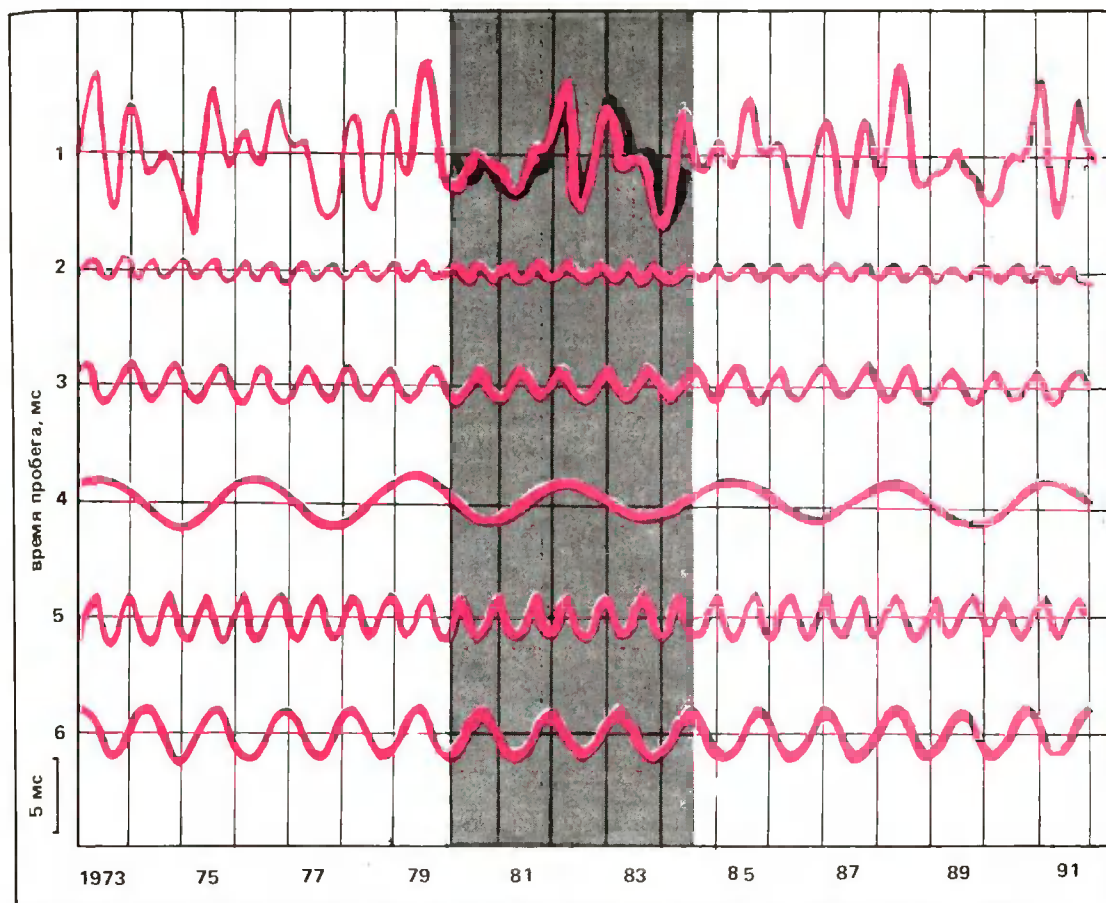
Кроме того, полученные нами результаты показывают, что ритмические вариации параметров сами изменчивы во времени (меняются их периоды, амплитуды, фазы), что ритмический процесс может смениться хаотическим и обратно. Это еще одно подтверждение идеи о способности геологической среды к самоорганизации и хаотизации. Самоорганизация заключается в установлении относительного порядка, в нашем случае — ритмичности какого-либо процесса. При этом

некоторое время существует одна или несколько периодических его составляющих. Хаотизация проявляется в нарушении ритмичности процесса, беспорядочном его изменении. Со временем вновь воцаряется порядок, но он может быть не похож на прежний. Смены порядка и хаоса приходится на некоторые переломные моменты (моменты бифуркации).

АНОМАЛИИ НА ФОНОВОЙ КРИВОЙ

Структура временных вариаций напряженного состояния среды и отражающих его геофизических параметров обусловлена эндогенными и экзогенными периодическими воздействиями на среду с разными периодами, фазами и амплитудами. При их наложении друг на друга амплитуда сигналов то возрастает (конструктивная суперпозиция), то убывает (деструктивная суперпозиция). Аномально большие отклонения от среднего, возникающие при конструктивной суперпозиции, иногда считают в сейсмоактивных районах предвестниками землетрясений. Но давно уже замечено, что бывают землетрясения без предвестников и предвестники без землетрясений⁶.

⁶ Долбилкина Н. А., Мячкин В. И. Вариации времен пробега продольных сейсмических волн в фоновых зонах у берегов Камчатки // Сейсмическое просвечивание очаговых зон и прогнозы землетрясений и геодинамике. М., 1979. С. 8–25.



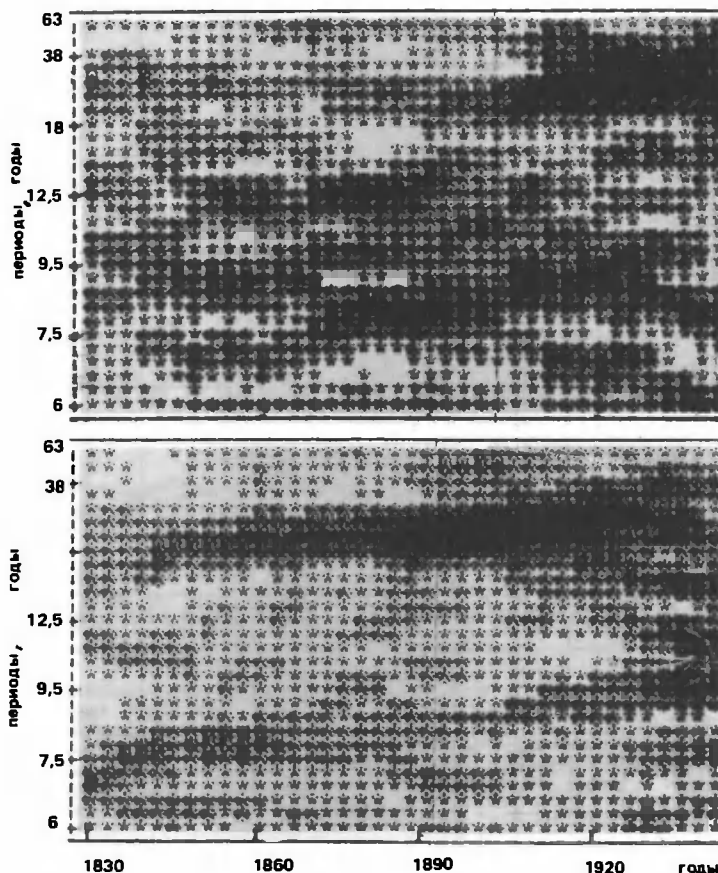
Экспериментальный временной ряд (черная кривая) для времен пробега продольных волн в слое-волноводе, полученный за 1980—1984 гг. (данный интервал показан серым цветом). Преобладающие гармоники ряда (кривые 2—6) выделены спектральным анализом; синтетический временной ряд (кривая 1) получен суммированием периодических составляющих, продленных в прошлое и будущее. Видно, что суперпозицией можно объяснить как «спокойные», так и «аномальные» части графика, хотя и те, и другие являются всего лишь фоном. С «аномальными» интервалами связаны наиболее сильные и близкие землетрясения (с наибольшими величинами расчетных деформаций). Однако, суммируя гармоники, не всегда удается предсказать поведение временного ряда, поскольку характер процесса может измениться.

Сначала — о предвестниках без землетрясений. Одним из предвестников до сих пор считаются так называемые «бухты» — аномалии временных рядов V_p/V_s . Они сводятся к слабому росту величины V_p/V_s , затем довольно резкому ее спаду и последующему росту до прежнего значения. Именно во время этого роста в ряде случаев происходят землетрясения. Но в действительности «бухты» — всего лишь фрагменты фо-

нового временного ряда с четко выраженной конструктивной суперпозицией гармоник. После вычитания доминирующих гармоник временного ряда аномалии резко уменьшаются или даже исчезают.

Такие аномальные отклонения, как «бухты», способны указывать на наиболее сейсмоопасные интервалы времени, когда для возникновения землетрясения достаточно небольшого избыточного воздействия (именно поэтому к данным фрагментам временных рядов могут быть приурочены сейсмические события). Вместе с тем на фоновой кривой могут появиться и подлинные предвестники, которые нельзя объяснить суперпозицией разных ритмов: они аперiodичны и не исчезают после вычитания доминирующих гармоник. Можно предположить, что такие аномалии появляются в те интервалы времени, когда фоновая кривая максимально отклоняется от средней. И чтобы их зафиксировать, необходимо в эти интервалы повышать частоту опроса.

Разумеется, все это относится к сейс-



Спектрально-временные диаграммы вариаций числа извержений вулканов в Северном (вверху) и Южном полушариях. Такие диаграммы — результат спектрального анализа отрезков временного ряда в скользящем временном окне [в данном случае его продолжительность 63 года]. Максимальные зачернения на диаграммах соответствуют средним значениям 8,2 извержений [в Южном полушарии] и 8,7 [в Северном]. В Южном полушарии максимальные зачернения повторяются с периодами от 18 до 38 лет, а сами периоды возрастают со временем. Заметна устойчивость ритмического процесса, начавшегося около 1840 г. и длившегося более 100 лет. Примерно с 1930 г. картина

резко меняется: основной процесс ослабевает и возникают дополнительные ритмы с периодами, близкими к 50, 14, 10 и 9 годам, а также 7,5 и 6 годам [с меньшей амплитудой]. Иными словами, до 1930 г. процесс в Южном полушарии отличался относительной упорядоченностью, а затем стал хаотичным. В Северном полушарии периодичность сравнительно большой амплитуды [период 20—40 лет] отмечается лишь с 1900 г., но и она существует наряду с другими ритмами. Таким образом, процесс в Южном полушарии в целом упорядоченнее, чем в Северном. Возможно, это связано с более компактным расположением там вулканов.

мичным областям, где среда неустойчива и неравновесна. В таких областях возможны зацепления блоков и их консолидация, ведущие к аномальному росту напряжений и в отдельных случаях к землетрясениям⁷. Прогнозировать аномальные участки фоновой кривой можно, вероятно, лишь для тех интервалов времени, в которые изменения состояния среды упорядочены (ритмичны).

⁷ Добровольский И. П. Механика подготовки тектонического землетрясения. М., 1984.

Задача прогнозирования решалась бы просто при отсутствии хаотизации. В этом случае она сводилась бы к определению доминирующих периодических составляющих, их экстраполяции в будущее и составлению синтетических временных рядов путем суммирования гармоник. Однако из-за чередования упорядоченности и хаоса далекие по времени аномалии прогнозируются с меньшей вероятностью, чем близкие. Кроме того, моменты бифуркации заранее неизвестны. Все это ограничивает возможности прогноза.

Думается, здесь должен помочь анализ серий временных рядов, различающихся либо параметрами, либо исследуемыми фрагментами среды (упорядоченные ритмические процессы в таких рядах могут начинаться и заканчиваться в разное время).

Теперь кратко остановимся на землетрясениях без предвестников. Скорее всего, предвестники все-таки есть, но на временных рядах они не проявляются: те несовершенные системы наблюдений, которыми мы располагаем, не позволяют их обнаружить. Во-первых, сейсмические волны, пришедшие к точкам регистрации, не обязательно проходят через зону подготовки землетрясения. Во-вторых, просвечиваются довольно большие объемы среды: десятки и сотни километров в поперечнике. Но состояние среды в каждом малом объеме меняется в своем собственном режиме, и при просвечивании некоторого большого объема, содержащего серию малых, изменяющихся по индивидуальным режимам (зачастую несовпадающим), может произойти частичная компенсация эффекта.

О прогнозе землетрясений по аномальным участкам фоновых кривых пока говорить трудно. Скорее всего, усилия следует направить на комплексные режимные наблюдения, контролирующие малые объемы среды (километры и меньше). Необходимо также, используя геофизические, геодезические и другие наблюдения, научиться прогнозировать интервалы времени, к которым приурочены аномальные изменения состояния среды, проявляющиеся в конструктивной суперпозиции гармоник. В эти промежуточные времена и следует искать собственно предвестники.

ЗАЧЕМ ЭТО НУЖНО?

Какова польза от изучения вариаций состояния пород земной коры? Казалось бы, эти изменения слишком малы. Имеют ли они какое-то значение?

Есть три круга задач, для которых это очень важно.

1. Прогноз землетрясений, которому уделяется много внимания в научной и научно-популярной литературе⁸. Некоторые соображения по этому поводу высказаны выше.

2. Изучение вариаций физического и экологического состояния среды, особенно с учетом растущего антропогенного воздействия: строительства АЭС и гидросоору-

жений, разработки месторождений нефти и газа. Возбужденные землетрясения на месторождениях углеводородов, в том числе в Татарии и Западной Сибири, настораживают, заставляют думать о геофизическом мониторинге на новых крупных месторождениях нефти и газа, а возможно, и на некоторых уже разрабатываемых. В принципе, такие работы следует начинать задолго до эксплуатации месторождений — тогда мы сможем измерить фоновые вариации состояния пород, на которые в дальнейшем накладываются антропогенные воздействия.

3. Поиск и разведка полезных ископаемых (особенно углеводородов), залежи которых зачастую приурочены к породам, изобилующим трещинами, порами и другими дефектами. Такие среды отличаются повышенной чувствительностью к внешним воздействиям. Можно надеяться, что сейсмический мониторинг применим и в случаях, когда традиционные методы сейсморазведки неэффективны, например для месторождений, залегающих в разбитых на блоки трещиноватых породах фундамента.

Использование сейсмического мониторинга при разведке месторождений углеводородов предложено А. В. Николаевым около 10 лет назад, но лишь недавно такие работы начались. В Западной Сибири на одном из месторождений обнаружены вариации времени пробега волн: на глубинах до 2 тыс. м в терригенных породах время пробега менялось за сутки на величину, достигавшую 1 мс, а за месяц — 2 мс (0,1 и 0,2 %). Возможно, длительные наблюдения позволят выявить большие вариации. Но и эти первые результаты важны, поскольку сейсморазведка часто проводится на одних и тех же участках многократно, а вариации времени пробега волн при этом не учитываются.

Ритмические изменения свойственны многим естественным процессам не только в литосфере, но и в биосфере, гидросфере, атмосфере. Судя по множеству публикаций, ритмично меняются уровень воды в водоемах, пластовое давление в нефтяных коллекторах, численность популяций пушных зверей и морских млекопитающих, количество заболеваний, урожайности и т. д. Изучение этих ритмов, их прогнозирование позволяют согласовать уровни и ритмы природопользования с уровнями и ритмами природных процессов.

⁸ См., напр.: С о б о л е в Г. А. Проблема прогноза землетрясений // Природа. 1989. № 12. С. 47—54.

А.П. Расницын

ИСТОРИЯ ПАЛЕОЭНТОМОЛОГИИ И ИСТОРИЯ НАСЕКОМЫХ



Александр Павлович Расницын, доктор биологических наук, заведующий лабораторией членистоногих Палеонтологического института АН СССР. Научные интересы связаны с эволюцией насекомых, исследованиями биоценозов и экосистем прошлого, методологией филогенетического исследования. Автор новой системы насекомых, а также нескольких общепалеонтологических концепций. Монографии: Происхождение и эволюция низших перепончатокрылых. М., 1969; Высшие перепончатокрылые мезозоя. М., 1975; Происхождение и эволюция перепончатокрылых насекомых. М., 1980. Сопавтор нескольких коллективных монографий, в том числе: Историческое развитие класса насекомых. М., 1980.

С УЩЕСТВОВАНИЕ науки об ископаемых насекомых вызовет у читателя, вероятно, только удивление и никакие ассоциации. А между тем возраст палеоэнтмологии на фоне действительно молодых наук можно назвать даже почтенным: с появления двух статей с описанием массового палеоэнтмологического материала энтомологом и минералогом из Галле Э. Т. Гермаром (E. Th. Germar, 1786—1851) прошло больше 150 лет, с публикации сводки по палеоэнтмологии первым профессиональным палеоэнтмологом А. Гандлиршем¹ — 82 года.

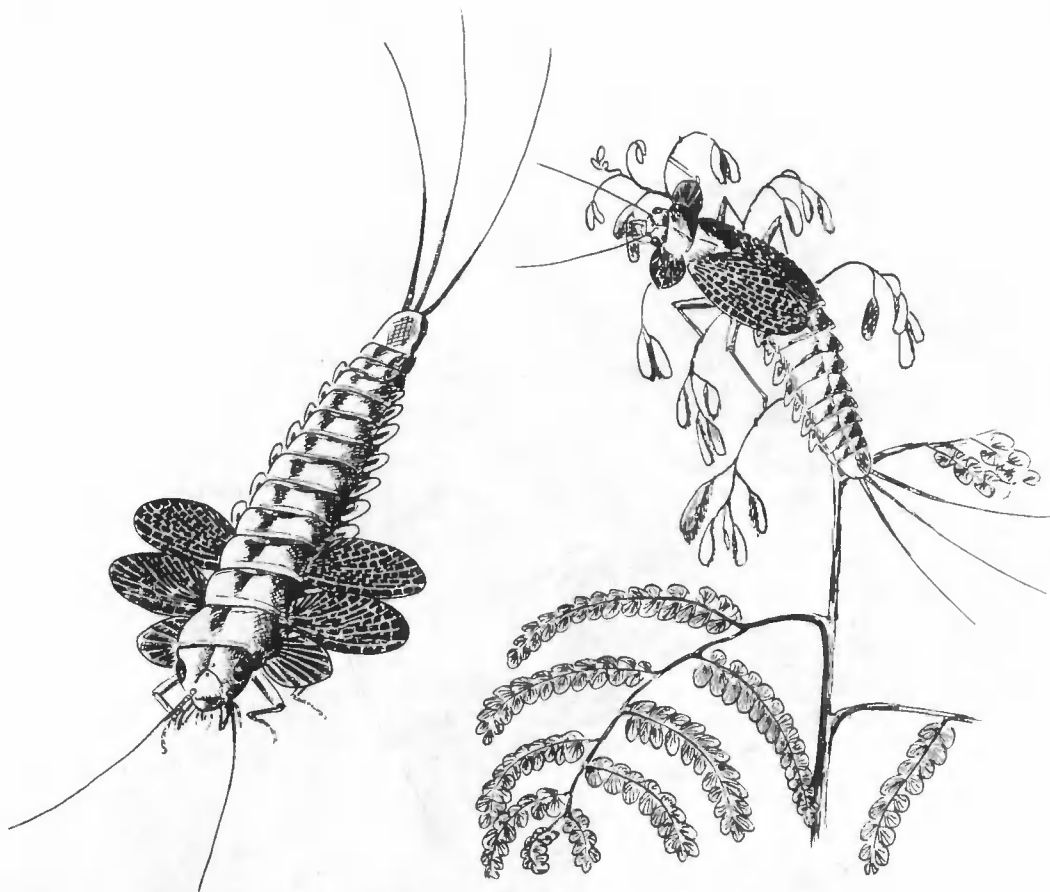
Дело, естественно, не в возрасте науки, а в том, что у палеоэнтмологии за плечами есть достижения, о которых стоит рассказать. Небезразлично и то, что в этой области наша страна, и в частности московская палеоэнтмологическая школа (основанная, правда, ленинградцем А. В. Мартыновым), занимает, бесспорно, лидирующее положение в мире уже почти три десятилетия, и серьезных конкурентов пока не видно. И не удивительно: лаборатория членистоногих Палеонтологического института АН СССР — за все времена единственный коллектив палеоэнтмологов, все остальные исследователи ископаемых насекомых работали и работают поодиночке. О работах лаборатории и пойдет речь, но начну с истории самой нашей науки.

ФАУНИСТИЧЕСКОЕ НАПРАВЛЕНИЕ

Ископаемые насекомые были известны человеку с древности (вспомним муху в янтаре), а первые научные названия они получили в 1776 г. Это были насекомые из четвертичных смол — копалов; более древних впервые поименовали с соблюдением признаваемых ныне правил номенклатуры существенно позже: третичных — в 1810, из балтийского янтара — в 1813, мезозойских (в

© Расницын А. П. История палеоэнтмологии и история насекомых.

¹ Handlirsch A. Die fossilen Insekten und die Phylogenie der rezenten Formen. Leipzig, 1906—1908.



Вероятно, такое насекомое с подвижными боковыми придатками, превратившимися в короткие крылышки, было переходной формой между бескрылыми чешуйницами и настоящими крылатыми насекомыми. Зачатки крыльев, видимо, помогали спастись от хищных многоножек, пауков и их сородичей, позволяли сокращать путь при кормлении спорангиями голосеменных растений, удерживали от падения.

Здесь и далее реконструкции А. Г. Пономаренко.

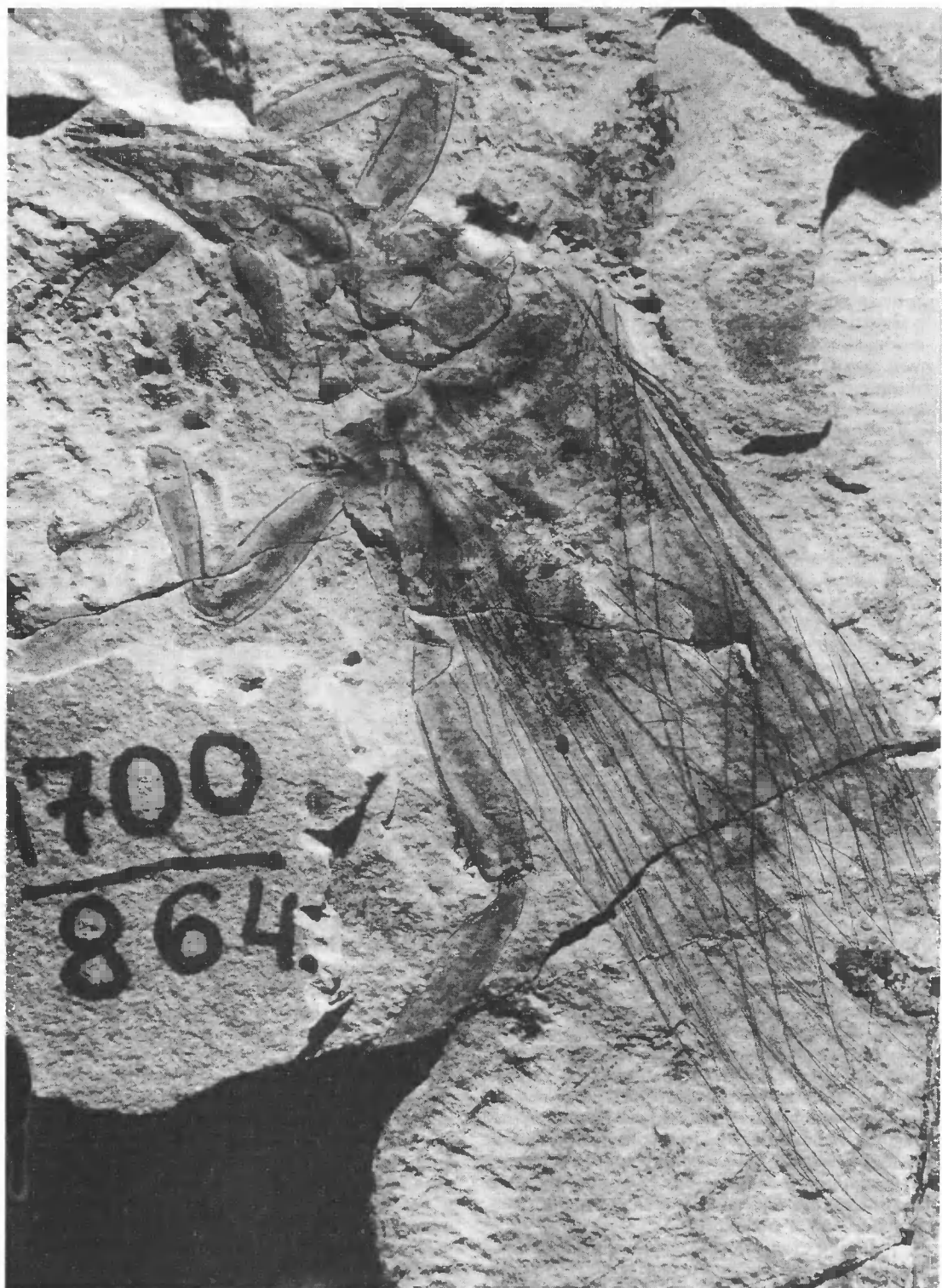
знаменитых юрских литографских известняках Зольнгофена) — в 1827 г.

Вначале, от Гермара до Гандлирша, ископаемых насекомых описывали преимущественно геологи и особенно палеоботаники как попутный, экзотический материал. Учитывая чудовищное разнообразие насекомых (больше половины числа видов живых организмов) и сложность их идентификации даже по современному материалу, легко понять, что большинство описаний того времени не позволяет установить, чей остаток исследователь держал в руках.

Далее стали задавать тон профессионалы-одиночки, хотя геологи и палеоботаники тоже не прекращали своей деятельности во

благо палеозентомологии. Профессионалов было немного, около десятка, но они определяли уровень исследований, к которому в большей или меньшей степени подтягивались как непрофессионалы, так и специалисты по разным группам современных насекомых (неонтологи), также начавшие все активней участвовать в изучении ископаемых.

Все профессионалы начинали как энтомологи-неонтологи. Уже первый из них, упоминавшийся Гандлирш, оставил весьма заметный след в развитии палеозентомологии и энтомологии в целом. Его сводки по ископаемым насекомым содержат полный каталог, а для палеозоя и мезозоя также описания и рисунки почти всех известных в то время находок. Одновременно он подготовил, помимо других своих трудов, обобщающие разделы по различным областям общей и частной энтомологии для широко известных своей фундаментальностью многотомных руководств по зоологии (В. Кюкенталья) и энтомологии (Х. Шредера). Конечно, уровень описаний и изображений ископаемых



в книгах Гандлирша нас уже часто не устраивает, но в те времена это был прочный фундамент новой науки, да и нынешнее поколение палеозентомологов не выпускает из рук его книг.

Вслед за Гандлиршем вымершими насекомыми всерьез занялись американец Т. Д. Э. Коккерел (T. D. A. Cockerell, 1866—1948), австралиец Р. Дж. Тильярд (R. J. Tillyard, 1881—1937), наш соотечественник А. В. Мартынов (1879—1938) и последний из классиков, ныне здравствующий профессор Гарвардского университета Ф. М. Карпентер (F. M. Carpenter). Самый плодовитым из них был, бесспорно, Коккерел, оставивший фантастическое число публикаций (3904), причем не только по палеозентомологии. Однако среди этого изобилия нет обобщений, а качество описаний невысоко.

Другие исследователи работали основательнее, и в 30-х годах заметно выросло качество описаний и иллюстраций, появились новые обобщающие работы по палеонтологии и эволюции отдельных групп, а иногда и всего класса насекомых. Однако главным направлением палеозентомологических исследований оставалось, как и до Гандлирша, фаунистическое: описывались насекомые какого-либо района или отдельного местонахождения, и затем (или попутно) обсуждалось, что это дает для понимания возраста отложений и условий того времени. Лишь во вторую очередь рассматривались вопросы эволюции ископаемых насекомых. Такой подход вообще характерен для палеонтологии, особенно палеонтологии беспозвоночных, традиционно ориентированной на нужды геологии, для которой определение возраста и условий образования осадочных пород — одна из первейших обязанностей.

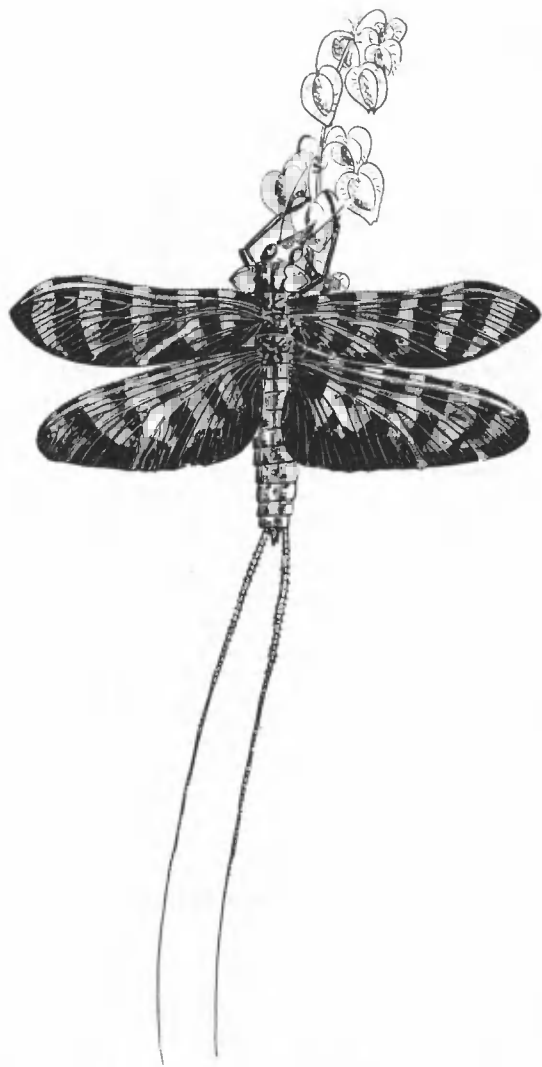
Фаунистическое направление поддерживалось также нехваткой материала для исследований: если имеющиеся коллекции были в основном описаны, то новые сборы из каждого конкретного местонахождения или их группы обрабатывались последовательно, по мере их поступления. Стратегия логичная, опробованная десятилетиями и поныне доминирующая в палеонтологии бес-

позвоночных и палеоботанике. Но в применении к насекомым ее возможности ограничены из-за многообразия этой группы. Дело даже не в том, что невозможно хорошо описать все группы ископаемых насекомых, что нужно ограничиться, скажем, одним отрядом (прямокрылые ли, т. е. кузнечики со сверчками и кобылками, стрекозы ли, бабочки, жуки, и т. д.) или еще более мелкими группами — подотрядами, семействами — в разных случаях по-разному. Прежде всего нужно собрать побольше материала по какой-либо группе и хорошо разобраться в нем, выявить естественные группировки, отношения между ними и связи с гораздо лучше известными современными насекомыми. Сравнение ископаемых и современных насекомых задает уровень анализа — чем теснее связи, тем тоньше должен быть анализ и богаче арсенал используемых признаков. Именно поэтому большинство профессионалов-одиночек охотнее работали с древними, палеозойскими фаунами, наименее сходными с современными (около половины палеозойских отрядов насекомых и практически все семейства вымерли). Исключением был Коккерел, предпочитавший описывать молодых, кайнозойских насекомых, естественно, в своих описаниях он часто ошибался, несмотря на хорошее знание насекомых. Назревала необходимость специализации палеозентомологов.

«УЗКАЯ» СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ

Что универсализм в палеозентомологии нерационален, по-настоящему понял, видимо, только самый глубокий из исследователей-одиночек, А. В. Мартынов. Признанный специалист по современным насекомым — ручейникам и ракам-бокоплавам, автор быстро завоевавшей мировое признание (и сохранявшей его минимум полвека) новой классификации насекомых и схемы их эволюции, он пришел в палеозентомологию в середине 20-х годов, чтобы проверить и уточнить свои схемы. Но настолько глубоко оценил ситуацию, что уже через десять лет, лишь только появилась возможность основать палеозентомологическую лабораторию, бросил все — любимый Ленинград, любимый Зоологический институт — и уже немолодым человеком (далеко за пятьдесят) переехал в Москву, чтобы в Палеонтологическом институте АН СССР принять лабораторию, вначале состоявшую, смешно сказать, из него и лаборантки Е. Э. Беккер-Мигдисовой (специалиста по цикадам и близким группам насекомых), в дальнейшем ставшей одним из ведущих сотрудников лаборатории.

Отпечаток миктероптилы — палеозойского насекомого, которое, как и многие другие, питалось семезачатками древних растений. Насекомое передвигалось на мощных ногах, а длинными челюстями на клиновидной голове прогрызало семезачаток и выедало его. Миктероптила являет собой модель начальной стадии эволюции колющего хоботка насекомых. Числа на камне с отпечатком — порядковые номера экземпляра в общей коллекции Палеонтологического института и самого отпечатка в лабораторных коллекциях. 500 имеющихся коллекций содержит примерно 250 тыс. ископаемых насекомых.



Палеодиктиоптера — шестикрылое насекомое — уже имела настоящий колющий хоботок и могла высасывать жидкое содержимое молодых семезачатков.

Второго сотрудника и преемника должности заведующего, знатока двукрылых насекомых (мух и комаров), Б. Б. Родендорфа, он получил довольно скоро, меньше чем через два года. Но этого удалось добиться, лишь когда обнаружилась неизлечимая болезнь Андрея Васильевича, срочно потребовавшая преемника, и только благодаря тому, что директор института, известный палеонтолог академик А. А. Борисяк, проявил нечастые в те годы (шел 1937-й) смелость и настойчивость (как выяснилось позже, на Родендорфа имелся донос о его связях с контрреволюционерами в 1917 г., когда ему было 13 лет!).

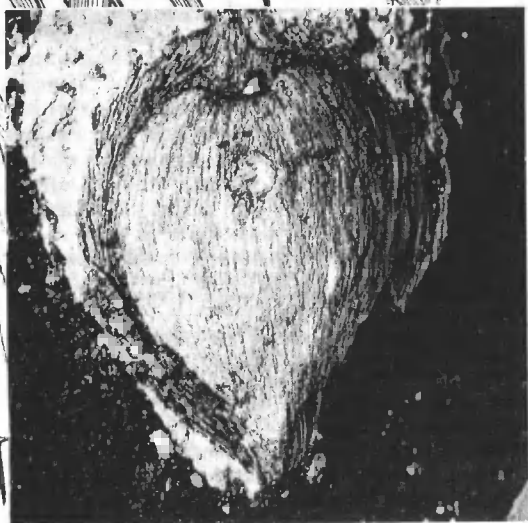
Основав новую лабораторию как коллектив профессионалов — специалистов по разным группам ископаемых насекомых, Мартынов фактически положил начало этапу углубленного биологического анализа материала. На большее ему не было оставлено времени, и после его смерти 29 января 1938 г. первый и поныне единственный палеознтомологический коллектив в течение 40 лет развивался и работал под руководством Б. Б. Родендорфа. Вначале коллектив был мал — всего три человека (третьей стала вдова Мартынова, специалист по сетчатокрылым и близким группам насекомых, О. М. Мартынова). И хотя с самого начала лаборатория вела сборы и обработку материала (в военное время — в условиях, порой требовавших подлинного героизма), преимуществу коллективной работы стали по-настоящему проявляться лишь после войны, усиливаясь по мере количественного роста лаборатории. В 1955 г. в лабораторию пришел А. Г. Шаров (1922—1973), специалист по прямокрылым насекомым и родственным им группам; дальнейший же и притом солидный прирост начался с 1959 г., но в 1967 закончился. В лаборатории было 12 палеознтомологов (сегодня их десять).

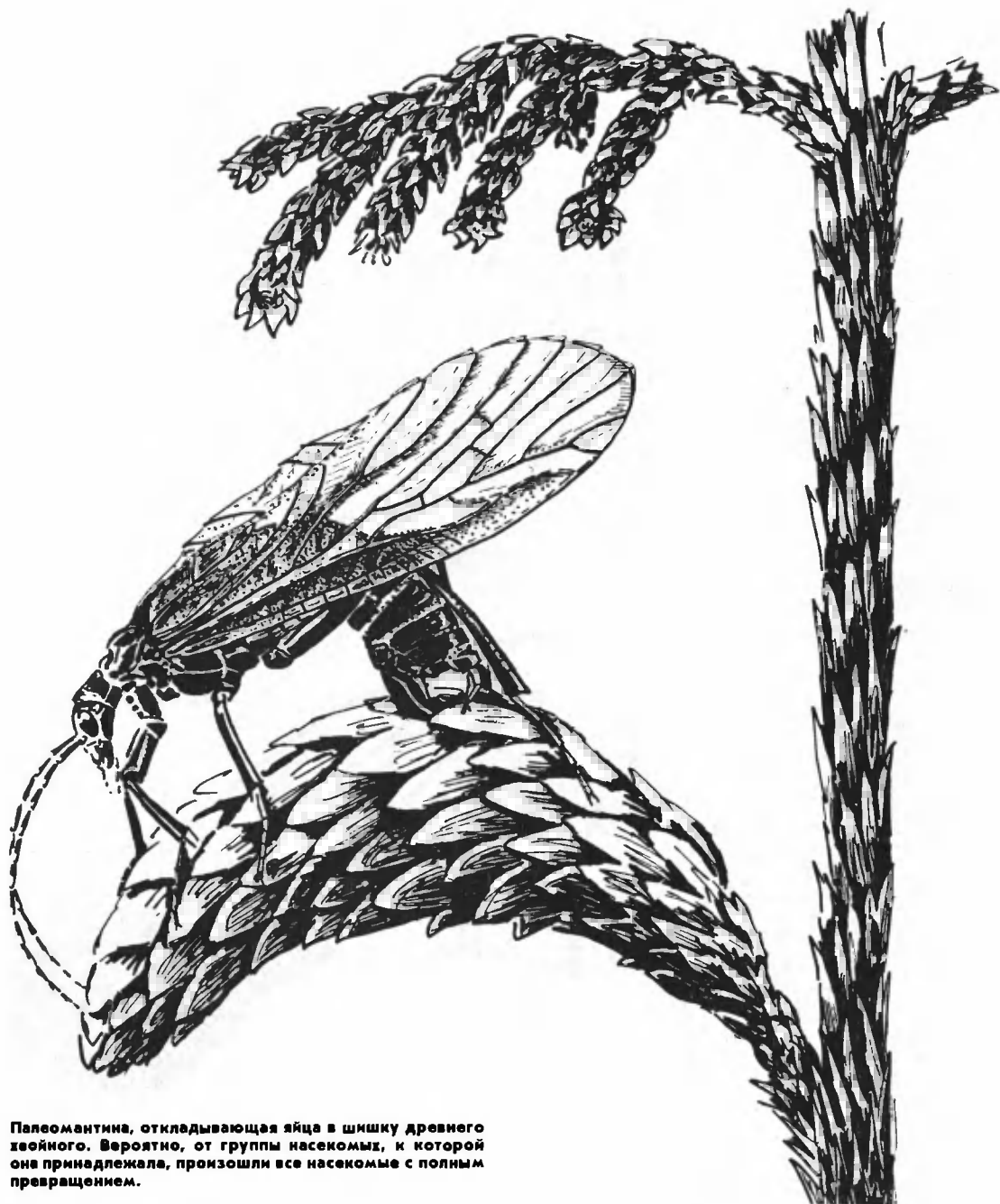
Чем располагала палеознтомология, что было в ее багаже и активе? Прежде всего — 13 тыс. описанных (преимущественно плохо) видов ископаемых насекомых разного возраста и географического происхождения. Были выявлены наиболее характерные черты последовательных фаун, по которым оценивался и уточнялся геологический возраст вмещающих отложений (правда, чаще с небольшой детальностью); сделано довольно много палеозкологических реконструкций; разработана и получила признание схема классификации и эволюции насекомых. В общем, усилиями непрофессионалов и профессионалов-универсалов сделано было немало. Но не хватало высококачественных описаний и изображений (рисунок в палеознтомологии обычно несет больше информации, чем описание), сведений о насекомых некоторых возрастов (раннего карбона, триаса, мела) и регионов (Африки, Южной Америки, почти всей Азии), а также надежных реконструкций истории отдельных групп насекомых.

Восполнение этих пробелов и стало основной задачей палеознтомологов лаборатории в 1945—1980 гг. Конечно, выполнить ее целиком не удалось и не скоро удастся, но многое сделано. Специализация по различным отрядам насекомых позволила реконструировать (с разной детальностью) историю некоторых из них. Но еще больше



Фото семезачатка корданта и палеодиктиоптера (реконструкция) из карбоновых отложений в бассейне Нижней Тунгуски. Отверстие в семезачатке — «вещественное» доказательство способа питания этих насекомых: диаметр отверстия в оболочке равен толщине их хоботка.





Палеомантида, откладывающая яйца в шишку древнего хвойного. Вероятно, от группы насекомых, к которой она принадлежала, произошли все насекомые с полным превращением.

групп остались необработанными, а некоторые из сделанных ревизий уже устарели и требуют пересмотра. Эта работа идет медленно, но иначе и не может быть, пока число палеознтомологов гораздо меньше числа даже крупных отрядов насекомых.

За этот период собраны большие кол-

лекции из перми Кузбасса и Приуралья, верхнего триаса Ферганы, нижней юры и мела разных районов Азии; в монографиях описаны фауны насекомых из отдельных местонахождений и их комплексов (особого упоминания достойна обработка силами четырех специалистов обширного комплекса палео-

зойских насекомых Кузбасса²). Большое значение для развития нашей науки имели две большие сводки по палеознтомологии. В одной из них сведены краткие описания и изображения родов ископаемых насекомых, найденных на территории СССР³ (аналогичную сводку, но уже в мировом масштабе, давно готовит Ф. М. Карпентер; по имеющимся сведениям, она вот-вот должна появиться). Во второй сводке приводятся очерки по истории отрядов насекомых и анализируется изменение той роли, которую они играли в наземных и пресноводных экосистемах прошлого⁴.

БИОЦЕНОЗЫ, СООБЩЕСТВА, ЭКОСИСТЕМЫ

Направления исследований, характерные для последнего периода развития палеознтомологии, не потеряли и не скоро потеряют свою актуальность. И все же со временем стали возникать некоторые новые тенденции, прежде всего в московском коллективе палеознтомологов. В связи с чем это происходит? Во-первых, нас слишком мало, чтобы охватить все разнообразие ископаемых насекомых с нужной детальностью, а на дальнейший рост лаборатории современная кадровая политика Академии наук надежд не оставляет. Мы пытаемся восполнять недостаток кадров, привлекая энтомологов-неонтологов к описанию ископаемого материала, но даже при хороших результатах существующей проблемы решить этим не можем.

Во-вторых, надежно обоснованная реконструкция истории даже какой-либо одной избранной группы насекомых трудна из-за пробелов в палеонтологической летописи, которые заполняются недостаточно быстро из-за той же нехватки кадров. Требования к детальности и надежности палеонтологического фундамента реконструкций постоянно растут (естественно стремление каждую новую работу сделать лучше, чем предыдущие), а возможностей удовлетворить эти претензии не хватает, что приводит нас к неудовлетворенности.

И около 15 лет назад мы решили заняться эволюционно-биоценологической тематикой, тем более что при подготовке «Исторического развития класса насекомых» стали ясны перспективы палеоэкологических ре-

конструкций на материале насекомых. Здесь главное преимущество — материал у нас в руках, и мы вольны выбирать объект реконструкции. Но и трудности велики — надо обработать лабораторные коллекции и составить обзоры, а нередко провести и первичную таксономическую обработку сопутствующих групп животных и растений. Тем не менее выбранная тематика стала основным направлением исследований лаборатории, хотя сохранились, правда, в меньшем объеме, работы по истории отдельных групп насекомых. На сегодня завершены три такие палеоэкологические реконструкции: для небольшого комплекса ископаемых из отложений озера, существовавшего в начале раннего мела на юго-востоке Монголии⁵; обширного комплекса ископаемых из пресноводных отложений трех последовательных уровней юры с территории от Караганды на западе до Амура на востоке и Западной Монголии на юге⁶; промежуточная по материалу реконструкция экосистем раннемелового озера и окружающей его суши на территории современной Западной Монголии⁷. Сейчас готовится четвертая работа по юрским и раннемеловым экосистемам Восточного Забайкалья.

Чем же мы сейчас располагаем? Прежде всего, знаем, хотя бы в общих чертах, состав насекомых по последовательным этапам геологической истории и способы определять возраст соответствующих отложений — конечно, с разной точностью в зависимости от уровня изученности стратиграфии и энтомофауны данного возраста и региона. Эта роль насекомых очень существенна, поскольку кроме них в континентальных отложениях чаще всего встречаются растения, моллюски и ракообразные, которые эволюционируют сравнительно медленно и редко допускают дробное расчленение разреза. К тому же, как выяснилось в наших работах, эволюционно обусловленные изменения в составе ископаемых комплексов часто оказываются похожими на изменения, происходившие за счет экологических преобразований. Чтобы их не спутать, а такие ошибки дорого обходятся геологии, отложения нужно сопоставлять, опираясь на группы организмов, наиболее разнообразные по своей экологии. Легко понять, что в этом отношении насекомые вне конкуренции.

Накоплен также опыт экологических

² Родендорф Б. Б., Беккер-Мигдисова Е. Э., Мартынова О. М., Шаров А. Г. Палеозойские насекомые Кузнецкого бассейна. М., 1961.

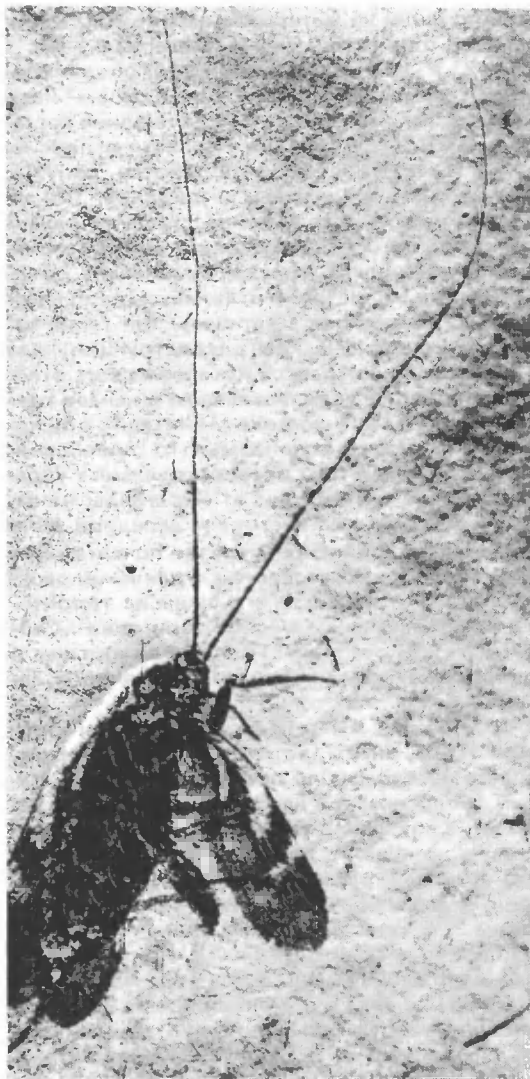
³ Насекомые // Основы палеонтологии. Трахейные и хелицеровые. М., 1962. С. 29—374.

⁴ Историческое развитие класса насекомых. М., 1980.

⁵ Раннемеловое озеро Мандай. М., 1980.

⁶ Юрские континентальные биоценозы Южной Сибири и сопредельных территорий. М., 1985.

⁷ Насекомые в раннемеловых экосистемах Западной Монголии. М., 1986.



Таракан (инфракласс гриллоновых) из позднеюрских отложений хребта Каратау. Один из многих отпечатков, на которых сохранились не только все части тела, вплоть до шипов на ногах, но и рисунок на надкрыльях.

реконструкций по насекомым, широко используемый для датировки отложений в палеобиоценологических построениях и восстановления истории отдельных групп.

Разработана новая схема эволюции и классификации всего класса насекомых. По этой схеме, насекомые приобрели крылья, приспособившись к питанию содержимым генеративных органов (макро- и микроспорангиев) древних растений. Затем часть насекомых ушла в укрытия и дала начало инфраклассу гриллоновых (бывшие полинеоп-

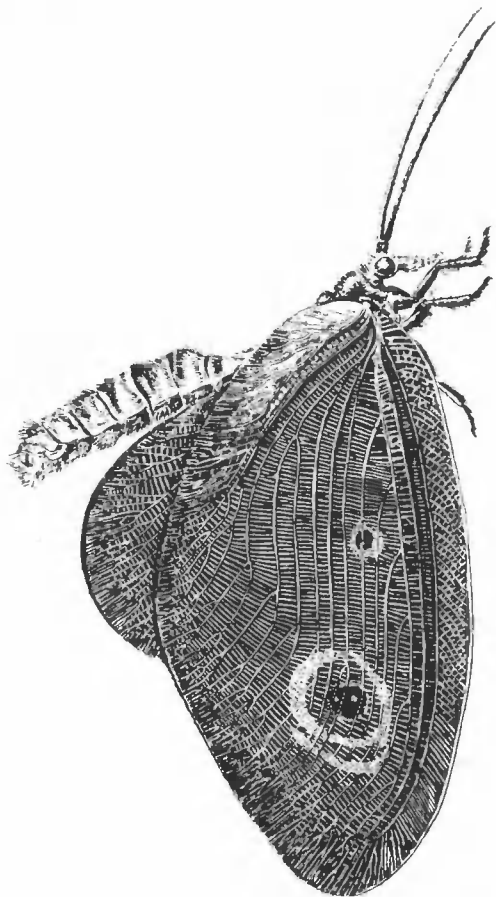
теры: тараканы, термиты, прямокрылые, веснянки и близкие к ним группы). Другие стали развиваться в воде, утратили, подобно гриллоновым, тесную связь с живыми растениями и потеряли способность складывать крылья домиком на спине (поденки и стрекозы). Третьи же продолжали питаться растительными соками, и у некоторых из них (полужесткокрылые, т. е. клопы, цикады и близкие группы, и независимо от них древние палеодиктиоптеры и их вымершие родичи) развился колющий хоботок — орудие высасывания содержимого сначала спорангиев, а затем (у большинства полужесткокрылых) и вегетативных тканей растения. Иная форма связи с растениями была, по-видимому, характерна для предков насекомых с полным превращением. Развитие внутри стробила-шишки могло стать причиной возникновения характерного для них удивительного способа развития, в котором чередуются резко разграниченные стадии, каждая со своими специфическими функциями: личинка питается и растет, взрослое насекомое размножается и расселяется, а их разделяют покоящиеся стадии яйца и куколки, на которых и происходит собственно развитие. По этой схеме подкласс крылатых насекомых разделен на инфраклассы гриллоновых, стрекозообразных и скарабеоновых, последний на когорты, а те уже делятся на надотряды и отряды.

Наконец, палеознтомологи лаборатории активно участвовали и участвуют в развитии общепалеонтологических концепций. Эта сторона деятельности могла бы составить предмет особого разговора, но здесь лишь сошлюсь на некоторые публикации⁵.

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ НАСЕКОМЫХ

Теперь попробую проиллюстрировать нынешний стиль исследований московской палеознтомологической школы рядом картин из истории насекомых, как она вырисовывается из результатов наших работ. Речь пойдет преимущественно об экологическом и биоценоотическом аспектах эволюции и будет больше касаться водных насекомых, чем

⁵ Жерихин В. В. Использование палеонтологических данных в экологическом прогнозировании // Экологическое прогнозирование. М., 1979. С. 113—132; Он же // Палеонтол. журн. 1987. № 1. С. 3—12; Пономаренко А. Г. Эволюция экосистем, основные события // Палеонтология. Секция С. 02. Доклады. Т. 2. 27-й Международный геологический конгресс. М., 1984. С. 71—74; Расницын А. П. Темпы эволюции и эволюционная теория (гипотеза адаптивного компромисса) // Эволюция и биоценоотические кризисы. М., 1987. С. 46—64; Он же. Филогенетика // Современная палеонтология. М., 1988. Т. 1. С. 480—497.



Каллиграмма — сетчатокрылое насекомое, похожее на бабочку и внешне, и образом жизни. На реконструкции каллиграмма, воспроизведенная с отпечатка, изображена в позе привлечения брачного партнера.

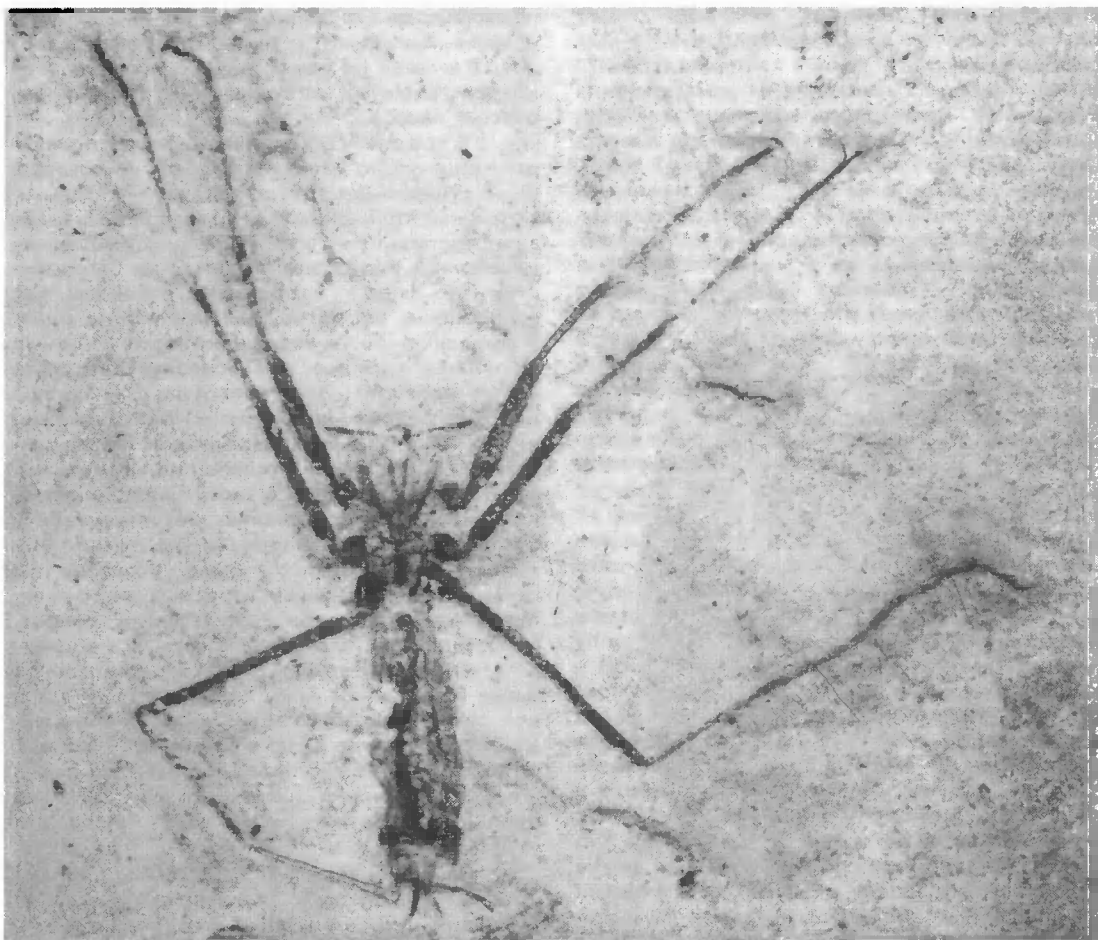
наземных. Дело в том, что ископаемые остатки насекомых происходят по большей части из озерных отложений; второй важный их источник — ископаемые смолы, но они, как правило, молоды (датируются в основном поздним мелом и кайнозоем).

О происхождении класса насекомых палеонтология пока не говорит ничего определенного. Из девона достоверно известны лишь ногохвостки, которые скорее являются шестиногими многоножками, чем насекомыми; другие девонские находки слишком фрагментарны, а потому их идентификация ненадежна. Первые настоящие насекомые найдены лишь в отложениях конца раннего карбона, где они встречаются редко, но уже представлены настоящими крылатыми насекомыми, принадлежащими по крайней мере трем не очень близко родственным отрядам — стрекозам, палеодиктиоптерам и

протоптерам. Лишь первые из них дожили доныне, два других отряда вымерли в палеозое. Это явно не самое начало истории подкласса крылатых насекомых, не говоря уже о всем классе.

В среднем и позднем карбоне появляется еще около десятка отрядов, из которых ныне существуют только четыре — поденки, тараканы, прямокрылые и гриллоблатидовые (последние — в виде реликтов). Водных насекомых в карбоне, видимо, не было или почти не было — карбоновые стрекозы, как и пермские, вероятно, развивались на суше. В пермское время, когда некоторые из самых архаичных отрядов уже исчезли (протоптеры) и появились многие группы, характерные для современной фауны (равнокрылые, жуки, сетчатокрылые, верблюдки, вислоккрылые, скорпионницы, ручейники, веснянки), водные насекомые все еще были немногочисленны, хотя встречались регулярно. Бедность пресноводной фауны (не только насекомых), возможно, была связана с редкостью устойчивых пресных водоемов, прежде всего озер. Растительный покров, способный противостоять эрозии, все еще отсутствовал, и рельеф суши в значительной мере сводился к двум крайностям — плоской равнине, широко заливаемой после дождей, и горам, где только и были постоянные водотоки, но было мало озер — основных мест захоронения насекомых. К тому же осадки горных озер обычно недолговечны и легко разрушаются.

Ранний и средний триас — обширный пробел в палеознтомологической летописи. В позднем триасе многих отрядов, существовавших в перми, уже нет, другие становятся более редкими и менее разнообразными. Основу фауны составляли представители отрядов, характерных для современного периода — полужесткокрылые, жуки, сетчатокрылые, скорпионницы, стрекозы, тараканы, прямокрылые. Появились такие типичные для нашего времени группы, как двукрылые и перепончатокрылые; по существу, кроме паразитов теплокровных (вшей, пухоедов, блох) не было только бабочек и ухверток, возникших чуть позже, в начале юрского периода, и термитов с богомолами, известных с раннего мела. Заметную часть довольно разнообразной энтомофауны позднего триаса составляют обитатели текущих вод (точнее, группы, личинки которых развивались в ручьях и реках, а взрослые летали и могли захораниваться в озерных или прибрежных морских отложениях, где мы их и находим). Однако есть и озерные формы, причем состав их близок к своеобразной юрской озерной фауне.



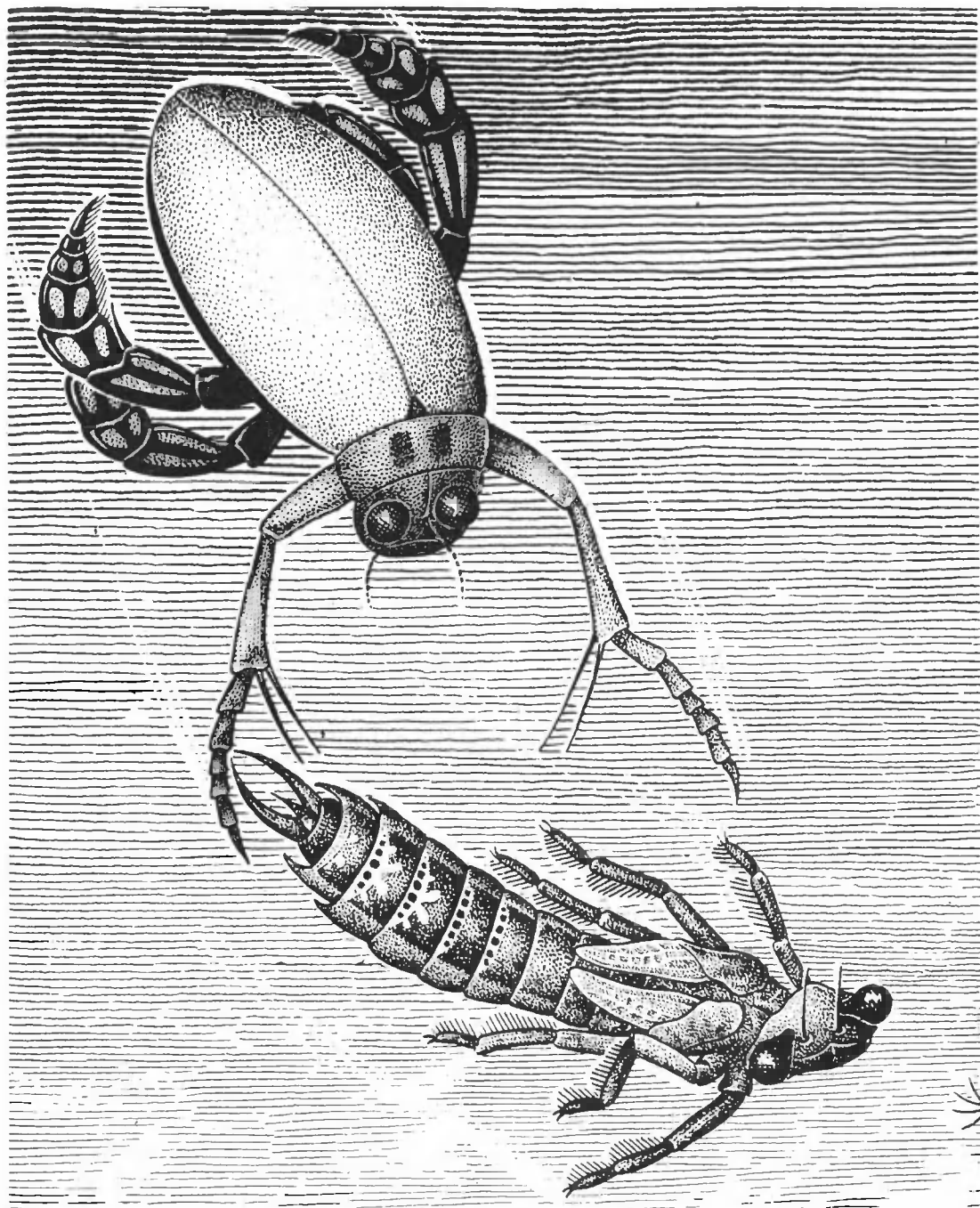
Заврофтирус (ящерова вошь) в действительности был предком блох, а не вшей, и паразитировал не на динозаврах, а на летающих ящерах — птерозаврах.

В юрских озерах фауна была очень богатой, но, в отличие от кайнозойской, в ней доминировали насекомые трех групп, которые ныне живут лишь в реках и ручьях, а озера населяли только холодноводные (горные, тундровые и провальные — типа Байкала). В юре же (и позднем триасе) эти оксифильные (требовательные к кислороду) насекомые заселяли явно мелкие тепловодные озера, но лишь до появления покрытосеменных растений. С середины мела и доныне из-за обильного и быстро разлагающегося опада в тепловодных озерах стала бурно расти бактериальная флора, перехватывающая растворенный в воде кислород. Таким образом, в триасе и юре существовал особый, вымерший тип озерных сообществ, который мы предложили назвать сообществом гипотрофного водоема. Сове-

менные водоемы делятся, грубо говоря, на олиготрофные (бедные биогенами), эвтрофные (богатые биогенами) и дистрофные (в них биогены поступают, но из-за своеобразной химической среды, создаваемой сфагновыми мхами, переходят в неактивное состояние). В вымершие же, гипотрофные, водоемы биогены, видимо, поступали уже в составе трудно поддающихся разложению остатков голосеменных и споровых растений.

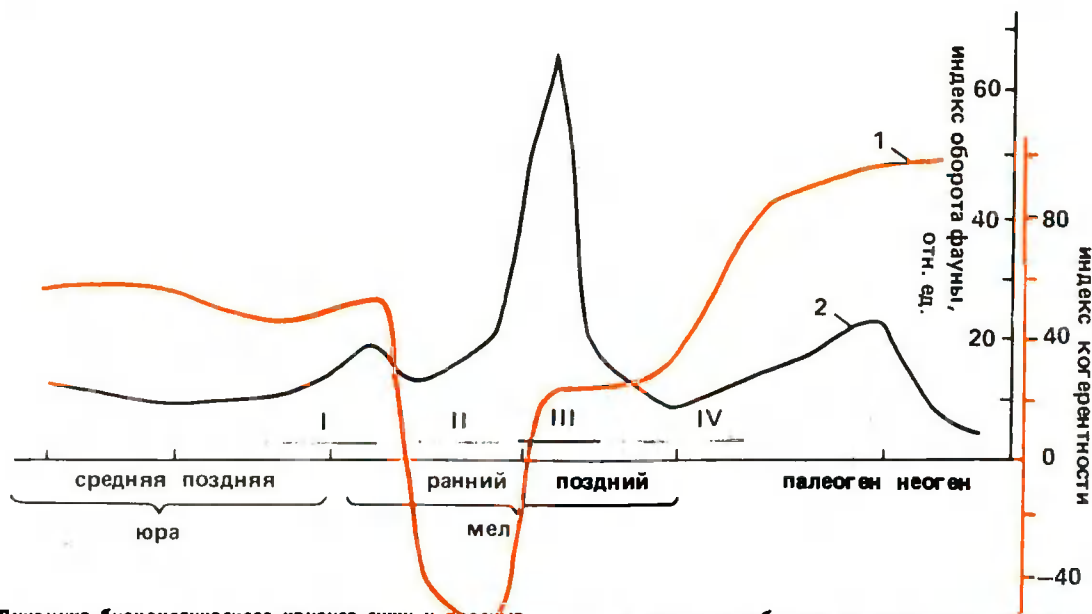
Кроме гипотрофных в юре были и олиготрофные горные озера, богатые насекомыми и другими беспозвоночными. Вероятно, были и дистрофные (сфагновые мхи известны с перми), но их обитатели неизвестны. Типично эвтрофных озер в юре (и в раннем мелу), скорее всего, не было, ибо их возникновение связано с эвтрофикацией за счет опада покрытосеменных растений.

Состав насекомых в юрское время (на уровне отрядов) был уже довольно похож на современный (если не учитывать, что бабочки



Обитатели раннемеловых озер Центральной Азии: четырехглазый плавунец коптоклава [нижняя пара глаз не видна] преследует не менее опасного хищника —

личинку стрекозы [рис. В. И. Дорофеева по эскизу А. Г. Пономаренко].



Динамика биоценоотического кризиса суши и пресных вод по материалам палеознтомологим (римскими цифрами обозначены фазы кризиса). Кривая 1 отражает баланс между возникновением новых семейств насекомых и их вымиранием: в подготовительной фазе (I) новых семейств появлялось больше, чем вымирало старых; в парадоксальной (II) — семейства только исчезали; в драматической (III) и особенно фаза успокоения (IV) — семейства снова возникало больше, чем вымирало. Кривая 2 характеризует темп изменений (единичный акт — появление или вымирание одного семейства).

в юре были крайне редки, перепончатокрылые играли сравнительно скромную, а скорпионницы и сетчатокрылые, наоборот, значительно более важную роль, чем сейчас). Однако на более низких таксономических уровнях различия были гораздо существеннее, поскольку доныне сохранились только треть юрских семейств, считанное число родов, но не дожил ни один вид.

В раннем мелу продолжалось обновление энтомофауны, увеличивалось ее сходство с современной. Однако это изменение было ординарным, не более резким, чем, например, на границе триаса и юры. Правда, озерная фауна изменилась, по-видимому, больше, чем энтомофауна в целом. Появился и широко распространился, по крайней мере в Центральной Азии (Забайкалье, Монголия, Китай), своеобразный тип сообществ, наиболее характерный для обширных плоских озер. Наиболее строгих оксифилов (веснянок), доминировавших в юрских гипотрофных и олиготрофных озерах, в плоских озерах почти не было. Основная часть насеко-

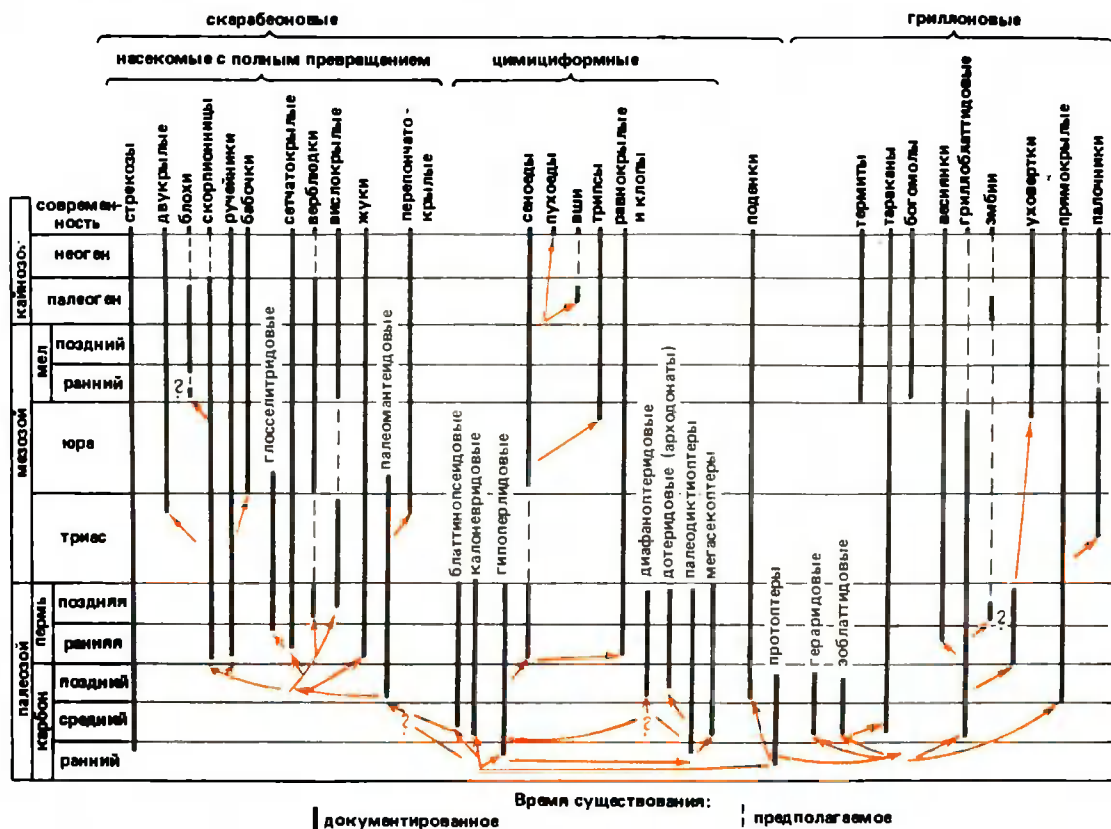
мых в таких сообществах населяла толщу и поверхность воды, причем приспособления к активному плаванию были хорошо развиты даже в группах, которым это в общем не свойственно (личинки поденок и стрекоз). В то же время резко обеднился бентос, бывший богатым в юре, его место заняли в основном впервые широко распространившиеся здесь высшие (фриганиеиновые) ручейники. Их личинки способны строить переносные домики из «подручного» материала, которые мы и находим в ископаемом состоянии. Интересно, что в течение раннего мела закономерно, за семь последовательных этапов, совершенствовалась конструкция домика — едва ли не первый палеонтологически подтвержденный пример эволюции сложной формы поведения и одновременно перспективный инструмент для расчленения и корреляции отложений⁹.

Одновременно с этими своеобразными сообществами, не имевшими аналогов ни в более древние, ни в более поздние периоды, в раннем мелу сохранялись (например, на юге Австралии) озерные сообщества оксифильных организмов. Набором жизненных форм сообщества похожи на биоценозы юрских озер¹⁰, неясно только, были ли они обитателями олиготрофных или гипотрофных озер.

Рубеж раннего и позднего мела отме-

⁹ Сукачева И. Д. // Журн. общ. биол. 1980. Т. 44. № 3. С. 457—469.

¹⁰ Jell P. A., Duncan P. M. // Mem. Ass. Australas. Palaeontols. 1986. Vol. 3. P. 111—205.



Палеонтологическая история и родственные связи насекомых [на уровне отрядов]. Стрелками указаны родственные отношения, но не время возникновения отрядов. «1» означает либо спорные версии родственных связей, либо предположительную принадлежность находок к соответствующему отряду. Крылатые насекомые произошли от древних щетинохвостов.

чен глобальным кризисом наземных и пресноводных биоценозов¹¹. Принципиальное значение этой границы впервые поняли палеоботаники и даже приняли деление позднего этапа истории Земли на мезофит и кайнофит (взамен мезозоя и кайнозоя) с границей в конце раннего мела. Однако выяснилось, что эти понятия отражают различие в характере эволюции не растений и животных, а населения континентов и морей. Это справедливо и для позвоночных (включая динозавров, претерпевших радикальную смену в середине мела), но лучше всего выявляется на насекомых, разнообразие которых допускает более надежные подсчеты.

Анализ событий этого времени позволяет выделить последовательные фазы кризиса — подготовительную (конец юры — начало мела, когда темп вымирания растет, но еще не достигает темпа появления новых семейств), парадоксальную (середина — вторая половина раннего мела; замедляется вымирание, но еще сильнее — появление, так что общий баланс смен становится отрицательным), драматическую (конец раннего — начало позднего мела; массовое вымирание и возникновение семейств) и, наконец, фазу успокоения (конец позднего мела — первая половина палеогена, когда постепенно снижаются темпы изменений: вымирание довольно быстро, к олигоцену, прекращается, а новые семейства продолжают возникать). В результате кризиса¹² состав насекомых обновился, на уровне семейства энтомофауна обрела кайнозойский облик уже в начале

¹¹ Жерихин В. В. Развитие и смена меловых и кайнозойских фаунистических комплексов (трахейные и хелицеровые). М., 1978.

¹² Расницын А. П. Динамика семейств насекомых и проблема мелового биоценологического кризиса // Осадочная оболочка Земли в пространстве и времени. Стратиграфия и палеонтология. М., 1989. С. 35—40. См. также разделы 5, 6 в кн.: Меловой биоценологический кризис и эволюция насекомых. М., 1988. С. 191—215.

позднего мела, так что изменения на границе мела и палеогена оказались сравнительно небольшими.

По мнению В. В. Жерихина, кризис был вызван появлением покрытосеменных растений, оказавшихся более сильными конкурентами голосеменным в борьбе за свободные участки земли. Этим они смогли заблокировать первые стадии сукцессии мезофитных сообществ и «опрокинуть» их. Здесь не все до конца ясно, поскольку в подготовительный этап мелового кризиса, видимо, не было покрытосеменных. Однако в пользу выдвинутой гипотезы свидетельствует, вероятно, и исчезновение из палеонтологической летописи с начала позднего мела и почти до конца палеогена едва ли не всех обитавших в озерах насекомых и ракообразных. Это исчезновение трудно объяснить иначе, как эвтрофирующим действием на водоемы опад покрытосеменных растений. Новое заселение озер насекомыми и ракообразными в олигоцене естественно объясняется резким изменением условий в озерах и улучшением их кислородного режима за счет распространения зарослей водных макрофитов.

Возможно, и состав морской биоты в середине мела менялся из-за процессов, протекающих на континентах, и вот почему. Покрытосеменные растения — гораздо более мощный противозерозионный фактор, чем споровые и голосеменные, и их рассе-

ление должно было заметно сократить поступление в море мелкого взвешенного терригенного материала и тем повлиять на режим морей. Не исключено даже, хотя еще и не подтверждено сколько-нибудь надежно, что и катастрофическая смена морской биоты на границе мела и палеогена в той или иной мере обусловлена эвтрофикацией океана — конечно, сильно запоздавшей из-за огромного объема океанических вод, изменение состава которых требует немало времени. Во всяком случае, модные сейчас гипотезы, связывающие катастрофические вымирания на границе мела — палеогена и на других рубежах с падением на Землю крупных небесных тел, представляются сомнительными. Трудно представить такой ударный фактор, который избирательно уничтожил бы большую часть обитателей моря и почти не затронул бы сушу. Легче поверить, что просто был достигнут пороговый уровень эвтрофикации океана, превышающий компенсаторные возможности океанических сообществ.

Такими нам рисуются в самых общих чертах палеозойский и мезозойский этапы истории насекомых в сообществах суши и пресных вод. В этой картине еще много пробелов, а вероятно, и прямых ошибок. Но работа продолжается, и мы надеемся, что сумеем узнать и рассказать еще много нового.

НОВЫЕ КНИГИ

Биология

Б. М. Миркин, Г. С. Розенберг, Л. Г. Наумова. СЛОВАРЬ ПОНЯТИЙ И ТЕРМИНОВ СОВРЕМЕННОЙ ФИТОЦЕНОЛОГИИ. М.: Наука, 1989. 223 с. Ц. 1 р. 20 к.

Не приходится говорить о роли справочников в ситуации, когда ученому предстоит экскурс в смежную науку. И если в круг интересов специалиста или любителя природы попадут вопросы фитоценологии, то книга Б. М. Миркина, Г. С. Розенберга и Л. Г. Наумовой станет его надежным помощником. Авторы обобщили в книге самые новые данные науки о растительности.

Общее количество терминов, которые рассматриваются в книге, значительно превышает тысячу. В число обсуждаемых понятий включено многое из смежных с фитоценологией наук — общей экологии и популяционной биологии. Немало внимания уделено и культурной растительности, которую изучает агрофитоценология.

При составлении словаря использован «кустовой» принцип. К примеру, читателю предстоит познакомиться с основными разделами фитоценологии как науки. Он открывает страницу, где разъясняется термин «фитоценология», и узнает, что это наука о сообществах расте-

ний, что в своем развитии она прошла три этапа, узнает и о тех ученых, которые внесли в нее наибольший вклад. Далее в этой статье он находит отсылы к другим статьям словаря, которые посвящены основным разделам науки о растительных сообществах — структуре фитоценозов, картографированию и районированию, классификации, динамике растительности, геоботанической индикации и т. д. После каждой статьи — небольшой список литературы.

«Словарь» построен так, что вполне доступен достаточно широкому кругу читателей.



ОПЫТ РЕАКТОРОВ ДЕЛЕНИЯ — УРОК ДЛЯ ЯДЕРНОГО СИНТЕЗА

А. Вайнберг

Невозможно обсуждать проблемы и перспективы ядерной энергетики, не вспоминая и не анализируя историю ее развития. Такой анализ представляет особый интерес, если его проводит известный американский физик Алаин Мартин Вайнберг — человек, стоявший у истоков ядерной энергетики¹. В конце 1941 г., работая в Металлургической лаборатории Чикагского университета, он присоединился к знаменитому Манхэттенскому проекту. Вместе с Ю. Вигнером, с которым он проработал много лет и которого считает своим учителем, Вайнберг спроектировал мощные охлаждаемые водой уран-графитовые реакторы для производства плутония в Ханфорде. Перейдя в 1945 г. в Ок-Риджскую национальную лабораторию (в 1955 г. он стал ее директором), Вайнберг внес важный вклад в разработку первого исследовательского реактора на обогащенном уране, в котором в качестве замедлителя и теплоносителя используется обычная вода. В первую очередь благодаря его усилиям этот реактор затем послужил прототипом как установок на атомных подводных лодках, так и водо-водяных энергетических реакторов под давлением (ВВЭР), которые действуют на большинстве АЭС мира, в том числе и в нашей стране. Вайнберг участвовал и в разработке многих других типов реакторов. Его классическая книга «Физическая теория ядерных реакторов» (1958), написанная вместе с Вигнером, стала учебником для нескольких поколений реакторщиков всего мира. С 1973 г. Вайнберг возглавляет основанный им Институт энергетического анализа. Он является членом Национальной академии наук и Национальной инженерной академии США, несколько лет был президентом Американского ядерного общества. За большой вклад в развитие ядерной энергетики он награжден премиями «Атом» для мира», Г. Герца, Э. Ферми.

А. Вайнберг принадлежит к тем немногим людям, которые глубоко продумали и изучили все аспекты мирного использования ядерной энергии. Будучи блестящим эссеистом, он написал целый ряд широко известных на Западе статей, посвященных непростым связям современного общества с новейшей технологией. Возникновением таких понятий и осознанием таких проблем, как «делка Фауста», «что сжигать — море или скалы!», «ядерная эра», «прозрачные безопасные реакторы», мы обязаны именно ему. Вайнберг искренне расположен к нашей стране, выходцами из которой были его родители. Он предложил разработать единый для СССР и США внутренне безопасный тип энергетического реактора, который затем совместно и строить. Это не только сэкономит время и средства, но и сделает ядерную энергетику более приемлемой в обеих странах.

© Ю. В. Петров,
доктор физико-математических наук,
Ленинградский институт ядерной физики
им. Б. П. Константинова АН СССР

¹ Предлагаемая вниманию читателей статья основана на докладе, прочитанном на III Международном симпозиуме по мюонному катализу реакции синтеза, проходившем в 1988 г. на о. Санибел-Айленд (Флорида, США).

РАЗВИТИЕ новых (возможно, небезопасных) крупномасштабных источников энергии сталкивается, помимо многих технических, с двумя политическими проблемами — выживания и общественного одобрения. Под первой я подразумеваю необходимость постоянной, год за годом,

поддержки весьма дорогостоящих предприятий, результаты которых всегда оказываются меньше ожидавшихся — будет ли такая поддержка длиться достаточно, чтобы поставленной цели удалось достичь? Под второй — отношение населения к новому источнику энергии. С обеими проблемами столкнулась ядерная энергетика на реакторах деления, и я хотел бы описать ее опыт в надежде, что это позволит

ядерной энергетике на основе реакций синтеза решить их более деликатно.

ДЕЛЕНИЕ ЯДЕР И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КРИЗИС

Когда в 1938 г. было открыто деление ядер урана, мир вряд ли осознавал, какое влияние окажет это открытие на решение энергетической проблемы. Мы были на пороге второй мировой войны, и бомбы, а не энергия, занимали наши умы.

Между открытием О. Гана и Ф. Штрассманна и созданием Э. Ферми первого реактора прошло менее четырех лет. (Я еще помню, насколько скептически относился к такой возможности вплоть до мая 1942 г., когда первые подкритические эксперименты показали, что можно получить коэффициент размножения, превышающий единицу.) Таким образом, атомная энергия ворвалась в нашу жизнь за невероятно короткий срок.

В результате такой вспышки изобретательского гения и, что немаловажно, удачи в центре внимания оказалось будущее энергетике. В ходе исследований, проведенных в 1953 г. по заказу Комиссии по атомной энергии США, П. Патнэм показал, что ограниченная на разумном уровне потребность человечества в энергии составит к 2050 г. 70 тыс. Q ($Q \approx 10^{18}$ Дж), т. е. будет в несколько раз больше разведанных запасов нефти и газа. Неудивительно, что его доклад дал толчок поиску различных альтернатив ископаемому топливу, в частности развитию атомной и солнечной энергетике.

Энергетику, основанную на делении ядер, быстро начали рассматривать как спасительное средство от грядущей нехватки обычного топлива. Похоже, именно открытие нового способа решить энергетическую проблему позволило нам саму эту проблему полностью осознать. Я вспоминаю необычное воодушевление, охватившее меня в 1943 г., когда Ф. Моррисон доказал, что реакторы на быстрых нейтронах в самом деле могут стать неисчерпаемым источником энергии. Он рассчитал, что энергия, получаемая от сжигания содержащегося в гранитных скалах урана, заметно превосходит энергию, которую необходимо затратить, чтобы этот уран из скал извлечь. Иными словами, бридеры открывали дорогу в «освобожденный мир», как назвал Г. Уэллс роман, написанный в 1914 г. Все мы, занимавшиеся проблемой деления ядер, пребывали в состоянии эйфории: мы, по крайней мере в принципе, решили энергетиче-

скую проблему человечества на все времена! Остались лишь незначительные технические детали.

МЕЧТЫ И РЕАЛЬНОСТЬ

Увы, после 1943 г. мир развивался не так просто и однозначно, как мы рассчитывали. Атомная энергетика, вопреки ожиданиям, не стала панацеей. Чего же мы не учли?

Прежде всего, значительно снизилось потребление энергии большинством индустриально развитых стран. Многие исследователи проблем энергетике в 70-х годах были убеждены, что отношение потребляемой энергии к валовому национальному продукту (ВНП) — мировая константа, и на этом основании мы ждали большого роста потребности в энергии. Но в США отношение годовых приростов энергопотребления и ВНП упало от 1,4 (в промежутке между 1966 и 1970 гг.) до 0,2 (с 1980 по 1985 г.), и в 1986 г. мы потребляли столько же энергии, сколько в 1973! Ситуация в остальных странах была почти такой же: мир учился использовать энергию более эффективно. В то же время отношение выработки электроэнергии к ВНП кажется постоянным — увеличение ВНП соответствует росту производства электроэнергии. Поскольку энергопотребление в целом почти не увеличилось, это означает, что на производство электроэнергии направляется все большая часть первичных энергоресурсов. В 1968 г. в США 18 % первичной энергии было превращено в электричество; сегодня эта величина возросла до 36 %, хотя темп роста доли электроэнергетики упал с 7 до 2 % в год. Подобный сдвиг в сторону производства электричества наблюдается во всем мире. Все это подтверждает, что известное ленинское высказывание о значении электрификации по меньшей мере отчасти справедливо.

Тем не менее восторженные предсказания 60-х годов о том, что общая электрическая мощность атомных станций достигнет в США к 2000 г. примерно 700 ГВт, уже не сбывается. Вместо этого в Соединенных Штатах ожидается примерно 120 реакторов общей мощностью 117 ГВт, а в мире — около 550 реакторов мощностью 400 ГВт. Падение темпов роста производства электроэнергии объясняется в первую очередь тем, что снизились темпы ввода в действие атомных электростанций. Но не менее важным стало крайнее недовольство общественности строительством АЭС,

особенно после аварий на Три Майл Айленд и в Чернобыле.

Оглядываясь назад, следует признать: мы, ядерщики, могли бы предвидеть такой поворот событий. Я вспоминаю, как во время войны на одном из рабочих совещаний в Металлургической лаборатории Чикагского университета, где создавался первый реактор, Ферми говорил не только о значении открытия нового источника энергии, но и о сложности проблемы радиоактивных отходов, которые в огромном количестве образуются при широкомасштабном использовании деления ядер. Более того, его весьма беспокоило, какова будет реакция общественности на эту совершенно новую для человечества опасность. А через несколько лет после войны Дж. Конант настоятельно требовал признать, что атомная энергетика — это игра, которая не стоит свеч, поскольку не найдено удовлетворительного способа избавиться от отходов¹.

Общественное недовольство привело к тому, что стандарты были ужесточены, гарантии качества стали притчей во языцех — и стоимость энергии непомерно возросла. Конечно, такое удорожание во многом было связано с общим ростом цен, но немалая его часть объясняется перечисленными выше факторами, которые отражают тревогу общественности в связи с развитием атомной энергетики. Сегодня в США, как и в некоторых других странах, строительство новых АЭС не планируется.

Я бы хотел остановиться на спорах о безопасности реакторов и поделиться воспоминаниями, связанными с этой проблемой. То, что 10^{10} Ки активности, содержащиеся в реакторе электрической мощностью 1000 МВт, ставят перед нами трудно-разрешимые технические проблемы, мы понимали с самого начала. Одно из первых заданий, которые я получил в 1942 г., состояло в том, чтобы помочь Э. Теллеру оценить количество радиоактивного углерода ^{14}C , образующегося в графитовом реакторе с воздушным охлаждением — таком, как мы построили в Ок-Ридже. Но если судить на основе сегодняшнего опыта, наши представления о безопасности реакторов были примитивны.

Моей главной задачей стала помощь Ю. Вигнеру в разработке физического проекта ханфордского реактора для про-

изводства плутония. Выбор параметров реактора определялся требованием, чтобы в системе поддерживалась цепная реакция, т. е. коэффициент размножения превышал единицу. Этот выбор сильно ограничивался тем, что мы использовали весьма бедный делящимся изотопом естественный уран, не до конца очищенный графит, а также поглощающие нейтроны воду (теплоноситель) и алюминий (оболочки твэлов). В частности, мы выбрали такую постоянную решетки (отношение объемов графита и урана), при которой количество урана, необходимое для реактора, было минимальным. То, что в результате установка оказалась нестабильна относительно потери теплоносителя — если бы вода вытекла из охлаждающих труб, в реакторе мог начаться разгон на мгновенных нейтронах, — объяснялось просто-напросто тем, что при таких ограничениях мы ничего не смогли сделать с положительным пустотным коэффициентом².

Компания «Дюпон», строившая по проекту Вигнера реактор в Ханфорде, снабдила его техническими средствами стабилизации этой неустойчивости. На входе каждого охлаждающего канала были поставлены ограничители потока (задвижки), так что падение давления на каждой задвижке было гораздо больше, чем на всем протяжении самого канала. Если бы где-то в трубе после задвижки началось кипение, общий поток через нее заметно не изменился бы, так что «болезнь кипения», как мы ее называли, не смогла бы привести к осушению всего канала и в конечном счете к плавлению топлива в нем.

Однако одновременная утечка воды из множества каналов, при которой может начаться разгон на мгновенных нейтронах, никогда не обсуждалась. И только после появления в Ханфорде так называемого реактора N, заменившего первоначальные, в принципы конструирования ядерных установок вошло требование отрицательного, а не положительного пустотного коэффициента (но для этого нужно использовать слабообогатенный уран, который был нам

¹ О захоронении отходов см. также: Кривохатский А. С. Проблема радиоактивных отходов // Природа. 1989. № 5. С. 50—60. — Здесь и далее прим. ред.

² Среди нейтронов, участвующих в цепной реакции, различают мгновенные, которые появляются непосредственно при развале ядра урана или плутония, и запаздывающие, которые вылетают из осколков через несколько секунд после деления ядра. Когда коэффициент размножения на одних мгновенных нейтронах (без учета запаздывающих) становится больше 1, начинается разгон — стремительный рост мощности. Если реактор обладает положительным пустотным коэффициентом, т. е. при появлении пустот в теплоносителе интенсивность цепной реакции растет, утечка воды из каналов или ее вскипание могут стать одной из причин разгона на мгновенных нейтронах.

недоступен во время войны). Короче, я хотел бы обратить внимание на то, что при разработке первых реакторов деления нашей главной заботой была отнюдь не внутренне присущая безопасность.

Водяные реакторы под давлением, на которые сейчас приходится примерно 85 % мощности всей атомной энергетики, могут служить лишней иллюстрацией того, что представления о безопасности развивались весьма медленно. Еще во время войны Ю. Вигнер просил меня исследовать ядерно-физические характеристики реакторов, в которых используются различные замедлители — обычная (легкая) и тяжелая вода, бериллий, его окись и, конечно, графит (первые расчеты легководных решеток были выполнены Р. Кристи и мной в 1942 г.). Таким образом, идея использовать воду в качестве замедлителя для энергетических реакторов издавна обсуждалась в нашей группе, особенно с Ф. Мюрреем. Наши расчеты для легководных систем были впервые проверены в Ок-Ридже в 1944—1945 гг., и мы обнаружили, что, если замедлителем служит вода, нужно очень небольшое обогащение урана, чтобы поддерживать цепную реакцию.

Затем в дело включился адмирал (тогда еще капитан) Риквер, который в 1946 г. находился в Ок-Ридже. Его целью было построить ядерную подводную лодку. В Ок-Ридже предложили и как замедлитель, и как теплоноситель использовать обычную воду под давлением (идея, впервые высказанная П. Абельсоном и Р. Ганном из Научно-исследовательской лаборатории военно-морских сил) — просто потому, что длина замедления в воде составляет всего 6 см и реактор будет иметь небольшие размеры, что и нужно для подводной лодки.

Заметьте, что, как и в Ханфорде, внутренне присущая безопасность не была здесь главным предметом обсуждения. Для военных устройств это отчасти оправдано — их экипаж очень часто подвергается опасностям значительно большим, чем те, что могут быть связаны с неисправностью реактора.

То, что легководный реактор, первоначально разработанный для подводных лодок, «вышел на сушу» и стал основным в энергетике, часто кажется мне поразительным. Это достижение — триумф технического проектирования и изобретательности. Не в последнюю очередь нужно отметить необычайный рост надежности, обеспеченный конструкторами современных легководных реакторов, — вероятность плавления активной зоны в существующих

сегодня установках подобного типа порядка 10^{-4} в год на один реактор, а у некоторых конструкций (таких, как «Сайзуэлл Б» в Англии) она, вероятно, еще раз в двадцать меньше.

Значительный рост надежности легководных реакторов кажется мне удивительным хотя бы по той причине, что первоначально выбор на них пал не из-за их безопасности, а из-за их компактности. Тем не менее органы здравоохранения Великобритании рекомендовали иметь не более 100 таких реакторов в стране, поскольку было решено, что можно считать приемлемой общую вероятность аварий с плавлением активной зоны не более 10^{-3} — 10^{-4} в год. Но если в мире построят, скажем, 5000 реакторов и для каждого из них вероятность плавления активной зоны не превысит 10^{-5} в год, то общий риск таких аварий составит $5 \cdot 10^{-2}$ в год, а при вероятности плавления зоны 10^{-6} в год на реактор — $5 \cdot 10^{-3}$ в год, что, похоже, слишком много.

ДОСТАТОЧНО ЛИ БЕЗОПАСНЫ СОВРЕМЕННЫЕ ЯДЕРНЫЕ РЕАКТОРЫ?

Каждый из нас по-своему ответит на этот вопрос. Но я уверен, что лишь общественность, а не группа специалистов может дать (и даст) окончательный ответ на него. И в некоторых европейских странах, прежде всего Швеции, Австрии, да и Италии, общественность, видимо, решила — безопасность реакторов недостаточна. Ситуация в США пока не ясна. Реакторы в Сибруке и Шореме построены, но не действуют из-за сопротивления местного населения; многие, особенно после Чернобыля, возражают против размещения АЭС вблизи их жилья.

Удастся ли вернуть доверие к атомной энергетике более активным просвещением общественности? Сомневаюсь. В конце концов, о достоинствах атомной энергетики ее сторонники рассказывают населению почти с 1945 г. Кроме того, после Три Майл Айленда и Чернобыля любые объяснения очень мало убеждают людей. Я думаю, мы должны выбрать другую стратегию, по крайней мере в США.

Я имею в виду развитие нового поколения реакторов деления, которые прежде всего будут приемлемы для скептиков, четко формулирующих своих позиции и, похоже, оказывающих весьма большое влияние на отношение общественности к атомной энергетике. Мы должны иметь системы, достаточно безопасные не только по мнению тех, кто верит в атомную энергетику, но и тех, кто в ней сомневается.

Возможно ли это? Еще десять лет назад я бы ответил — нет. 10^9 Ки активности и 200 МВт остаточного тепловыделения в активной зоне делали идею реактора с внутренне присущей безопасностью почти нереальной. Но за последнее время ситуация коренным образом изменилась³. Можно сказать, что термин «внутренне присущая безопасность» сейчас не сходит с уст атомщиков.

Обнаружились два подхода к достижению внутренне присущей безопасности. Первый из них заключается в постоянном улучшении существующих легководных реакторов. Он использован при создании реактора «Сайзуэлл Б», а также усовершенствованных реакторов с водой под давлением и с кипящей водой, которые планируют строить в Японии. В этих конструкциях предусмотрено множество дополнительных, многократно дублированных систем безопасности; разработчики рассчитывают, что благодаря этому вероятность плавления активной зоны снизится по меньшей мере в 100 раз. Большинство таких усовершенствований связано с введением новых активных систем безопасности, включающихся в случае отказа, но используются и некоторые внутренние, или пассивные, свойства, обеспечивающие безопасность.

Согласно второму подходу, нужно создать реактор, чья безопасность зависела бы не столько от своевременного активного вмешательства при возникновении неисправности, сколько от внутренних, пассивных характеристик самой конструкции. После аварий на Три Майл Айленд и в Чернобыле были серьезно проанализированы проекты по меньшей мере 4 реакторов с внутренне присущей безопасностью. Два из них — варианты легководных систем: советский корпусной реактор с кипящей водой для атомных станций теплоснабжения (АСТ) и шведский реактор PIUS. Третий из рассмотренных — модульный реактор на быстрых нейтронах с жидкометаллическим теплоносителем и металлическим топливом, а четвертый — модульный высокотемпературный реактор с газовым теплоносителем (МВТГР).

Безопасность реактора PIUS гарантируется тем, что он погружен в огромный контейнер, заполненный борированной водой. От чистой воды, служащей теплоносителем, борированная отделена двумя

гидравлическими затворами — одним в верхней части реактора, другим в нижней. Пока реактор работает нормально, гидростатические и гидродинамические силы удерживают затворы в закрытом состоянии, но при любом отклонении от проектного режима охлаждения (скажем, при вскипании воды) затворы открываются, позволяя борированной воде проникать внутрь активной зоны. Бор прерывает цепную реакцию деления урана, а воды в окружающем реактор контейнере достаточно, чтобы отводить выделяющееся тепло на протяжении недели или даже дольше.

Модульный ВТГР — это небольшой реактор с гелием в качестве теплоносителя и графитом в качестве замедлителя нейтронов. Его безопасность определяется тем, что урановое топливо имеет вид крошечных сферических зерен диаметром около 500 мкм, покрытых герметичной оболочкой из спрессованного карбида кремния и пиролитического графита. Таким образом, каждое зерно урана заключено в свое собственное корпус. Испытания показывают, что эти миниатюрные прессованные корпуса удерживают продукты деления, даже если температура поднимается до 1600 °C. Чтобы температура при любых обстоятельствах оставалась ниже этого предела, реактору придана форма длинного цилиндра, а его тепловая мощность не превышает 300 МВт. Сочетание низкой мощности и большой площади поверхности позволяет рассеивать остаточное тепло, выделяющееся в активной зоне, с помощью естественной конвекции, и температура топлива не достигает 1600 °C даже при отказе всех активных систем охлаждения.

Из этих реакторов с внутренне присущей безопасностью только советский кипящий реактор действительно строится; в США, СССР и ФРГ идут также серьезные работы над модульным ВТГР. Шведский же реактор PIUS пока детально исследуется итальянской компанией «Ансальдо» в сотрудничестве со шведско-швейцарской компанией «Браун-Бовери-ACEA».

УРОКИ ДЛЯ ЯДЕРНОГО СИНТЕЗА

Никто не знает точно, действительно ли атомная энергетика будущего невозможна без реакторов с внутренне присущей безопасностью. Если мир решит, что парниковый эффект представляет собой более серьезную угрозу, чем возможные отказы реакторов, энергетика на делении ядер в ее нынешней реализации может быть вновь принята и ее противниками, и в конечном

³ О реакторах с внутренне присущей безопасностью см.: С л е с а р е в И. С. Безопасные реакторы — это не фантастика // Природа. 1989. № 11. С. 72—77.

счете всей общественностью. Кроме того, в некоторых странах, прежде всего Франции и Японии, не говоря уже о многих государствах Восточной Европы, атомная энергетика, похоже, пережила и Три Майл Айленд, и Чернобыль.

Отглядываясь, однако, на 50-летний опыт, я убеждаюсь: мы могли бы избежать нынешних затруднений, если бы две вещи делали совсем иначе — во-первых, с самого начала провозгласили принципом конструирования энергетических реакторов внутренне присущую безопасность, а во-вторых, уже 30 лет постоянно захоранивали радиоактивные отходы, вместо того чтобы оставлять их на временном хранении. Мы не делали ни того, ни другого главным образом потому, что спешили. От открытия деления ядер до первого реактора Ферми прошло 4 года, от первого реактора до ханфордского — 2 года, от Ханфорда до реактора на подводной лодке «Наутилус» — 7 лет, от «Наутилуса» до Шиппингпорта (реактор мощностью 60 МВт) — еще 3 года, а от Шиппингпорта до современных монстров мощностью 1000 МВт — около 10 лет. Но, по крайней мере, мы осознали, что 30 лет, кажущиеся весьма долгим сроком, — не такое уж большое время для развития новых источников энергии. Наша практика увеличения масштаба в десять или более раз еще до того, как мы полностью извлекли все уроки из экспериментов меньшего масштаба, стала причиной серьезных трудностей, особенно в США.

Однако в известном смысле атомная энергетика не могла не развиваться столь быстро. До появления космических программ это был один из самых дорогостоящих научно-исследовательских проектов в мире. Поскольку каждый год на него тратилось несколько миллиардов, на ученых оказывалось огромное давление — они должны были демонстрировать все новые достижения, чтобы оправдать продолжающуюся финансовую поддержку проекта. Атомная энергетика попала в ловушку собственной эйфории, возникшей от непрерывных успехов и длившейся до тех пор, пока Три Майл Айленд, Чернобыль и недовольство общественности не отрезвили нас.

Никто не скажет, что исследования по ядерному синтезу — с магнитным и инерциальным удержанием или на основе мюонного катализа — развиваются слишком быстро. На мой взгляд, напротив, большая часть ученых, занятых этими исследованиями, должна быть озабочена тем, насколько темпы научного прогресса в этой

области оправдывают затраты на нее, которые в целом по миру составляют примерно 1—1,5 млрд долл. в год.

Поскольку энергетический кризис, похоже, на некоторое время отодвинулся, давление на тех, кто занят поиском новых источников энергии, уменьшилось. Если же эффективность использования энергии во всем мире будет по-прежнему расти, замену истощающимся запасам обычного топлива придется искать еще позже. Все это только осложняет положение исследователей ядерного синтеза. Чем оправдать огромные усилия, направленные на развитие источников энергии, которые понадобятся лишь в следующем столетии?

Это тот самый вопрос, который стоит и перед атомной энергетикой на быстрых нейтронах (соперником и обычной атомной, и термоядерной энергетикой). Наши эйфорические представления о пути в «освобожденный мир», открывшемся благодаря бридерам — неисчерпаемому, автаркическому источнику энергии, вряд ли сегодня покажутся столь же обоснованными, как 20 лет назад, когда все мы ждали, что дефицит энергии возникнет гораздо быстрее, чем это происходит на самом деле. Если бридеры сумеют стать более дешевым источником энергии, чем остальные, экономика сама по себе будет гарантировать их развитие; но сегодня бридеры совсем не дешевы, и одни только экономические соображения не могут оправдать их строительство.

Если же вернуться к тем двум проблемам, о которых я говорил вначале, то атомная энергетика вряд ли сумеет научить ядерный синтез, как оправдать немалые затраты на поддержку прикладных исследований в энергетике, прибыль от которых возможна лишь в далеком будущем. Во-первых, атомная энергетика в ее нынешнем варианте развивалась на протяжении первых 30 лет так быстро, что щедрая поддержка была ей обеспечена. Во-вторых, бридеры оказались почти в том же положении, что и ядерный синтез: они, конечно, могут дать неограниченное количество энергии, но энергия эта пока недешева. Иными словами, нет никакой срочной необходимости в бридерах, равно как и в ядерном синтезе.

Я бы посоветовал специалистам, занятым и созданием реакторов на быстрых нейтронах, и термоядерным синтезом, тем не менее каким-то образом вернуть внимание общественности к важности проблемы неисчерпаемых источников энергии. Мы должны настойчиво объяснять, что 50 лет — небольшой запас времени для освоения

новых энергоисточников, что нынешнее энергетическое изобилие не сохранится само по себе, что мир продолжает «электрифицироваться», что необходимы источники энергии на длительную перспективу, а парниковый эффект и кислотные дожди не будут ждать. Короче, если освоение космоса сейчас признано частью долгосрочной программы исследований человечества, то поиск энергии, не связанной со сжиганием органического топлива, также должен рассматриваться как часть такой программы.

Но в отношении общественного мнения атомная энергетика может многому научить ядерный синтез. Хотя термоядерные реакторы «чище» реакторов деления, они все же не позволяют избавиться от радиоактивности — 10^8 Ки содержится в термоядерных реакторах с магнитным удержанием в тритии, несколько миллиардов кюри в гибридных системах, а количество активности в системах на основе мюонного катализа пока неизвестно⁴. И потому я считаю, что нужно развивать реакторы ядерного синтеза с внутренне присущей безопасностью — реакторы, которые благодаря малым размерам и использованию слабо активируемых нейтронами материалов были бы защищены от плавления. Мне также кажется, что в мезокаталитических реакторах следует обратить внимание на

положительную температурную зависимость числа синтезов, катализированных мюоном — по крайней мере в некоторых вариантах таких систем.

Нам, занимавшимся делением ядер, чрезвычайно повезло: физические основы этого направления были почти тривиальны, а необходимые технологии развивались фантастическими темпами, так что к 1990 г. атомная энергетика обеспечивала без малого 10 % мирового потребления энергии. Но двигаясь так быстро, мы проигнорировали предупреждение Ферми. Мы решили, что поскольку для нас, ядерщиков, атомная энергетика вполне приемлема, общественность также примет ее. И теперь мы пытаемся поправить дела за счет реакторов с внутренне присущей безопасностью и запоздавших попыток решить проблему захоронения радиоактивных отходов, но удастся ли этим вернуть доверие общественности, не вполне ясно. Я надеюсь, этот наглядный урок позволит нашим коллегам, занимающимся термоядерным синтезом, избежать таких ошибок в выборе стратегии. Будет настоящей трагедией, если этот источник энергии, гораздо более сложный в техническом отношении, чем деление ядер, в конце концов потерпит крах не потому, что окажется технически невозможным, а потому, что у общественности возникнет недоверие к нему и правительства прекратят поддерживать его развитие.

© Перевод и подготовка к публикации
Г. М. Львовского.

⁴ Об одном из проектов, позволяющих реализовать управляемую термоядерную реакцию с малыми потоками нейтронов и слабой наведенной активностью, см.: Кульчински Дж., Шмитт Х. Термоядерное топливо... с Луны // Природа. 1990. № 1. С. 62—68.

ИНФОРМАЦИЯ

Магазин № 2 «Книга — почтой» «Академкнига» г. Ленинграда
предлагает
КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «НАУКА»:

ОПРЕДЕЛИТЕЛЬ ГРИБОВ СССР. ПОРЯДОК АФИЛЛОФОРОВЫЕ. 1986. 191 с. 1 р. 70 к.

Пасецкий В. М., Пасецкая-Кремская Е. К. ДЕКАБРИСТЫ-ЕСТЕСТВОИСПЫТАТЕЛИ. (Научн.-биограф. сер.). 1989. 256 с. 1 р. 50 к.

ПОЛЕЗНЫЕ РАСТЕНИЯ ХАКАСИИ. 1989. 268 с. 3 р. 50 к.

Тахтаджян А. Л. СИСТЕМА МАГНОЛИОФИТОВ. 1987. 438 с. 4 р. 10 к.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ФИЗИОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ.

Ч. 2. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ В ПРОЦЕССЕ АДАПТАЦИИ И ФАКТОРЫ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ. (Сер. «Руководство по физиологии»). 1981. 524 с. 4 р. 30 к.

Ч. 3. ФИЗИОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ В РАЗЛИЧНЫХ ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ЗОНАХ. (Сер. «Руководство по физиологии»). 1982. 503 с. 4 р. 40 к.

Заказы направляйте по адресу: 197345 Ленинград, Петрозаводская ул., дом 7.

"ЦАРСТВО МОИХ ИДЕЙ ВПЕРЕДИ..."

(Из записей 1931 года)

В.И. Вернадский

Нижеследующие записи Владимира Ивановича Вернадского, охватывающие период с января по ноябрь 1931 г., были сделаны в Ленинграде и Старом Петергофе. Хранятся они в двух делах академического Архива на отдельных или скрепленных листах формата записной книжки и ученической тетради (Архив АН СССР. Ф. 518. Оп. 1. Д. 162. Л. 113, 116—126; Оп. 2. Д. 48. Л. 43, 90). Сведенные вместе, эти записи приобретают черты дневника, затрагивающего разнообразные философские, естественнонаучные, социально-политические, автобиографические и другие проблемы.

В творческой жизни Владимира Ивановича 1931 год оказался исключительно насыщенным. Поражает разнообразие интересов; удивительны не только размах и глубина замыслов, но и то, как много из задуманного удается реализовать. И это на пороге 70-летия — возраста для многих, если не большинства, людей науки критического, когда творческая активность начинает идти на убыль... Проблемы геохимии и биогеохимии, газового и водного режима Земли, радиологии и радиогеологии, метеоритики... — размышления над ними оформляются в виде статей, докладов, очерков, заметок, набросков, конспектов, оседают в рабочих тетрадях и записных книжках.

Особо следует сказать о занимавшей Вернадского всю его сознательную жизнь проблеме времени. И здесь 1931 год занимает особое место. Ученый посвящает этой проблеме сразу три работы: «Время», «О жизненном (биологическом) времени» и подводит 26 декабря на Общем собрании АН СССР итог своим размышлениям в докладе «Проблема времени в современной науке» (см.: Вернадский В. И. Философские мысли натуралиста. М., 1988. С. 222—255, 297—381).

Таков, в общем и целом, «внутренний контекст», и он, естественно, находит частичное отражение в нижеследующих записях. Последние, однако, его и обогащают, поскольку в какой-то мере дают возможность судить о созревании замыслов ученого, с одной стороны, его размышлениях интимного характера — с другой. Понятно, ни то, ни другое в научных трудах не отражалось и отражаться не могло.

В записях, пересекаясь с «внутренним контекстом» и, как правило, через и посредством него проявляясь, присутствует также и «контекст внешний». На нем следует остановиться особо. Напомню сначала некоторые факты.

В стране завершена «коллективизация», идет первая пятилетка, началась индустриализация. Завершено «Шахтинское» дело, прошел процесс «Промпартии», а репрессии все более расширяются. В партии и государстве в основном закончено формирование той политической системы, которую мы сейчас называем административно-командной. В жизни страны и судьбах людей героическое и трагическое сплелись в один клубок.

Понятно, происшедшие и происходящие социальные сдвиги непосредственно отразились на положении науки и ученых. Идет процесс «советизации» Академии наук, она все более лишается самостоятельности и традиционной своей автономии. Усиливается давление «идеологического» прессы, свирепствует цензура, ограничивается свобода научного поиска. В ученой среде, особенно у представителей «старой» научной интеллигенции, растет недовольство, появляются «невозвращенцы» (среди них и ученые мирового класса) — идет «утечка мозгов»... Репрессии захватывают и ученые круги, целенаправленный поиск «вредителей» распространяется на людей науки.

В начале 1931 г. журнал «Большевик» — главный теоретический и политический орган ЦК ВКП(б) — публикует программную, статью с характерным угрожающе-предупреждающим названием «Вредительство в науке». Это боевой клич, призыв к погрому научных кадров, а среди последних — наиболее крупных и талантливых представителей ученых старшего поколения.

В статье, в частности, говорилось: «Подмена большевистской политики в науке, подмена борьбы за партийность науки либерализмом тем более преступна, что носителями реакционных теорий являются маститые профессора, как махист Френкель в физике, виталисты Гурвич и Берг в биологии; что Савич в психологии, Кольцов в евгенике, Вернадский в геологии, Егоров и Богомолов в математике «выводят» каждый из своей науки реакционнейшие социальные теории». Особенно досталось от «Большевика» крупнейшему русскому математику Д. Ф. Егорову — «признанному вожде реакционной московской математической школы, еще в прошлом году директору математического института, состоявшему церковным старостой, но не желавшему быть членом профсоюза». Егоров и подобные ему представители «реакционнейшей профессорской среды... вполне последовательно на недавнем своем

[математическом] съезде отказывались послать приветствие XVI партийному съезду» [Кольман Э. // Большевик. 1931. № 2. С. 74—75]. Напомню: среди членов редколлегии журнала мы находим таких видных представителей ленинской гвардии, как Н. Бухарин, В. Молотов, А. Стецкий, Е. Ярославский и др.

Поиски «врагителей в науке» отразились на Вернадском самым непосредственным образом.

Еще в 1922 г. в только что созданном официальном журнале «Под знаменем марксизма» по команде сверху началась идеологическая травля «воинствующими материалистами» Вернадского (и других отечественных ученых — Л. С. Берга, В. М. Бехтерева, А. Е. Ферсмана, П. А. Флоренского и др.), обвинявшегося в идеализме, витализме, фидеизме и проч. Огонь «критики» был сосредоточен на вышедшей в том году отдельным изданием работе «Начало и вечность жизни», где, в частности, впервые в истории естествознания с такой научной и философской глубиной обосновывался принцип геологической вечности жизни, играющий столь важную методологическую и эвристическую роль в современной геологии. «Критика» продолжалась и в следующем, 1923 г. Затем, со второй половины 20-х, наступила очередь «Биосферы», а потом пришел черед и «Живого вещества». Набор уже подготовленного к печати сборника был рассыпан, и лишь через 10 лет, в 1940 г., «Живое вещество» под другим названием — «Биогеохимические очерки» — увидело наконец свет... Но Вернадскому все же пришлось пойти на вынужденные уступки — из сборника была полностью исключена работа «Начало и вечность жизни», с купюрами вышла «Автотрофность человеческого»...

Дело зачастую доходило до нелепостей. Так, по «идеологическим» мотивам, например, был резко сокращен тираж «Истории природных вод», моментально разошедшийся, как только книга появилась в продаже. Читательский спрос на нее остался неудовлетворенным, а ее переиздания Вернадский так и не дождался.

С начала 30-х годов у Владимира Ивановича возникла настоятельная потребность выезда с научными целями за рубеж. Он подает официальное заявление в Академию и получает отказ. Тогда Вернадский обращается с просьбой о помощи в скорейшем разрешении этого вопроса к ряду влиятельных лиц, среди которых были А. В. Луначарский, А. М. Горький, М. Н. Покровский, В. М. Молотов... Увы, безрезультатно. Он доходит до самого «верха», но итог все тот же. «Все попытки мои, — вспоминал 10 лет спустя Вернадский, — получить командировку за границу для научной работы в 1930—1931 гг. были тщетны. В 1930—1931 гг. дважды писал Сталину, но ответа не получил» (Архив АН СССР. Ф. 518. Оп. 2. Д. 48. Л. 3).

Вместо испрашиваемой заграничной командировки Вернадскому было предложено поселиться в Доме отдыха Центральной комиссии по улучшению быта ученых в Старом Петергофе... Однако он в конце концов добивается своего. Решающую роль, по-видимому, сыграли обращения Вернадского в начале 1932 г. во ВЦИК, а затем к Молотову. За границей Вернадский пробыл с мая по ноябрь 1932 г., плодотворно потрудившись в Германии, Франции, Чехословакии (см.: Вернадский В. И. Геохимия, биогеохимия и радиология на новом этапе. Извлечения из отчета о заграничной командировке 1932 г. // Вестник АН СССР. 1933. № 11).

По возвращении на родину Владимира Ивановича ожидал «идейный» сюрприз — разносная статья только что избранного академиком философа А. М. Деборина в связи с докладом Вернадского на Общем собрании Академии по проблеме времени. Чего-либо нового в этой статье не было, крутилась все та же старая пластинка, все те же навешивались ярлыки: «идеалист», «фидеист» и проч. Однако, продолжая провозглашенную «Большевиком» линию, Деборин шел дальше и делал уже политические выводы, которые могли быть чреватые для Вернадского самыми тяжелыми последствиями. Автор писал, в частности, что «все мировоззрение В. И. Вернадского, естественно, глубоко враждебно материализму и нашей современной жизни, нашему социалистическому строительству» (Деборин А. М. Проблема времени в освещении акад. В. И. Вернадского // Известия АН СССР. Отд. матем. и естеств. наук. Сер. геол. 1932. № 4. С. 568). Как ни досадно было тратить на это время и силы, пришлось ввязываться в полемику (см.: Вернадский В. И. По поводу критических замечаний акад. А. М. Деборина // Там же. 1933. № 3).

Таков был тот «внешний контекст», который также нашел отражение в записях 1931 г.

© И. И. Мочалов,
доктор философских наук

Москва

25 января [Ленинград]

Луначарский:

Сталин выражал ему некот[орое] неудов[ольствие], что [тот] направил меня к нему: хотя научно я сила — но непарт[ийный] ученый должен обращаться к Калинин[у], а не к нему. Встретились два мне-

ния — широкомысл[ящего] главы партии и лица, рассм[атривающего] вопрос с «острополит[ической] точки зр[ения]. И глава прислуш[ался] [к мнению] второго¹.

По отношению ко мне:

Учитыв[ают] большой мой авторитет, прямой характер и горяч[ее] отнош[ение] [к делу]. Никакого сомнения нет в мотив[ах]

поступков — в этом отн[ошении] большое уважение; но считают, что я могу выступить с как[им-] ниб[удь] заявл[ением]: сейчас в Евр[опе] травля — заявл[ения] и т. п.

Все расценивают и т. д. И мой авторитет в учен[ом] мире — большой козырь в руках врагов Советск[ого] строя².

¹ Сказанное, естественно, оставляет чувство недоумения: ведь «глава партии» — это, очевидно, Сталин, и он-то как раз, в отличие от Луначарского, как будто рассматривал вопрос о заграничной командировке Вернадского с «острополитической точки зрения». По-моему, это объясняется тем, что Вернадский в записи опустил некоторые детали разговора Сталина с Луначарским (в передаче последнего).

² Здесь уместно привести позднейший комментарий самого Вернадского к этой чрезмерно лаконичной записи, несколько поясняющий как саму ее, так и последовавшую вскоре четырехмесячную «почетную ссылку» в Старый Петергоф. 27 мая 1941 г., работая в Узком над «Хронологией» своей жизни, Вернадский записывает:

«Второй раз писал Сталину о загранич[ичной] командировке, по совету Луначарского. Я упомянул о том, что пишу ему по совету Луначарского. Луначарский говорил мне, что он получил выговор Сталина — как же я могу вмешиваться в эти дела, беспартийный. Мне кажется, с 1930 г. в партийной среде впервые осознали силу Сталина — он становится диктатором. Разговор со Сталиным произвел тогда на Луначарского большое впечатление, которое он не скрывал.

(...) В апреле 1931 г. А. В. Луначарский сообщил мне устно решение правительства о моей заграничной командировке. Он сказал, что правительство рассмотрело внимательно все дело и не нашло возможным разрешить мне эту командировку в этом году, но что в том же особом порядке в апреле 1932 г. этот вопрос будет пересмотрен и, если не будет каких-либо особых обстоятельств, благополучно разрешен. В то же время, принимая во внимание недостаточную научную обстановку, в какой я работаю, правительство ассигновало мне обычным порядком — Биогеохимической лаборатории, директором которой я состою, — 3000 руб. валютой и 30 000 руб. червонцами. В то же самое время я должен был быть поставлен в возможно наилучшие условия на 4 месяца для работы здесь, вместо поездки за границу.

Я не мог выяснить и понять причину такой отсрочки командировки. Я понял только, что это связано с совершенно неизвестной и непонятной мне обстановкой, бывшей тогда, главн[ым] образом, во Франции.

Я просил устно и письменно А. В. Луначарского довести до сведения правительства, что, подчиняясь этому решению, я очень огорчен этой отсрочкой и что уверен, что не смогу здесь получить нужных условий для работы, и что я надеюсь, что срок отсрочки может быть сокращен, просил вместе с тем возможности личного выяснения недоразумения и указывал на тягостность отсрочки в моем возрасте (70 лет). (...)

Мы [с женой] действительно были очень хорошо устроены в санатории в Старом Петергофе, причем помещены на 4 месяца в хорошей комнате, в хороших условиях. (Кажется, мы ничего не платили.) Заведующая санаторием сперва не хотела верить о 4 [х] месяцах, но, наведя справку, оставила нас в покое. Я мог довольно удобно выписывать книги, но, к сожалению, получал их страшно неаккуратно и мог получить не больше 20 % той литературы, которая мне была нужна, и с большим запозданием. Как я писал [17 февраля 1932 г.] в записке [В. М. Молотову], «...фактически я работу вести здесь не смог — прервав ее в главной части, хотя был поставлен в прекрасные условия жизни в санатории в Петергофе. Библиотеки и бытовые условия пользования книгами сделали работу в нужном размахе и направлении невозможной. В то же время из 3000 руб. золотом я получил для сих предметов только на 800 (и то не насущнейшие), и из 30 000 руб. я, несмотря на все старания, не мог приобрести нужной платины, серебра, золота. Так что и здесь помощь оказалась недостаточной» (Архив АН СССР. Ф. 518. Оп. 2. Д. 48. Л. 25—26).

14 марта

Невольно ставятся вопросы философские.

Всюду предрассудок, что философия идет глубже науки в понимании окружающего. М[ожет] б[ыть], это основывается на том, что философия опирается на научные достижения и прибавляет к ним рационализацию — строгий логический анализ, исходящий из положений, часто добытых не научным путем, а частью научным, но философич-

ей выхватываемых из той «среды» (resp. эмпирического окружения), в которой они только и верны.

Научные достижения могут достигнуть всеобщезнательности и быть едиными для всех. Могут ли философские? Думаю — нет.

Удивительным образом меня считают идеалистом и виталистом (resp. неовиталистом). Пытаюсь разговаривать об этом с коммунистами — вижу шоры или невежество.

Существование философского скептицизма для них абсолютно непонятно. Для них философия дает истину в одном из проявлений материализма (диалектическом материализме), и в этом они не сомневаются так же, как мы не сомневаемся в научном эмпирическом обобщении.

Философский скептицизм: 1) отрицание возможности достигнуть истины, т. е. единого понимания окружающего и нас самих, для всех непреложного и обязательного; 2) признание примата — в этом отношении — научного знания; 3) признание, что научное знание не может дать всей истины и что область, охваченная философией, шире и вносит новое и чрезвычайно важное по сравнению с научным знанием; 4) признание резкого выражения индивидуальностей (их ограниченное число типов?) в философии и что философия по существу многолика и не может быть сведена к единой общеобязательной форме.

Последние месяцы со всех сторон я вижу начало нападений на мои взгляды.

Недопущение печатания моей «Биосферы» (немецкой) и моего «Живого вещества». Каган говорил, что он пропустил, не ознакомившись с моими взглядами¹. По-видимому, [сыграл роль] Левин². Ромм³ говорил мне, что если бы дискуссия [вокруг] Деборина⁴ не привела к его крушению месяца два раньше предполагавшегося выпуска «Живого вещества» (весной) — книга бы вышла.

Думаю, имело значение мое выступление в связи с обсуждением структуры Академии наук⁵.

Каган не понимает, что можно научно работать, ставя на второй план философскую сторону проблемы. Впечатление человека, мысль которого застыла.

Здесь — на заседаниях, о которых мне рассказывали. В Академии в докладе о философии (диалектическом материализме) и естествознании указывалось, что в моей биографии в «Большой Советской Энциклопедии» (писал Ферсман) не дано обо мне понятия, так как надо было указать (предупредить?), что я, будучи большим ученым ест., о чем не спорят, являюсь идеалистом философским⁶ ([рассказывал] Сергей⁷). В Военно-медицинской Академии, при «критике» Заварзина⁸, выпадка на меня: оратор (по словам Л., полубразованный философ) обратился к собранию (присутствовали «студенты» и т. п. — по наряду): — «Слышали ли вы о "Биосфере"?» — «Знаем!» — «Так вот, академик Вернадский («витализм») считает, что она существовала неизменной миллиард лет. Ха-ха-ха!» — «Ха-ха-ха!» В Ботаническом обществе Сукачева¹⁰ обвиняли в том, что он виталист, мой последователь, обвиняли в «вернадскизме»¹¹.

Волгин¹² особенно со страхом пропускает мои статьи, — может быть, правильно учитывает, что они вызовут то, что сейчас называется критикой.

Страх этой «критики» приостановил сейчас печатание социально-политических работ и в Коммунистической академии (Лукин¹³), и в Отделе гуманитарных наук у нас (Бояте), и в Государственном издательстве.

¹ Каган Вениамин Федорович (1869—1953), математик, историк науки, автор известных «Оснований геометрии», в конце 20-х годов оказался причастным к изданию «Живого вещества» Вернадского. В «Дневнике» 1940 г. Вернадский по этому поводу писал: «Книгу «Живое вещество» начал я готовить [к изданию] в 1928 или 1929 г. В одном из этих годов я встретился в санатории Нов [ого] Петергофа, кажется, с начальником крупного научного издательства проф. Каганом, известным математиком, книгу которого об основах геометрии я знал» (Архив АН СССР. Ф. 518. Оп. 2. Д. 20. Л. 17. Запись от 17 июня 1940 г.).

² О ком именно идет речь, установить, к сожалению, не удалось.

³ Ромм — заведующий Ленинградским отделением Издательства АН СССР. Жертва сталинского террора. «Ромм был арестован, сослан в Ухтинский Лагерь — работал над радиоактивностью минеральных вод, из которых добывают радий» (Вернадский В. И. Дневник 1939 года // Архив АН СССР. Ф. 518. Оп. 2. Д. 20. Л. 8).

⁴ Подробнее о философской атмосфере того времени в нашей стране и об отношении Вернадского к Деборину как ученому и философу см.: Вернадский В. И. Записка о выборе члена Академии по отделу философских наук. 20.XI.1928 г.; Мочалов И. И. Творчество В. И. Вернадского и философия // Философские науки. 1988. № 4 (перепечатано: Коммунист. 1988. № 18).

⁵ В 1929 г. Вернадский принял деятельное участие в реорганизации Академии наук, о чем свидетельствуют его многочисленные записки и выступления на заседаниях различных комиссий (Организационной комиссии, Комиссии по выработке проекта нового устава Академии и др.). При этом далеко не всегда его позиции совпадали с официально проводимой линией.

⁶ Действительно, в 1-м издании БСЭ в очерке, посвященном Вернадскому, вопрос об «идеализме» своего учителя академик А. Е. Ферсман умело обходит. Лакоично (и точно) он пишет:

«В[ернадский] широко интересуется также историческими, философскими и общественными науками» (БСЭ. Т. 10. М., 1928. Стб. 303).

Несколько лет спустя «ошибку» Ферсмана достаточно решительно «исправляет» Малая советская энциклопедия (Т. 2. М., 1934. Стб. 376). В посвященной Вернадскому заметке без подписи говорилось: «По своему мировоззрению — сторонник идеалистической философии; в научных работах проводит идеи «нейтрализма» науки, выступает в защиту религии, мистики, «исконности жизни и живой материи» и ряда виталистич. и антиматериалистич. концепций, отрицая материалистическую диалектику». В дальнейшем формулировки несколько смягчаются, становятся более осторожными. В 1951 г. ученики Вернадского А. П. Виноградов и К. А. Власов пишут: «Будучи в области естественнонаучных исследований стихийным материалистом, вскрывая объективные диалектические закономерности природных явлений, Вернадский в то же время высказывал иногда идеалистические взгляды» (БСЭ. 2-е изд. Т. 7. М., 1951. С. 502).

⁷ Ольденбург Сергей Федорович (1863—1934), востоковед, с 1904 по 1929 г. непреременный секретарь Академии наук, друг Вернадского.

⁸ Заварзин Алексей Алексеевич (1886—1945), гистолог, академик, в 1922—1936 гг. профессор кафедры гистологии и эмбриологии Военно-медицинской академии.

⁹ Так в тексте: кого обозначает «Я», пока неясно.

¹⁰ Сукacheв Владимир Николаевич (1880—1967), ботаник, лесовед и географ, академик, в 1946—1963 гг. — президент Всесоюзного ботанического общества.

¹¹ Знак вопроса относится здесь не к предложению в целом, а к термину «вернадскизм», который, обозначая некий «новый» философский ярлык, сам по себе для Вернадского был неожиданным и непривычным и, вероятно, в немалой степени его озадачил.

¹² Волгин Вячеслав Петрович (1879—1962), историк и общественный деятель, в 1930—1935 гг. — непреременный секретарь Академии наук.

¹³ Лукин Николай Михайлович (1885—1940), историк, академик. Жертва сталинского террора.

31 мая. Стар. Петергоф. Дом отдыха ЦКБУ. Садовая ул.

Зимний дом, комн. № 5.

Принцип предельной скорости. Если его развить, то возможно допустить существование явлений, скорость которых больше скорости света.

Принцип предельной скорости указывает, что в данной среде скорость какого-нибудь явления не может превышать некоторого предела, при котором явление разрушает среду.

В таком случае в материальной среде **звук** дает нам предельную скорость, различную в разной среде. Если принять явление, распространяющееся как **свет** в среде нематериальной — то, что называли и называют эфиром — и считать его проявлением лучистой **энергии**, то скорость света даст максимальную скорость — большая скорость будет разрушать эфирную среду и не может наблюдаться как природное явление.

Если допустить, что есть ряд явлений, которые происходят не в материальной и не в эфирной среде, — для них может существовать скорость большая, чем скорость света. Такова передача мыслей?

2 июня, утро

Все время мысль очень хорошо и глубоко работает — частью сама, частью в связи с чтением. (...)

Для Времени и Пространства натуралист может идти своим путем — изучать их, как всю окружающую природу. Его изучение будет иное, чем изучение физика, который строит математические построения, модели.

Первый вопрос, который сейчас ставится, это вопрос о том, имеет ли **Время** и **Пространство**, в котором совершаются события — явления Природы, вне нашего внутреннего процесса, вне нашего **я**, — **строение**?

В тех обобщениях, в которых философы или философствующие физики принимают «абсолютное» **Время** и **Пространство**, они устанавливают скрытым образом предположение, которое, мне кажется, не отвечает реальности. Они считают **Время** и **Пространство** изотропным, аморфным. Для явления жизни пространство не изотропно — а для Времени это ясно во всех необратимых процессах.

Изучение их **строения** является сейчас основным. К полученным при этом результатам должны будут подвести свою мысль и философы, и теологи.

*

В связи с этим для меня ясна и причина такого недоразумения. Упущение углубления понятия **симметрии** в философии. Введение работы над ним в философию должно не только оживить, но углубить и резко изменить философскую мысль.

«Длительность» — «durée» Бергсона¹ — должна стоять в теснейшей связи с биологическим временем. Реально биологическое время определяется реальным основным явлением жизни — сменой поколений, размножением. В основе этой смены — свойства атомов. Характер их движений.

Гюйо² — прямой предшественник Бергсона. Вспоминается мне сейчас Горная Щель в Крыму у Ялты, где в даче (сейчас разрушенной) помещалась ЧК при занятии Ялты, и Моисеев, директор Музея, у меня там бывавший, не мог ничего спасти; кажется, и склеп П. А. Бакунина³ разрушен — там я с большим интересом читал работу об Эпикуре.

Удивительно, как неглубоко даже широко образованные люди вдумываются в проблему Бога. Напр[имер], Сергей [Ольденбург] рассматривает Бога со всеми грубыми признаками, какие прилагает ему суеверие. Он говорит на мои возражения, что иной Бог — есть Бог философов! Люди поддаются течению и выбирают безопасные ручьи. Выставка академическая (!), во многом невежественная и грубая, служит прекрасной иллюстрацией⁴.

В молодости, когда я был смелее — или, вернее, больше интересовался философскими построениями — я допускал бессмертие личности, но не видел места единому Богу. Мне казалось — это кажется и теперь — что человек, искренне верующий

и глубоко чувствующий бытие, будет ли это глубина Природы или человеческой души, может быть всякой религии и принимать всю пользу научного знания. Древний верующий Грек может принимать всю современную науку⁵.

Но единство Природы — едва ли отражение нашей индивидуальности? — требует единого Начала. И в этом смысле тот Бог, которого мы видим у таких ученых и философов, как Александр, Уайтхед, Льюис⁶, вполне отвечает научному знанию.

Научное знание, охватывающее часть человечески доступного, придает ему форму Порядка Природы.

Сейчас же создается утонченный фе-тишизм, т[ак] к[ак] борьба против Бога принимает форму замены одного суеверия другим.

В своих исследованиях наука прежде всего должна идти эмпирически: вести опыт, поставив проверку эмпирического обобщения в первую очередь, гипотезы — во вторую. Она должна пользоваться результатами философской мысли при анализе понятий — аналогично математ[ической] символической. Художественные, философские, религиозные, космогонические представления должны играть второстепенную роль.

Математ[ическая] физика играет ту же роль, как философия, отходя от точного соприкосновения с действительностью?

¹ Бергсон Анри (1859—1941), французский философ и социолог, лауреат Нобелевской премии.

² Гюйо Жан Мари (1854—1888), французский философ.

³ Бакунин Павел Александрович (1820—1900), земский деятель, брат Михаила Бакунина. В конце XIX в. с П. А. Бакуниным (как и с другим братом — А. А. Бакуниным) Вернадского связывали дружеские отношения и общие интересы на почве общественной деятельности.

⁴ Очевидно, имеется в виду организованная в Ленинграде в Академии наук тематическая выставка по проблемам религии и атеизма.

⁵ Подробнее об отношении Вернадского к религии и проблеме бессмертия личности см.: М о ч а л о в И. И. Л. Н. Толстой и В. И. Вернадский // Русская литература. 1979. № 3; О н ж е. В. И. Вернадский и религия // Вопр. истории естествозн. и техники. 1988. № 2.

⁶ Александр Сэмюэл (1859—1938), английский философ; Уайтхед Алфред Норт (1861—1947), английский философ, логик и математик; Льюис Кларенс Ирвинг (1883—1964), американский философ и логик.

9 июня, утро

«...» «Биологическое время» со своей меркой (minim[um] — смена поколений «...») есть реальный основной эмпирический факт естествознания. Необходимо принимать его без всяких ограничений, вносимых абстракциями физика ли, психолога или метафизика.

Время выражается существованием жизни — генетического единства живого биосферы.

Это, мне кажется, глубоко сознавал Плотин «...». Странно, что современные философы не пошли по этому пути.

Время-Пространство составляет в формуле «Время — Пространство — Жизнь» все

содержание современной науки в ее наиболее отвлеченном (это не значит полным и верном — наоборот, явно неполном и неверном) выражении. Материя и энергия не отделены от времени-пространства, которые имеют свое строение.

Стоя на эмпирической почве, необходимо глубже проанализировать явление смены поколений. Что можно получить сейчас из этого явления для понимания времени?

Смена поколений, у всех организмов. Временами среди данной чреды поколений — морфологическое резкое изменение («мутация»), связанное с изменением средней [продолжительности] жизни поколения. Всегда [ли это] новое число? Следствие ли морфологического изменения или же основной факт хода биологичес[еского] времени? Всегда ли увеличивается или же есть уменьшение? Для человека увеличивается. Как для растений?

Продолжительность жизни индивида должна отличаться от длительности смены поколений. Напр[имер], деревья [—] какой-нибудь дуб. Поколение определяется временем от первого прорастания семян до первого плодоношения. Индивид может исполнять эти функции неопределенное время?

Развить и разработать вопрос о биологической единице времени и биологическом времени.

Кругового процесса явно нет.

Когда смена поколений разворачивается, создается живой мир. И время, и пространство этим проявляются. Как время заполняется жизнью нацело, так к этому организм стремится и для пространства.

Тут есть более глубокое явление: для пространства основное положение энергетики — достижение устойчивости; задерживается это проявление внешними препятствиями. А для времени то же самое? Энергия «управляет», т. е. определяет пространство-время.

Можно видеть в этой смене поколений не создание, а раскрытие? Весь органический мир уже в своем содержании заключал то, что разворачивается в смене поколений. В этом, м[ожет] б[ыть], самое глубокое свойство организма и в единице — индивидууме, и в целом. Живая природа — единый организм; смена поколений — его функция.

Развить.

Сегодня с утра — встал в 6 — взялся за писание. Все эти дни думал и углублялся, и читал, и разговаривал, и просто думал. Больших вопросов касался в разгово-

рах с Дм. Ив.¹, Глебовым, Чистовичем². 1-го января 1929 (в связи с нашим 30.XI³) Дм. Ив. писал (получил только теперь здесь): «Ты умеешь сочетать свой скептицизм с горячей верой в вечное, и вера эта растет в стройное и большое целое. Скепсис сам себя подрывает, и вера обещает залить всю душу».

Тут нет противоречия. Удивительно, как трудно передать ясно другим свою мысль. Я встречаюсь с этим постоянно, и только отчасти это связано с тем, что я не могу передать свою мысль целиком словами. Непрерывно вспоминаю чудный образ Тютчева: «Мысль изреченная есть ложь».

Я философский скептик, т. е. я считаю, что философия по существу не может нас привести к истине, равной по силе и общеобязательности той, которая — в своей области — достигается наукой. Философия в целом, во всем многообразии живых ее систем и исканий, м[ожет] б[ыть], охватывает поле духовной жизни, равноценное с наукой. Наука — область которой ограничена — достигает общеобязательных истин. В основе науки — научные факты и эмпирические обобщения, философия же ухватывает и их интересуют преходящие научные теории.

Это различие вытекает из того, что философия берет из окружающего нас любое явление, любой предмет, его абстрагируя, рационализируя — т. е. его ограничивая. Наука идет тоже этим путем, но не отходит во всем дальнейшем ее движении от «земли», от предмета или явления. В логических следствиях из философского построенного предмета или явления и из научного факта того же предмета или явления — мы приходим нередко к противоречиям.

Прочен только научный факт.

Упадок научной мысли и научного творчества связан всегда был с переоценкой достижений философии или религии. Эта переоценка — для философии — и сейчас угрожает нашей стране. Даже такие люди, как Митя [Шаховской], думают, что она [философия] стоит по своему значению выше науки и является одним из высочайших достижений человечества. А кругом в диалектическом материализме, в ленинизме мы видим ту же утопию, но проводимую огнем и мечом, инквизиционным путем.

Всегда — в эпоху первых веков христианства, в Индии в эпоху буддизма, в расцвете мусульманской теологии — мы наблюдаем то же самое: отход от научной работы лучших умов. Этим достигалось вымирание научного творчества. Вероятно, то же наблю-

далось и в Китае (конфуцианство — по сути, очень схожее с коммунизмом и ленинизмом), вероятно, в Египте.

Может ли иметь успех попытка коммунизма и ленинизма привести к замиранию научной работы в нашей стране? Мне кажется, мировое положение научной работы сейчас едва ли это допустит.

¹ Шаховской Дмитрий Иванович (1861—1939), общественный и политический деятель, внук декабриста князя Ф. П. Шаховского, исследователь творчества П. Я. Чаадаева, друг Вернадского. Жертва сталинского террора.

² Возможно, имеется в виду ленинградский патологоанатом Ф. Я. Чистович (1870—1942). Относительно Глебова каких-либо данных найти не удалось.

³ День Братства, образовавшегося в 80-е годы прошлого века в Петербургском университете. В Братство входили крупные ученые и общественные деятели — В. И. Вернадский, С. Ф. и Ф. Ф. Ольденбурги, А. Н. Краснов, Д. И. Шаховской, И. М. Гревс, Н. Г. Ушинский, А. А. Корнилов и др. Подробнее об этом см.: Аксенов Г. П. Сила братства // Природа. 1988. № 2. С. 82—93.

10 июня

Основное различие между основами научной работы и построениями философии заключается в том, что построения последней находятся на базисе, неизбежно отличающемся от реальности.

Два явления:

1. Философия исходит из понятий, слов, которые, конечно, не могут охватить все явление до конца: «Мысль изреченная есть ложь». Наука тоже основывается на понятиях и словах — но она никогда не считает, что эти понятия-слова выражают всю реальность. Она всегда обращается к явлению и его проверяет. Мы видим, как изменяются в ходе роста научного знания те же самые понятия (напр[имер], атома, понятие распределения суши и океана или период[ическая] система элементов).

2. Философия поэтому всегда берет научное понимание явления — понятие-слово — данного момента и развивает его во всех последствиях, логически его отчеканивая до конца. Если в ходе научного знания понятие-слово меняет свое содержание — построения философии в значительной мере рушатся, — но глубокая работа мыслящей личности не пропадает, т[ак] к[ак] логическая отчеканка не есть машинный процесс, а разные люди идут более или менее глубоко, а ныне идут так глубоко, как никто из современников и потомков. Таков ген[иальный] Платон.

Это касается не только медкого, но основных вопросов — напр[имер], пространств.

Будущее и власть в нем, по-видимому, будет принадлежать людям науки.

У нас меня угнетает бездарность новых официальных философских исканий при даровитости народа.

Пропущено в философских построениях его строение, его состояние — все учение о реальной симметрии мира.

Космогонические и научно-гипотетические построения науки, ход математического построения — аналогичны.

Настоящее содержание науки — научное фактическое описание Картины природы. Только она достигает общеобязательности.

Сейчас вся страна приведена в движение. Совершается огромное дело. Но никто не может сказать, к чему приведет. Три корня: 1. Социалистическая мысль в коммунистической форме. 2. Диктатура организ[ованной] привилегированной касты, фактически наследственно передаваемой. 3. Старые навыки полицейского государства без всякого идеологического удержива.

Старый приказ Моск[овского] Госуд[арства] (дело Государево). — Слово и дело. — Никол[аевская] жандармерия. — Провокационные инквизиционные процессы.

Кто сильнее? И что выйдет из этого? Настоящий творец революции — стремление крестьян к земле и их ненависть к угнетению, вековые — изжиты, кажутся побежденными?

Но идет опыт интереснейший. Применение новейшей техники при насильном рабстве ее создателей, огромная воля действия. Сталин, может быть, крупнее Ленина — во всяком случае, нашлись люди большие и крупные. Им ничего не мог противопоставить режим.

Максимум усилий — minimum результата. Но максимум очень велик. И результат может быть тоже большой — если только выдержит народ. Но народ всегда выдерживает больше, чем ожидает возможным ум. И не только русский народ выдерживает.

Помню разговор с Рязановым², когда я осматривал его институт в последнюю поездку мою в Москву, в хлопотах о моей загранице³. Уходя, он мне говорил: «Даже если 2/3 [усилий] получают благопр[иятное] разрешение — выйдет огромное дело». Я ответил: «Я думаю, что даже если будет чет и нечет — 1/2 — и то будет

большое [дело], хотя страшной ценой. Но выдержит ли народ?». Он с уверенностью: «Выдержит, выдержит! Русский мужик выдержит!»

Поразит[ельно] отсутствие предвидения при «плановости». Для того, чтобы создать новое важное или таким кажущееся — разрушается существующее.

М[ожет] б[ыть], от этого в окружающей жизни не видно ни малейшей устойчивости и улучшения. Все на бивуаке.

Нельзя предвидеть? Задача поставлена непосильная, как думают некоторые?

¹ Оценка Вернадским Сталина эволюционировала. Особенно существенные изменения она претерпела в годы Большого террора и последующее время. См., напр.: Вернадский В. И. «Коренные изменения неизбежны...» (Из дневника 1941 года). // Лит. газ. 1988. 16 марта.

² Рязанов (Гольдендах) Давид Борисович (1870—1938), деятель российского революционного движения, исследователь и издатель произведений Маркса и Энгельса, академик, в 1921—1931 гг. директор Института К. Маркса и Ф. Энгельса. Жертва сталинского террора.

³ Институт К. Маркса и Ф. Энгельса Вернадский посетил в 1930 г. во время кратковременной поездки в Москву. В 40-е годы в своей «Хронологии» к этому эпизоду он возвращается дважды (Архив АН СССР. Ф. 518. Оп. 2. Д. 45. Л. 145; д. 47. Л. 93). «Этот осмотр, — писал он, — произвел на меня огромное впечатление. Поразительные по величине и значению архив и библиотека. Такого мощного исследовательского центра научной работы в области гуманитарных наук я не представлял себе возможным».

11 июня, утро

Пересматривая некоторые такие записи старых лет, которые я откладывал в папку последние два года, когда находил их среди ворохов бумаг — я вижу, что целый ряд мыслей, которые мне кажутся новыми, уже долгие годы мною охватывались.

Удивительно, как забывается, и, с другой стороны, «забывается» — есть процесс, не отвечающий реальному содержанию личности.

Но вдумываться в себя я не люблю. С молодости, когда я ясно понял, что в человеческой личности много есть научно не охватываемого и не охваченного — я пошел по другому пути, по [пути] углубления в природу, т[ак] к[ак] ясно сознавал, что по двум путям углубляться невозможно.

Мой лунатизм — наследственный, нервный страх временами, бывавшие при этом галлюцинации явно показали мне, что если не взять себя в руки, то можно уйти далеко, п[отому] что есть кругом и внутри нас такие способности личности, которые вводят

ее в область каких-то неизведанных и неизвестных в своей объективной основе переживаний. Я помню, что первое серьезное стремление остановить — из-за страха? — это своеобразное проявление моей личности было у меня мальчиком, после смерти Коли (1874). Я старался забыть и забыл его образ. Постепенно образы близких исчезли из моих снов. Последние проявления галлюцинаций (и ощущений) исчезли или замерли, мне кажется, уже в 1870-х годах. Но я потерял некоторые способности: вызывать в образах лица близких, дорогих — ни во сне, ни наяву. Я что-то остановил в своей природе².

Иногда жалел, что погасил, а не развил эту способность. Реально несколько раз интересовался этими явлениями — но очень осторожно. В молодости — в последних классах гимназии, [в] первые годы Университета интересовался гипнотизмом и т. п., читал и думал. Второй раз в Париже под влиянием Гольштейнов³ — интересовался Англ[ийским] психич[еским] общ[еством] (много прочел)⁴. <...>

И затем от времени до времени.

Твердо и ясно сознаю, что какая-то

сторона видения⁵ мною в моей личности установлена.

Ни в философии, ни в религии нет чувства (или идеи) бесконечного развития —

только в науке (мысли 31.VII.1904 — был где-то в Вернадовке или в Полтаве?).

Эта забытая мною правильная мысль для идеи прогресса.

¹ Вернадский Николай Иванович (1851—1874), сводный брат Вернадского, родившийся от первого брака его отца Ивана Васильевича Вернадского (1821—1884) с Марией Николаевной Шигаевой (1831—1860). Безвременная смерть старшего брата (в Харькове, где тогда проживали Вернадские), одаренного юноши, возбуждавшего в семье большие надежды, и общего любимца, потрясла 11-летнего Володю. Отголоски тех детских переживаний, о чем свидетельствуют прежде всего дневники, сопровождали Вернадского всю жизнь.

² В последние несколько лет жизни Вернадского галлюцинации, как и сновидения с участием близких ушедших из жизни людей, возобновились, причем, если судить по записям в «Дневнике», в яркой и сильной форме.

³ Имеется в виду проживавшая в Париже семья Александры Васильевны Гольштейн, с которой был близок М. А. Бакунин. Вернадский познакомился и подружился с А. В. Гольштейн во время своего пребывания во Франции в научной командировке в 1888—1890 гг.

⁴ Общество для изучения психических явлений основано в Лондоне в 1882 г. и существует поныне. В европейской культуре создание Общества положило начало парапсихологии как направлению систематических исследований и наблюдений. Общество издавало труды, с которыми знакомился Вернадский. Подробнее о его отношении к парапсихическим явлениям см.: Вернадский В. И. Философские мысли натуралиста. М., 1988. С. 211—212.

⁵ Думается, что в контексте сказанного Вернадским ранее, слово «видение» включает в себе емкое содержание и должно быть истолковано как «видение мира, человека и самого себя».

15 июня

Годы идут. Настала старость. Но, в общем, я ее не чувствую — в работе мысли. Физически, конечно.

Смерть никогда меня не страшила. Она не страшит и теперь.

Как всегда, меня удивляло чувство удовольствия работой («наслаждения») или жизнью, с которым я часто встречался и которое мне чуждо, — так же чуждо мне чувство смерти.

Я не испытываю наслаждений в научной работе. Даже научные достижения очень крупные, мне кажется, которые выпали мне на долю, не дают мне испытывать то, что испытывают, как мне кажется, другие. Мне хочется знать, но не радоваться или наслаждаться достижениями знания...

Со смертью реально я встретился 11-летним мальчиком, когда умер брат Коля. Мелкие подробности я помню до сих пор. Они запечатлелись как образы — например, возвращение с похорон в коляске на своих лошадях из кладбища и даже те пирожки, которые я тогда ел! Помню переселение отца во время болезни [Коли] ближе к комнате брата под антресолями или около лестницы. Помню друга брата, чиновника банка Петра Андр[еевича] Чугаева... И в то же

время я принял это все, как ... с одной стороны [м[ожет] б[ыть]], это мое объяснение теперь, но мне кажется, [что] бессознательно — но реально — я это чувствовал и тогда), неизбежное следствие из существования, с другой — не видел никакого диссонанса в уходе¹. Был страх близости с ушедшим, и я старался не видеть его во сне. Не задумывался над формой, в какой длится существование после смерти, но полное исчезновение мне тогда не представлялось следствием смерти.

В общем, это настроение осталось на всю жизнь.

И сейчас смерть не представляется мне сколько-нибудь страшной, и я не ищу ее разгадки. Все решения вопроса о ее сущности — религиозные или философские, признающие загробное существование или его отрицающие, — представляются мне детским лепетом, далеким построением от реального.

Загадка мира — движения, организма, пространства, времени — сейчас так далека от понимания, что напрасным было бы к фантастическим построениям о смерти прибавлять новое — а их множество возможно. Метампсихоз — наиболее глубокая схема². Индийские представления наиболее мощны.

Но путь решения здесь не может привести к удовлетворению.

Научное решение — нет методов. Психичес[еские] и спиритич[еские] искания не могут отбрасываться, но я предпочитал и пред-

почитаю свою научную мысль направлять на другое.

¹ По прошествии более полувека после смерти брата Владимир Иванович свое тогдашнее отношение к этому печальному событию рисует как якобы несколько «отстраненное» и весьма рационалистичное, оговариваясь, правда, что, «может быть, это мое объяснение теперь». Это так и есть. Его детские и юношеские записи, значительно более приближенные к тому времени, рисуют совершенно иную картину глубоких личных переживаний.

² Метампсихоз (метампсихоза) — оживление, переодевание; один из поздних греческих терминов для обозначения переселения душ. Религиозно-философские учения о метампсихозе наибольшее развитие получили в Индии (Сансара, Карма), а также в Древней Греции (орфизм, пифагоризм).

16 июня¹

Меня чрезвычайно занимают сейчас области холода в земной коре — в частности, существование подземных вод, более холодных, чем средняя температура воздуха данного места. Такие воды есть в Америке (Роджерс — Великие Озера)².

Сейчас [в этой области] не увязаны наши знания — в связи с новыми открытиями.

Область твердой фазы воды (криосфера Добровольского)³. Она отделена от космическо[го] пространства. Первый⁴ не учитывает новый факт: тепловая оболочка⁵; стратосфера всецело в криосфере; тропосфера постоянно местами (полюсы — примерно до 60° с. и ю. ш.).

Ледниковые массы — вечная мерзлота: огромные пространства. Как глубоко идет: >100 м, а ниже холодные пластовые воды, характер CO₂ на глубинах, выше 100 м (давление 23—25 атм)⁶.

Объяснение холодной воды Океана — правильно ли Цепритцевское: холодные течения от приполярных областей идут вниз⁷.

Исконное? — Вечная мерзлота — климатически нормальное явление.

Есть ли холодные грунтовые и пластовые воды с температурой ниже 0° в местностях, где средняя температура воздуха выше 0°?⁸

¹ Запись нуждается в некотором пояснении.

На рубеже 20—30-х годов Вернадский вплотную приступает к реализации давно вынашиваемого замысла — разработке грандиозной, по самому большому счету, проблемы природных вод в их комплексном и всестороннем охвате — проблемы, фундаментальное естественнонаучное и мировоззренческое значение которой для него было очевидно. На эту тему он выступает с рядом лекций, докладов, статей (в том числе и в «Природе»). Итогом стало обширное исследование «История природных вод», составившее II том «Истории минералов земной коры», а также работа «Опыт гидрохимии вод Земли», впервые увидевшая свет только в 1960 г.

Однако какие бы глубины этой проблемы ни захватили ум Вернадского, перед ним, говоря его же словами, «вопросов и задач являлось все больше». Именно с этой точки зрения и следует рассматривать запись от 16 июня: это как бы некий моментальный снимок процесса научного поиска, а зафиксированные на нем «вопросы и задачи» поэтапно разрешаются Вернадским сначала в одном из выступлений в Академии наук в 1931 г., затем в докладе на заседании академической Комиссии по вечной мерзлоте в декабре 1932 г. и, наконец, в статье «Об областях охлаждения в земной коре», опубликованной в 1933 г. в «Записках Гидрологического института» (т. X. Л., 1933. С. 5—16), а также в «Истории природных вод», где этим вопросам посвящено множество страниц.

Действительно ли разрешаются поставленные Вернадским 16 июня «вопросы и задачи»? Судить об этом специалистам. Отмечу только основную тенденцию последующей эволюции размышлений Вернадского: его мысль развивается по линии все большего обобщения — проблема природных вод перерастает в еще более фундаментальную проблему Земли как планеты и ее взаимодействия с ближним и дальним космосом, а значит, первоначальная, «старая» проблема как бы «омолаживается», вновь осмысливается и переосмысливается, что и находит отражение, в частности (и в особенности), также и в итоговой «книге жизни» Вернадского «Химическое строение биосферы Земли и ее окружения», опубликованной в 1965 г. и повторно изданной в 1988 г.

Впрочем, возможность, если не логическая принудительность отмеченного перерастания первоначальной проблемы в новую, предельно обобщенную, имплицитно уже содержится и в «Истории

природных вод», и в статье «Об областях охлаждения в земной коре». Вернадский существенно расширяет криосферу А. Б. Добровольского (см. комментарий 3): его область охлаждения Земли исключительно мощна, она охватывает почти всю толщу Мирового океана, стратосферы, тропосферы и подземной гидросферы, при этом постоянно взаимодействуя с космосом. Право же, дух захватывает, когда в «Истории природных вод» читаешь, например, §§ 30—37 («Вода в космосе») или §§ 58, 59 (о криосфере Земли).

В статье «Об областях охлаждения в земной коре» Вернадский писал: «Должны встречаться при бурении воды, которые будут с больших глубин нести холодную воду, ниже средней температуры воздуха данной местности. Американский геолог Роджерс давно, в 60-х годах XIX в., описал такой район в области Великих озер, в области высшего оледенения Северной Америки; он указал на вхождение в геологические отложения в ближайших местах ископаемого льда и как его остатков — холодных вод» (Вернадский В. И. // Избр. соч. Т. IV. Кн. 2. М., 1960. С. 648).

³ Криосфера — оболочка Земли, характеризующаяся отрицательной или нулевой температурой, при которых вода может существовать в твердой фазе (лед, снег, иней и др.). Термин «криосфера» предложен польским ученым А. Б. Добровольским. В «Истории природных вод» Вернадский писал: «Прав А. Добровольский (1924), говоря о существовании на нашей планете криосферы — ледяной оболочки. Она сосредоточена в биосфере. Ее наиболее яркую форму дают подвижные снежные тучи и рассеянные на необозримых пространствах снежинки тропосферы и за областью собственно биосферы снежные массы стратосферы. (...) В работах А. Б. Добровольского впервые твердая фаза охвачена как закономерная часть строения земной коры, как криосфера» (Вернадский В. И. Там же. С. 41, 263).

⁴ Слово «первый», скорее всего, относится к А. Б. Добровольскому.

⁵ Вероятно, имеется в виду тепловой баланс системы Земля — атмосфера, устанавливающийся в 60-километровом слое над земной поверхностью (верхняя его граница примерно соответствует границе стратосферы). Вопрос этот специально рассматривается в § 7 статьи «Об областях охлаждения в земной коре» (см.: Вернадский В. И. Там же. С. 643—644).

⁶ См.: Вернадский В. И. Там же. С. 637, 646, 648—649.

⁷ Это объяснение критически обсуждается в «Истории природных вод» (Вернадский В. И. Там же. С. 63, 220—221).

⁸ Вернадский склоняется к положительному ответу на этот вопрос (см.: Вернадский В. И. Там же. С. 42—43, 648).

20 июня

Огромное впечатление произвел на меня Пиккар и его полет в стратосферу¹. Еще недавно это понятие о стратосфере не употреблялось, и в Париже в 1923 году я еще минуту задумался, пока его ввел — со всеми последствиями — в мою «Геохимию»². А сейчас из такого строения выводы сделаны³. О Пиккаре узнал несколько дней тому назад из «Известий» и «Красной Газеты». Эти бездарные и во многом невежественные (в области естествознания и точного знания) «газеты» об этом напечатали. В «Nature» еще нет.

А между тем, отсюда ясен вывод: человек выйдет из своей планеты. То, что являлось в фантазиях XVIII века и у Жюль Верна или Лассвица⁴ — то сейчас для моих детей⁵, [может] б[ыть], будет реальностью?

Это не случайность. — Следствие космичности жизни!

То, что творится сейчас, глубочайше интересно. Максимум работы — минимум результата. Но даже если 1/2 удастся (чет

и нечет) — то будет огромный результат. Но самое трудное впереди: мало построить — надо ввести в жизнь, т. е. ввести устойчиво — а пока этого совершенно нет. Бивуак в полном смысле слова. Для того, чтобы достигнуть сейчас выдвинутого, разрушается — без нужды — то, что установилось.

Но меня сейчас интересует не эта критика, а интересует проявление воли, которая показала, что могут получить реальность огромные задачи колоссального научного значения.

Впереди время науки — царство крупных диктаторов-ученых.

Сейчас попытка провести это при помощи ученых, поставленных почти в положение рабов (а иногда прямо в положение рабов) — но на этом прочного ничего не построишь.

Верен идеал — царство науки. В разговорах с коммунистами многими я не скрываю своих мнений. Мне чужд капиталистический строй, но чужд и здешний. Царство моих идей впереди, и так же, как неожиданно для себя сейчас русские революционеры получили власть и благодаря крупным людям (Ленин и Сталин), прежде

всего [их] воле и желанию, пошли по новым путям — пойдут по ним те, которым ход событий, глубже лежащий, чем человеческая

мысль и воля, — естественный, стихийный процесс — даст силу, власть и мощь.

Я, конечно, до этого не доживу.

¹ Первый в истории полет в стратосферу осуществлен О. Пиккардом и его ассистентом П. Кипфером 27 мая 1931 г. Стратонавты поднялись на высоту около 16 км.

² «Геохимия» Вернадского вышла в 1924 г. в Париже на французском языке.

³ Существование стратосферы было установлено в конце прошлого и начале нашего века французским метеорологом Л. Ф. Тейсферан де Бором (1855—1913) и немецким аэрологом Р. Асманом. Это открытие высоко оценивалось Вернадским. См.: Вернадский В. И. // Избр. соч. Т. IV. Кн. 2. С. 230, 643). Весной 1934 г. Вернадский принял участие во Всесоюзной конференции по изучению стратосферы, где выступил с программным докладом «Биосфера и стратосфера». В конференции участвовали также С. П. Королев, С. И. Вавилов, другие крупные отечественные ученые; по болезни не смог прибыть К. Э. Циолковский, но его доклад опубликован в итоговых «Трудах» конференции.

⁴ Скорее всего, имеется в виду немецкий философ и историк атомистики К. Лассвиц (1848—1910).
⁵ Дети Вернадского: Вернадский Георгий Владимирович (1887—1973), историк, профессор Йельского университета (Нью-Хейвен, США); Вернадская-Толь Нина Владимировна (1898—1987), врач-психиатр (Чехословакия; США).

12 октября [Ленинград]

Недавно были созданы представители лабораторий горн[ых] и геол[ого-] разв[едочных] учр[еждений]. Там был прислан представит[ель] Ком[мунистической] акад[емии] — какой-то «философ». Совещание было собрано в виду того, что в работе лабораторий мало проявляется диалект[ический] материализм. Обсуждался вопрос о классиф[икации] наук. Геохимия не была включена на «должное» место, по мнению какого-то из ее сторонников, сославшегося на мою книгу¹.

«Философ» вознегодовал, заявил, что доказано, что Вернадский — реакционер, что надо, наконец, с ним не считаться, что он завел науку в тупик и что явления равновесия, на которые он ссылается, не существуют.

Встретил отпор. Указали, что когда строилась классификация наук, то геохимия не существовала, что есть два рода равновесия, — статические, которые имеют значение в философии, но не имеют значения в науке, что отрицать динамические [равновесия] немислимо при соврем[енном] состоянии науки (Стáрик)²; что «философ» путает и т. п.

В конце концов, назначено новое заседание, и он призовет большего специалиста.

Жебелёв рассказывал об ужасном состоянии Крашенинникова³, классика, старого профессора из Юрьева, под 70 лет. [Осуж-

ден] невинно по доносу. Сослан в Алма-Ату — по этапу [в] 15—18 дней. Больной. Ограбили в пути. Без средств. Голодает.

Г[орные] и геол[ого-]разв[едочные] учр[еждения] интригуют против Ферсмана⁴. Сохранилось прежнее печальное стремление Геол[огического] комитета⁵ захватить и монополизировать в своих руках всю работу, не сознавая и в прежнее время непосильность этого для него. А сейчас, когда 1/2 — если не больше — «геологов» невежественные неучи — это из трагикомического становится трагичным.

Интересный разговор с Д. С. Рождественским⁶. Считает, что в науке прошло время «гениев», что сейчас — как муравьи — организации тысяч химиков вполне заменяют крупнейших личностей. Что научное движение обезличивается. Все равно, погиб, напр[имер], Мозли⁷ — и все же то же самое будет достигнуто.

Эта вера сейчас распространена среди коммунистов и в значительной мере определяет их отношение к науке. Среди физиков — благодаря крупным успехам и подбору лиц — это распространено довольно сильно.

Но это — экстраполяция, основанная на упрощении. Забывается организатор.

В Киеве разгром. В академии еще сильнее. Много арестовано. Еще нет облегчения. Сидят, напр[имер], Воскресенский⁸, кто-то из физиков. Была травля Грушевского,

Воблого⁹. Борьба коммунистов-акад[емиков]: Шлихтер → Скрипник¹⁰. В[облый] и Г[рушевский] защищали Скрипника. Грушевский с семьей в Москве. Говорят, ему запрещен въезд в Украину. Хотели арестовать во время сессии: один из его помощников (из галич[ан]) арестован, и в связи с этим против Грушевского выдвинуто обвинение в сношениях с загр[аницей]. Его отстояли Гринько¹¹ и Скрипник. Вся его научная работа разрушена.

В Крыму полный разгром. Сейчас начинается облегчение. Научн[ая] раб[ота] парализована. Арест[ован] Спасокукоцкий, Двойченко выпущен. Жиров¹² (не знаю, что читал — финанс[ы]?) умер в тюрьме — в холодн[ом] подв[але]; отказался признать себя вредителем. Бегут.

Чирвинский, Сушинский, Драверт сидят¹³. В Ташкенте — все ориенталисты арестованы.

¹ Имеется в виду книга В. И. Вернадского «Очерки геохимии», 1-е русское издание которой вышло в 1927 г.

² Стáрик Иосиф Евсеевич (1902—1964), радиохимик, чл.-корр. АН СССР, ученик В. И. Вернадского и В. Г. Хлопина.

³ Жебелёв Сергей Александрович (1867—1941), историк античности и археолог, академик. Крашенинников Михаил Никитич (даты жизни установить не удалось), историк Древнего Рима и Византии, приват-доцент и профессор Петербургского и Юрьевского университетов.

⁴ Ферсман Александр Евгеньевич (1883—1945), геолог, минералог и геохимик, академик, ученик Вернадского.

⁵ Геологический комитет — первое государственное геологическое учреждение России. Создан в 1882 г. в Петербурге.

⁶ Рождественский Дмитрий Сергеевич (1876—1940), физик, специалист в области оптики, академик.

⁷ Мозли Генри Гвин Джефрис (1887—1915), английский физик, специалист в области ядерной физики и спектроскопии, погиб во время первой мировой войны.

⁸ О ком идет речь, установить не удалось. К сожалению, изданные до сих пор в УССР справочники и обзоры развития науки на Украине в отношении персоналий крайне малоинформативны.

⁹ Грушевский Михаил Сергеевич (1866—1934), историк, политический деятель, академик АН УССР и АН СССР. С 1930 г. работал в Москве. Воблый Константин Григорьевич (1876—1947), экономист, статистик, экономгеограф, академик АН УССР.

¹⁰ Шлихтер Александр Григорьевич (1868—1940), государственный и партийный деятель, экономист, академик АН УССР и АН БССР, в 1931—1938 гг. вице-президент АН УССР. Скрипник Николай Алексеевич (1872—1933), государственный и партийный деятель, академик АН УССР и АН БССР, в 1927—1933 гг. нарком просвещения УССР.

¹¹ Гринько Григорий Федорович (1890—1938), государственный и партийный деятель, с 1930 г. нарком финансов СССР.

¹² Спасокукоцкий — о ком идет речь, установить не удалось. Двойченко — скорее всего, Петр Абрамович Двойченко, специалист в области геологии и гидрогеологии Крыма. Жиров — возможно, В. Д. Жиров, крымский экономист.

¹³ Чирвинский — скорее всего, Петр Николаевич Чирвинский (1880—1955) или Владимир Николаевич Чирвинский (1883—1942), оба геологи, первый — ученик Вернадского; кто из них имеется в виду, установить не удалось. Сушинский — вероятно, Петр Петрович Сушинский (1875—?), геолог, ученик Вернадского. Драверт Петр Людвигович — минералог, специалист по метеоритам, поэт, ученик Вернадского.

21 октября

Рассматривая время отдельно от пространства, всегда философская мысль придет к выводам, не отвечающим научным данным, которые исходят из эмпирического обобщения, долго не высказанного: «Пространство — время». Время должно учитывать в «пространстве-времени».

Можно ли применять связанные с временем выводы теории вероятностей в

реальности, в научно построенном космосе?

Что такое случай в природе и можно ли охватывать его математическими законами, выведенными на основании игры, где явление обуславливается свободным движением человеческой личности.

Закон больших чисел есть только одна часть теории вероятностей, другой является вмешивающаяся в процесс, независимая от него воля человеческой личности (свободная воля).

Главным образом для меня неясно, можно ли применять эту схему в случаях

превращения необратимых процессов в обратимые. В наиболее эффективных проявлениях это выражается в сведении природных процессов — в ходе времени — к абсурдным случаям, как к реально возможному. Принимая время безграничным и допуская, что случай является аналогичным тем правилам, какие вносятся в распределение шаров, бросаемых свободной человеческой личностью, не допускающей на себя при этом никакого влияния, признают, что все возможные распределения повторятся при достаточной длительности опыта. Допускают, что чайник, наполненный водой, когда-нибудь при повторении опыта очень большое число раз, поставленный в условия кипения, замерзнет — ибо молекулы воды будут принимать все возможные сочетания, в том числе [реализуется] и случай, соответствующий

замерзанию (Умов¹). С этим связывается даже теория, противостоящая концу мира путем эктропии².

В действительности это невозможно в реальном мире, ибо в нем не может быть независимого от окружающего явления и не может быть бесконечного и независимого от окружающего времени для какого-нибудь одиночного явления в пространстве-времени.

Другое: можно ли назвать случаем явление в данной научной среде³, абсолютно независимое от всего, в ней происходящего. Это тот пример, когда ход данного явления не только не может быть остановлен происходящим в его окружении — но сколько-нибудь усилен или ослаблен⁴. Это как будто процесс, вне среды идущий, и для нее в своем объяснении имеющий характер случайности.

¹ Умов Николай Алексеевич (1846—1915), физик, организатор и популяризатор науки, педагог. Вернадского и Умова связывали многолетние дружеские отношения. В академическом архиве Вернадского хранится ряд писем Умова к нему.

Описываемый Вернадским случай «замерзания» подогреваемого до кипения чайника, как и мысленные случаи, ему аналогичные, в научно-популярной и философской литературе иногда обобщаются понятием «термодинамического чуда».

² В работах конца 10-х — начала 20-х годов, посвященных живому веществу, Вернадский отмечал, что «явление эктропии, обусловленное жизнью», Ф. Ауэрбахом было противопоставлено энтропии, выражающей «сущность Вселенной» (Вернадский В. И. Живое вещество. М., 1978. С. 36). См. в этой связи: Ауэрбах Ф. Эктропизм, или Физическая теория жизни. СПб, 1911; Он же. Царица мира и ее тень: Энергия и энтропия. Пг, 1919. С. 52—58. Вполне вероятно, что в данном случае Вернадский имеет в виду также П. А. Флоренского, который обосновывал взгляд на космос как на арену борьбы двух начал — дезорганизующего (энтропия, хаос) и организующего (эктропия, логос).

³ То есть в изучаемой наукой объективно существующей, реальной среде.

⁴ Вернадский здесь имеет в виду явления радиоактивного распада.

16 ноября

Поразительно невежественны и бездарны «философские» работы благонадежных «мыслителей».

Мне указали «Под знам[енем] марксизма», № 6, 1931, — нечего читать!

Статья И. Презента — проблема научных кадров: стр. 160—177 — против Филиппенко¹.

Говорят, все «цитаты» из Филиппенко переделаны².

Презент — молодой «ученый», кажется, неглупый, но малообразованный; начитанный. Он писал предисловие к «Экспе-

рим[ентальной] зоологии» — посмертн[ой] раб[оте] Филиппенко. Так в его предисловии оказалась ересь! Он покался — но пишет сейчас кто-то другой. Книга из-за этого задержалась³.

Он ни к селу, ни к городу задел в статье меня — помянул статью мою 1915 г., о которой я совсем забыл⁴ — но год назад нашел у Марка⁵. Видел раз, носит мою [статью] на улице: вероятно, отсюда и Презент.

Я еще ее не перечел. Но для меня ясно, что мое приятие войны в 1914 было моральной ошибкой — мой грех⁶.

¹ Филиппенко Юрий Александрович (1882—1930), биолог и генетик. С февраля 1921 г. возглавлял Бюро по евгенике, образованное по его инициативе в составе Комиссии по изучению естественных производительных сил России (КЕПС), председателем которой являлся Вернадский. В архиве

Вернадского хранятся копии его ответов на составленные Филиппенко евгенические анкеты, письма Филиппенко к нему и другие материалы.

Статья небезызвестного И. И. Презента, вскоре ставшего ревностным идеологическим оружием Лысенко, была направлена в основном против общепропагандистских и евгенических воззрений Филиппенко, но не только против них; в ней также «разбираются» Н. К. Кольцов и, главным образом, Вернадский (с него статья, собственно, и начинается).

² Я сверил приводимые Презентом цитаты из трудов Филиппенко с первоисточниками, и вот что обнаружилось. Говорить о том, что Презент искажал все цитаты, конечно, не приходится — это было бы уж слишком... Однако в ряде случаев основания для подобных обвинений имеются. Например, «критиком» берется некий отрывок и цитируется, в общем, верно, но при этом в текст добавляется лишнее предложение, которого у Филиппенко просто нет; или, напротив, из текста убираются какие-то негодные фразы, и текст начинает звучать так, как ему этого бы хотелось; снимаются авторские кавычки, придающие предложению определенный смысловой оттенок, и оно приобретает грубо-прямолинейный характер. Два случая стоит отметить особо.

Филиппенко Ю. Эволюционная идея в биологии. М., 1926 (в 1977 г. книга вышла 3-м изданием):

«Отсутствие поддержки со стороны данных современной генетики в пользу эктогенеза косвенным, правда, образом говорит в пользу автогенеза — развития под влиянием каких-то внутренних сил, заложенных в самих организмах» (с. 202).

Презент И. Проблема научных кадров в освещении буржуазного биолога (К вопросу о партийности науки) // Под знаменем марксизма. 1931. № 6:

«По мнению Филиппенко, все говорит «в пользу автогенеза — развития под влиянием каких-то внутренних сил, заложенных в самих организмах» (с. 162, выделено мною.— И. М.).

Филиппенко Ю. Пути улучшения человеческого рода (Евгеника). Л., 1924:

«Великим злом является падение рождаемости, которое особенно сильно выражено в настоящее время среди тех групп населения, в которых можно предполагать наиболее желательное для общества скопление специальных наследственных задатков. Совершенно ясно, что если дело пойдет так и дальше, если будут наиболее слабо размножаться лучшие элементы и гораздо сильнее худшие, то это быстро приведет к понижению общего уровня данного народа» (с. 166—167).

Презент И. Там же:

«Рассадник талантов — интеллигенция — иссякает, «худшие элементы» нации, рабочие и крестьяне, усиленно размножаются, грозят вытеснить ее «лучшие элементы», надвигается «худшее из зол, могущих постигнуть нацию», нельзя сидеть спокойно, нужны срочные меры! — бросает в мировой эфир сигналы SOS проф. Филиппенко» (с. 174, выделено мною.— И. М.). Замечу, что «худшее из зол...» взято Презентом из большой цитаты из К. Пирсона, приводимой Филиппенко; в контексте всего предложения это звучит так: «Недостаток талантливых людей в момент кризиса есть худшее из зол, могущих постигнуть нацию» (Филиппенко Ю. Указ. соч. С. 167).

³ Книга Ю. А. Филиппенко «Экспериментальная зоология» вышла в Госмедиздате в 1932 г. под редакцией и с предисловием того же Презента (I). Предисловие (на 23 страницах), в сущности, продолжает разное, начатый в журнале. Такой же характер имеют и примечания редактора. В предисловии возникает фигура Лысенко, которого «редактор» четко противопоставляет Филиппенко. Так что если и была у Презента в первоначальном варианте предисловия некая ересь, о которой упоминает Вернадский, то, очевидно, критику он оперативно учел и от ереси избавился.

Обе статьи Презента против Филиппенко, по существу, «реализуют» на практике несколько ранее провозглашенный в «Большевике» призыв «дать анализ конкретных проявлений теоретического вредительства в отдельных областях техники или естествознания». «Большевику», «Под знаменем марксизма», другие официозные и полуофициозные издания стоят, очевидно, у самых истоков разгрома отечественной генетики (да и не только генетики).

⁴ Речь идет о статье «Война и прогресс науки», опубликованной в сборнике «Чего ждет Россия от войны» (Пг, 1915. С. 67—70; переиздана в кн: Вернадский В. И. Очерки и речи. Вып. 1. Пг, 1922; недавно вышло 3-е издание; см.: Вернадский В. И. Начало и вечность жизни. М., 1989. Сер. «Публицистика классиков отечественной науки»). Вернадский совершенно прав, отмечая, что Презент притягивает эту статью в свой опус «ни к селу, ни к городу». Вероятно, на примере еще одного «буржуазного» ученого, отстаивающего тезис об интернациональном и внеклассовом характере науки, ему хотелось показать обратное, подчеркнув при этом, что со «старой» интеллигенцией вообще «коммунистической» каши не сварить и потому «свой пролетарский ученый должен стать массовым явлением» (Презент И. Указ. соч. С. 160).

⁵ Любопытный Марк Маркович, родственник Вернадского по линии жены.

⁶ Отдавая должное самокритичности Владимира Ивановича, следует все же отметить, что его отношение к первой мировой войне (общая оценка ее характера, позиций борющихся сторон, исхода и влияния на будущее и т. п.) было достаточно сложно и неоднозначно и, как об этом свидетельствуют материалы его архива, эволюционировало и отнюдь не укладывалось в простую формулу «прития» (или «непрития»).

Космические исследования

Запуски космических аппаратов в СССР: январь — февраль 1990 г.

В этот период было запущено 10 космических аппаратов, в том числе пять спутников серии «Космос».

«Союз ТМ-9» доставил на орбитальный научно-исследовательский комплекс «Мир» сменный экипаж — космонавтов А. Я. Соловьева и А. Н. Баландина.

Очередной спутник связи «Молния-3» обеспечивает эксплуатацию системы дальней телефонно-телеграфной радиосвязи и передачу программ Центрального телевидения СССР на пункты сети «Орбита» и в рамках международного сотрудничества: те же задачи у спутника связи «Радуга», который выведен на близкую к стационарной орбиту и на борту которого размещена ретрансляционная аппаратура.

На борту спутника «Надежда» установлена навигационная система для определения местонахождения судов морского и рыболовного флотов СССР, а также аппаратура для работы в составе Международной космической системы поиска и спасения судов и самолетов, терпящих бедствие (КОСПАС — САРСАТ).

Основная задача спутника «Океан» — получение оперативной океанографической информации и данных о ледовой обстановке в интересах различных отраслей народного хозяйства СССР и международного сотрудничества. На его борту установлены комплексы сканирующей оптико-механической и радиофизической аппаратуры.

В 1991 г. решено провести на орбитальной станции «Мир» совместную советско-западногерманскую экспедицию длительностью 7—8 сут, в составе которой будет космонавт-исследователь из ФРГ.

Параметры начальной орбиты

Космический аппарат	Дата запуска	перигей, км	апогей, км	наклонение, град	период обращения, мин
«Космос-2055»	17.1	251	280	62,8	89,6
«Космос-2056»	18.1	779	819	74	100,8
«Молния-3»	23.1	642	38 892	63	701
«Космос-2057»	25.1	195	349	62,8	89,7
«Космос-2058»	30.1	650	678	82,5	97,8
«Космос-2059»	6.11	191	2292	66	110,2
«Союз-ТМ-9*	11.11	297	338	51,6	90,8
«Радуга»	15.11	35 903	35 903	1,3	1444
«Надежда»	27.11	975	1032	83	104,9
«Океан»	28.11	655	679	82,5	97,8

* Параметры орбиты после коррекции.

Космические исследования

Завершена очередная экспедиция на «Мире»

В январе — феврале 1990 г. А. С. Викторенко и А. А. Серебров завершали работу на орбите. Главными на заключительном этапе экспедиции были пять выходов в открытый космос.

Первый (8 января) продолжался 2 ч 56 мин. Космонавты установили два звездных датчика, повышающих точность системы ориентации комплекса, и подключили их к общему контуру бортовой автоматики; кроме того, они демонтировали образцы различных материалов, длительное время находившихся в открытом космосе.

Второй выход (12 января) длился 2 ч 54 мин. Был проведен монтаж новых научных приборов и снятие панели с образцами конструкционных материалов, установленных в декабре 1988 г. советско-французским экипажем.

Третий выход (26 января) продолжительностью 3 ч 2 мин впервые осуществлен через люк шлюзового отсека, оснащенного средствами и инструментами для работы в открытом космосе, включая установку для автоном-

ного передвижения. Были продолжены испытания скафандра «Орлан-ДМА», способного работать автономно, без связи со станцией; в частности, проверялась связь с отстыкованными электрофалами.

Были установлены «салазки» для системы автономного передвижения — самоходного кресла. Поскольку по программе в дальнейшем модуль «Квант-2» не будет стыковаться со станцией «Мир», на нем демонтировали антенну системы сближения «Курс». Космонавты смонтировали также две телекамеры (одну японскую) на внешней стабилизированной платформе гермоблока.

Во время двух следующих выходов испытывалось самоходное кресло. 1 февраля с ним работал Серебров: управляя двигателями, он отходил от комплекса на различные расстояния, маневрировал; максимальное удаление от люка составило 33 м; время работы в открытом космосе — 4 ч 59 мин.

5 февраля испытания проводил Викторенко: он отработывал средства управления движением при различных режимах и удалении от комплекса на 40—45 м. Одновременно портативным спектрометром «Спин-6000» он определял радиационную обстановку вблизи комплек-

са. Продолжительность пребывания в открытом космосе составила 3 ч 45 мин.

Космонавты вели и другие исследования. По программе космического материаловедения на установке «Галлар» впервые в условиях микрогравитации выращивались монокристаллы арсенида галлия методом направленной кристаллизации для получения полупроводникового материала с улучшенными характеристиками.

Продолжались измерения уровня ионизирующего космического излучения. Информация от высокочувствительной дозиметрической аппаратуры используется для контроля и прогнозирования радиационной обстановки на траектории полета комплекса.

В экспериментах с биологическими объектами исследовались вестибулярный аппарат и реакции нервной системы у амфибий, ракообразных и моллюсков, а также рост хлореллы и культуры ткани риса.

Очередная экспедиция на «Мир» продолжительностью 166 сут 6 ч 58 мин завершилась 19 февраля 1990 г.; в 7 час. 36 мин по московскому времени Викторенко и Серебров возвратились на Землю в спускаемом аппарате «Союза ТМ-8» и совершили посадку в 55 км северо-восточнее г. Аркалыка.

Космические исследования

«Союз ТМ-9»

11 февраля 1990 г. в 9 ч. 16 мин. московского времени запущен космический корабль «Союз ТМ-9» с экипажем в составе: командир летчик-космонавт СССР А. Я. Соловьев и бортинженер А. Н. Баландин. После формирования монтажной орбиты 13 февраля корабль состыковался с научно-исследовательским комплексом «Мир», и его экипаж присоединился к А. С. Викторенко и А. А. Сереброву. В таком составе космонавты работали до 19 февраля, когда предыдущий экипаж «Мира» вернулся на Землю.

Программа полета, рассчитанная на 5,5 мес., предусмат-

ривает продолжение геофизических и астрофизических исследований, а также экспериментов по биологии и биотехнологии. В апреле к орбитальному комплексу пристыкован специализированный технологический модуль «Кристалл» с аппаратурой для проведения новых исследований по астрофизике, геофизике и биотехнологии.

Как всегда, много времени уделялось технологическим экспериментам: на установке «Галлар» в условиях микрогравитации получены образцы полупроводника — арсенида галлия; в конце февраля завершен длительный 70 ч эксперимент по выращиванию монокристалла теллурида кадмия. Первая партия полупроводниковых материалов, полученных на установке «Галлар», уже передана разработчикам этой аппаратуры — в НПО «Научный центр» Министерства электронной промышленности СССР и будет использована в современном приборостроении.

На электрофоретической установке «Ручей» обрабатывалась технология очистки инсулина; с помощью «Биокристал» выращивались монокристаллы различных белковых соединений; завершен также первый биотехнологический эксперимент, в котором использовалась научная аппаратура, изготовленная в США в соответствии с коммерческим соглашением. В эксперименте «Магнитогравитат» изучалось влияние неоднородного магнитного поля на развитие высших растений. Динамические характеристики комплекса определялись в эксперименте «Резонанс». С помощью аппаратуры «Феррит», рабочий блок которой в январе установлен на внешней поверхности модуля «Квант-2», определялось воздействие открытого космоса на структуру и свойства ферромагнитных материалов.

21 февраля космонавты перестыковали «Союз ТМ-9» с астрофизического модуля «Квант» на осевой стыковочный узел переходного отсека станции, а уже 3 марта к освобожденному узлу пристыковался автоматический грузовой корабль «Прогресс М-3», доставивший топливо, продукты, воду, оборудование и почту.

Космические исследования

«Гермес»

На 1998 г. намечен старт космического корабля многоцелевого пользования «Гермес», разрабатываемого Европейским космическим агентством (ЕКА). «Гермес» мало похож на американские «шаттлы», хотя в основе проекта те же технические принципы. Корабль будет выводить на орбиту не более 3 т полезного груза и экипаж из трех астронавтов. Его главное назначение — обслуживание создаваемой европейской орбитальной лаборатории «Колумбус». Изучается возможность разработки для «Гермеса» специального стыковочного узла, чтобы проводить совместные эксперименты с советским орбитальным комплексом «Мир».

Стартовый вес корабля 21 т, размах крыльев 9 м, длина 19 м. На орбиту его будет вывести ракета-носитель «Ариан-5».

Общая стоимость проекта около 9 млрд марок ФРГ, из них 43,5 % берет на себя Франция, 27 % — ФРГ, оставшиеся 29,5 % распределены между другими членами ЕКА.

Предполагается построить два корабля, которые поочередно раз в полгода будут совершать 10—12-суточные полеты. В течение 15 лет намечается около 30 полетов.

© С. А. Никитин
Москва

Астрофизика

Молекулы при больших красных смещениях

Одна из загадок квазаров — наиболее удаленных объектов Вселенной — удивительно схожий с «солнечным» химический состав их излучающего вещества. Справедливо ли это применительно к веществу поглощающему?

С. А. Левшаков (Физико-технический институт им. А. Ф. Иоффе АН СССР), Дж. Блэк, К. Фолтц и Ф. Шаффи (J. H. Black, C. B. Foltz, F. H. Chaffee; Аризонский университет, США) уточнили верх-

ний предел отношения концентраций молекул CO и нейтрального водорода в направлении на два квазара (PHL 957 и MC 1331+170) с большим красным смещением Z . Спектры этих источников были получены на многозеркальном телескопе Смитсоновского центра и Аризонского университета. Специальная методика, учитывающая спектры фонового излучения неба и теплового излучения детектора, позволила повысить отношение сигнал/шум (20—100 для отдельного элемента изображения). Последующая компьютерная обработка наблюдений с учетом спектра молекулы CO улучшила точность оценки эквивалентной ширины линий в спектре в 3 с лишним раза по сравнению с результатами прежних работ американских авторов статьи.

Полученные результаты должны помочь понять, почему примерно треть всех квазаров с $Z > 2$ имеют «Лайман- α -диски» — системы с подавленным поглощением в диапазоне спектральной серии Лаймана α . Предполагается, что они возникают в дисках удаленных галактик, расположенных на луче зрения между наблюдателем и квазаром. Как правило, для них характерны узкие линии поглощения атомов и ионов, схожие с теми, которые формируются в межзвездной среде Галактики. Отличаются они от диффузной материи Галактики пониженным содержанием элементов тяжелее углерода, молекулярным и пылевым компонентами. Содержание тяжелых элементов и водорода в них в 10—100 раз меньше, чем на Солнце. Считается, что по мере эволюции галактики и обогащения ее межзвездной среды это отношение должно увеличиваться. Отсюда напрашивается вывод, что в удаленных и, как следствие, более молодых звездных системах это отношение может быть меньше, чем в Галактике и ее соседях.

И действительно, для каждого из исследованных квазаров это отношение оказалось $\leq 3 \cdot 10^{-9}$, в 30 раз меньше среднего значения в Галактике ($\approx 10^{-7}$), и достигает лишь минимального значения для нее. Определенное по суммарному спектру обоих квазаров отноше-

ние концентраций CO/H₂ не превышает $5 \cdot 10^{-10}$. Однако нужна осторожность в выводах, пока не доказано, что все облака имеют схожие свойства. Ведь они могут различаться по степени содержания углерода, интенсивности ионизирующего излучения и распределению водорода. Не исключено также, что газ может быть разбит на разные компоненты.

The Astronomical Journal. 1989. Vol. 98. № 6. 2052—2055 (США).

Астрофизика

Анизотропия микроволнового фона пока не обнаружена

Специалисты Калифорнийского технологического института во главе с В. Саргентом (W. L. W. Sargent) добились рекордного результата: на основе наблюдений на частоте 20 ГГц удалось установить, что микроволновый фон изотропен на угловых масштабах около 2" с точностью выше $1,7 \cdot 10^{-5}$.

Как известно, поиски анизотропии реликтового фона очень важны для космологии, поскольку различные модели Вселенной предсказывают разную анизотропию. Отсутствие анизотропии, зафиксированное в этих наблюдениях, перечеркивает многие модели эволюции Вселенной. Если при дальнейшем увеличении в 3 раза точности используемого метода не будет обнаружена анизотропия реликтового излучения, большинство существующих сценариев образования галактик окажется неверным. Таким образом, узкая, казалось бы, проблема приобретает философское содержание: понимаем ли мы, как образовался Мир.

По мнению авторов, на существующем оборудовании можно повысить точность в 4 раза. Дальше начнет сказываться влияние точечных источников, поэтому искать анизотропию следует на больших масштабах (до 20"). Однако не надо забывать, что на таких масштабах существует анизотропия, обусловленная флуктуациями нетеплового излучения Галактики, а

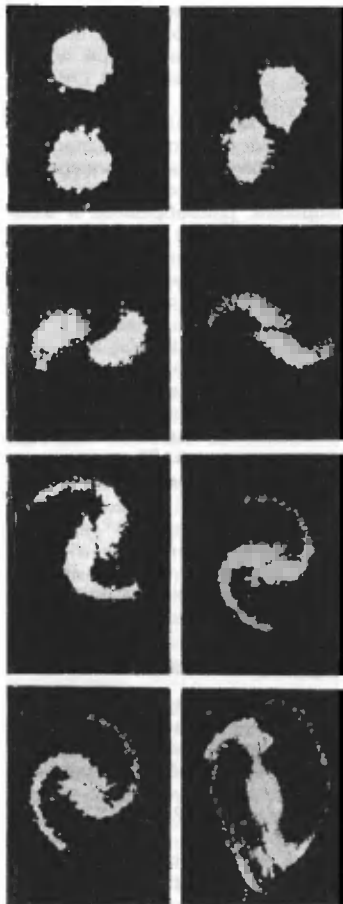
потому, вероятно, придется проводить многочастотные исследования.

The Astrophysical Journal. 1989. Vol. 346. P. 566—587 (США).

Астрофизика

«Большой взрыв» оспаривается

Большинство космологов считает, что Вселенная родилась в результате «большого взрыва», происшедшего более



Рассчитанные на ЭВМ последовательные стадии образования галактической спиральной структуры при сближении и электромагнитном взаимодействии двух облаков плазмы. От начала до конца процесса прошло несколько миллиардов лет. Справа внизу для сравнения приведено фото спиральной галактики NGC 1300.

20 млрд лет назад. Столь грандиозное событие и дальнейшее расширение Вселенной связано с силами тяготения. Однако некоторые исследователи отмечают, что за время, истекшее с момента «Большого взрыва», могли не успеть образоваться те тысячи галактик и их скоплений, которые астрономы наблюдают сейчас.

С альтернативной гипотезой выступила группа астрофизиков, включающая лауреата Нобелевской премии Х. Альфвена. По их мнению, основную роль в формировании Вселенной играло не тяготение, а электромагнитные взаимодействия в плазме. Попутно они опровергли теорию гравитационного коллапса Вселенной.

До сих пор считалось, что электромагнитные силы слишком слабы, чтобы «организовать» материю в стройную систему Вселенной. Однако специалисты Лос-Аламосской национальной лаборатории (штат Нью-Мексико, США), проводя математическое моделирование на ЭВМ, склонны опровергнуть подобное мнение. Их модель образования структуры Вселенной показывает, что облака космической плазмы могут миллиарды лет взаимодействовать и сближаться под воздействием именно электромагнитных сил. Постепенно образуются структуры, напоминающие тот или иной тип наблюдаемых ныне галактик. Особенно характерны среди них процессы, приводящие к возникновению спиральных звездных систем, мало отличающихся от известной галактики NGC 1300.

Но пока еще рано делать выводы. Среди специалистов продолжается дискуссия.

Earth Science. 1989. Vol. 42. № 1. P. 8 (США).

Планетология

Лавовые потоки на равнинах Венеры

Группа американских специалистов из Корнеллского университета (Итака, штат Нью-Йорк), Университета Брауна (Провиденс, штат Род-Айленд) и Национального астрономического

центра (Аресибо, Пуэрто-Рико) с помощью радиотелескопа Аресибо провела детальную съемку четырех участков поверхности Венеры.

Два изучавшихся района включали вулканы, а два — обширные равнины. В пределах равнины обнаружены десятки небольших расщелин, из которых изливалась лава, не образующая вулканических конусов. Видимо, «равнинный» вулканизм, необычный для Земли, — важный фактор образования поверхности Венеры, позволяющий в крупных масштабах выделять тепловую энергию недр.

До сих пор основную роль в этих процессах отводили крупным вулканам и рифтовым долинам, открытым на Венере несколько лет назад. Однако, судя по радиолокационным изображениям, на этих равнинах импактные (образованные в результате падения небесных тел) кратеры встречаются редко в сравнении с возвышенностями и горными плато, сфотографированными в свое время советскими космическими аппаратами. Это позволяет предположить, что вулканоактивные равнины на Венере образовались не более 100 млн лет назад.

Science. 1989. Vol. 246. P. 373. (США).

Планетология

Ледяные вулканы на спутниках Урана

Астрономы Корнеллского университета (Итака, штат Нью-Йорк, США) завершили обработку 7 тыс. фотоснимков, полученных «Вояджером-2» при сближении с системой Урана в январе 1986 г.

На спутниках Урана Ариэля и Миранде обнаружены вулканы, извергающие... лед. Это первый случай в Солнечной системе. На обоих «лунах» отчетливо различимы ледяные поля, подобные земным лавовым, истекающие из кратеров. Видимо, лед образован смесью обычной замерзшей воды с твердыми метаном и аммиаком.

Что вызвало извержения, пока неясно. Однако установ-

лено, что водно-метаново-аммиачный лед обладает большей текучестью, чем обычная земная замерзшая вода. Так как температура на поверхности Ариэля и Миранды близка к -205°C , смесь должна быть достаточно пластичной, чтобы медленно стекать по склонам гор, и достаточно плотной, чтобы «языки» льда представляли собой одно целое.

В то же время замерзшие вместе вода, метан и аммиак имеют меньший удельный вес, чем окружающие породы, и поэтому могут «всплывать» по глубинным разломам в коре. Некоторые ледяные «языки» на Ариэле напоминают лавовые поля в рифтовых долинах Восточной Африки.

Earth Science. 1989. Vol. 42. № 1. P. 47 (США).

Планетология

Нефтеносные пески Япета

Спутник Сатурна Япет — одна из наиболее необычных «лун» в Солнечной системе: его сторона, обращенная по направлению движения на орбите, темна, а противоположная, как льдом покрытая, светится десятикратно сильнее, чем первая.

Загадку темного «лица» Япета попытались решить Э. Клутис (E. A. Cloutis; Университет провинции Альберта, Эдмонтон, Канада). Выполненная им спектральная съемка спутника показала, что спектры отражения для его темной стороны почти совпадают с характерными для нефтеносных песков на Земле.

Обычно такие пески содержат глину, битум, зерна кварца, воду и небольшие количества других веществ. Клутис изучил образцы нефтеносных песков из различных районов северо-востока провинции Альберта. Все они содержали вязкие органические материалы, включенные в осадочные породы.

Лучше всего спектрограмма темной поверхности Япета совпала со спектрограммой образцов из смеси 90 % глины и 10 % органики, характерной для каменноугольной смолы. Для еще более точного совпадения спектрограмм «космической» недостает лишь же-

леза, метасоматически замещавшего компоненты глин, а также высокополимеризованного углеводорода. Возможно, эти вещества также обнаружат на Япете, и тогда его загадочная «двуликость» будет наконец объяснена.

Science News. 1989. Vol. 136 № 4. P. 62 (США).

Физика атмосферы

Аэрозоль — виновник атмосферных аномалий в Арктике

В ряде районов Арктики наблюдаются частые аномалии в атмосфере, например пониженная прозрачность и инверсия температуры летом (ее рост с высотой). Причина этого — повышенное содержание аэрозольных частиц. Конвективные потоки воздуха переносят их вплоть до нижней тропосферы.

Каковы причины высокого содержания аэрозолей в атмосфере над Арктикой? Ответ на этот вопрос был получен во время научной экспедиции ледокола «Сибирь» в районы Северного Ледовитого океана вблизи полюса. Повышенное содержание аэрозоля, отмечаемое каждые 6 ч, по времени совпадало с моментами сжатия и растяжения морского льда, связанными с приливными циклами. Кроме того, наблюдались суточные изменения концентрации аэрозоля в атмосфере, которые совпадали с изменениями суммарной солнечной радиации и турбулентных потоков тепла. В отсутствие приливных деформаций резкое увеличение количества аэрозольных частиц происходило под влиянием длительных ветровых сжатий льда.

Влияние аэрозоля на атмосферные процессы настолько велико, что возникла обратная связь между такими явлениями, как климатический эффект аэрозоля, циркуляция атмосферы и океана в высоких широтах, деформации морского льда и связанная с ними генерация приледного аэрозоля. Установление подобных связей возможно с помощью математического моделирования.

Доклады АН СССР. 1989. Т. 308. № 3. С. 582—584.

Физика

Поиск нейтринных всплесков от коллапсов звезд

На Баксанском подземном скинтилляционном телескопе Института ядерных исследований АН СССР под руководством А. Е. Чудакова с июля 1980 г. ведутся поиски нейтринных всплесков, сопровождающих гравитационный коллапс ядер массивных звезд.

Поскольку «коллапсные» нейтрино рождаются в самых глубоких слоях звезды, их регистрация позволяет разобраться в динамике внутренних процессов. Длительность нейтринного всплеска невелика (10—20 с), а средний интервал между коллапсами в Галактике, по различным оценкам, 10—30 лет, поэтому основное условие эксперимента — непрерывность и стабильность работы детекторов. Кроме того, они должны обладать высокой чувствительностью к нейтринному излучению, чтобы обеспечить «просмотр» всей Галактики для регистрации «тихих» коллапсов (при которых сверхновые либо не рождаются, либо не видны из-за межзвездной среды).

Баксанский подземный телескоп состоит из 3150 стандартных модулей, образующих куб с двумя внутренними слоями. Модули заполнены органическим водородосодержащим скинтиллятором — мишенью для нейтрино. При взаимодействии электронных нейтрино со скинтиллятором образуются позитроны и электроны, регистрируемые модулями-счетчиками. Вероятность таких взаимодействий чрезвычайно мала, поэтому для уверенного обнаружения сигнала требуется большая масса мишени. Баксанский телескоп с эффективной массой скинтиллятора 200 т способен регистрировать сигналы практически из любой точки Галактики. За время его работы (с 1980 г. по на-

стоящее время) не зарегистрировано ни одного сигнала, достоверно интерпретируемого как коллапс, а отсюда и было установлено лучшее в мире ограничение на интервал времени между коллапсами в Галактике: больше 7,9 г. (на 63 %-ном уровне достоверности) или больше 3,4 г. (на 90 %-ном уровне достоверности).

Своеобразной проверкой готовности детекторов к регистрации такого явления стал взрыв Сверхновой 1987 А в Большом Магеллановом Облаке 23 февраля 1987 г. К сожалению, звезда расположена на большом расстоянии от Земли (50 кпк) и ее нейтринный всплеск находился на пределе чувствительности телескопа. Нейтринный сигнал был зарегистрирован в 7 ч. 35 мин. по Гринвичу тремя подземными установками: черенковскими детекторами Камюканда (Япония), ИМВ (США), а также Баксанским телескопом. Число зарегистрированных событий мало (11, 8 и 5 соответственно), однако надежность совместной регистрации сигнала достаточно высокая, даже несмотря на погрешности в определении абсолютного времени прихода сигнала у японского детектора (± 1 мин) и Баксанского телескопа (-54 с, $+2$ с).

И хотя при совместном анализе данных, обработка которых ведется и сейчас, возникло множество вопросов, факт регистрации нейтринного сигнала подтвердил правильность понимания процесса гравитационного коллапса ядер массивных звезд, возможность его регистрации современными детекторами и надежность ограничения на частоту коллапсов в Галактике по данным Баксанского телескопа.

Highlights of Astronomy. 1989. Vol. 8. P. 229 (США).

Физика

Эталон времени на основе «атомного фонтана»

Точность измерения времени с помощью атомных часов тем выше, чем ниже температура атомов и чем дольше они

¹ На возможный мощный всплеск нейтрино в процессе коллапса ядра впервые указал Я. Б. Зельдович, а предложение о регистрации таких нейтрино было сделано Г. Т. Зацепиным и Г. В. Домогацким.

взаимодействуют с регистрирующей системой. Группа во главе с С. Чу (S. Chu; Станфордский университет, США) разработала новую схему атомных часов на принципе «атомного фонтана»: вначале под воздействием лазера атомы летят вверх, а затем падают под действием гравитации; при свободном падении измеряются частоты микроволновых переходов с одного атомного энергетического уровня на другой.

Предварительно пучок атомов натрия охлаждался встречным лазерным лучом. Далее они накапливались в специальной ловушке, образованной магнитными полями и тремя лазерными пучками, расположенными под прямым углом друг к другу, охлаждаясь примерно до 50 мК. На этой стадии ловушка отключалась, и лазерные импульсы подбрасывали атомы вверх. Двигаясь по баллистической траектории, они попадали в микроволновый волновод, где регистрировались переходы с одного уровня на другой. Время свободного падения составило 0,25 с; за этот период удалось измерить частоту микроволнового перехода в атомах натрия с точностью до 2 Гц. В действующем в США эталоне времени точность составляет 26 Гц.

В дальнейшем планируется эксперимент с атомами цезия, а также регистрация не только микроволновых, но и оптических переходов.

Science News. 1989. Vol. 136. № 8. P. 117 (США).

Техника

Плоские катушки для электродвигателя

Чтобы уменьшить размер электродвигателя, вращающего магнитный диск — носитель информации, американская фирма «НМБ Текнолоджиз инк.» (Чарльзбург, штат Калифорния) применила фотолитографию — технологию, широко известную в микроэлектронике, но еще не опробованную в электротехнике. Вместо объемных проволочных катушек статора использо-

вались плоские из металлизированной гибкой майларовой пленки, полученной с помощью фотолитографии и травления лишних участков. Каждая плоская обмоточная секция образована несколькими плоскими катушками, расположенными друг за другом на полоске гибкой пленки, как соседние кадры на киноплёнке. Сформированные таким образом секции затем наклеивались на магнитомягкий сердечник, служащий магнитопроводом. Ротор нового электродвигателя представляет собой постоянный магнит, изготовленный спеканием из неодима и имеющий сильное магнитное поле.

Перечисленные усовершенствования позволили создать электродвигатель, обладающий повышенной плавностью хода, меньшей вибрацией и шумом. Так, колебания момента вращения на валу снизились более чем на 15 %, акустический шум стал ниже 45 дБ на расстоянии 30 см от работающего двигателя; удельные вращающие моменты на валу составляют 145—180 г·см/А.

Electronic Design. 1989. № 8. P. 40, 44 (США).

Техника

Новый способ изготовления ИК-детекторов

В Ромском научно-исследовательском центре ВВС США (авиабаза в Хансcombe, штат Массачусетс) предложен новый способ изготовления фокально-плоскостных матриц для детекторов инфракрасного излучения. Эти матрицы применяются для новых «интеллектуальных» систем оружия (противотанкового, авиационного, космического), поскольку обладают высокой чувствительностью к ИК-излучению различных объектов. Возможность детектирования собственного ИК-излучения целей позволяет вести скрытое наблюдение и наведение средств поражения, поскольку наблюдатель не обнаруживает себя испускаемым зондирующим излучением, как в радиолокации.

В отличие от применяемых для изготовления ИК-де-

текторов трудных для обработки материалов (смесь теллуридов кадмия и ртути или кремний, легированный мышьяком), в новом методе используются силициды металлов, в частности платины (PtSi). С помощью стандартной технологии на кремневую подложку наносится платина, а затем синтезируется слой силицида платины.

Кроме того, применение кремниевых подложек облегчает соединение матриц ИК-детекторов со схемами обработки сигналов.

Созданы PtSi-матрицы, содержащие около 300 тыс. детекторов, в то время как обычные фокально-плоскостные ИК-матрицы объединяют лишь 500—1000 детекторов.

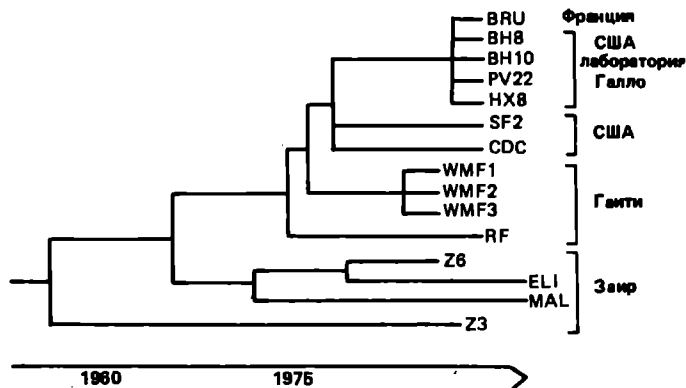
Electronics. 1989. № 6. P. 61 (США).

Генетика

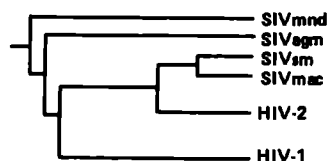
Происхождение вирусов, вызывающих СПИД

Наконец достоверно подтверждено происхождение ВИЧ (вируса иммунодефицита человека) HIV-1 из Центральной Африки и определен вирус, от которого произошел ВИЧ HIV-2. Это вирус иммунодефицита обезьян SIV (simian immunodeficiency virus), принадлежащий западноафриканским мангобеям (SIVsm).

Анализировалась наследственная информация вирусов — последовательности их провирусных ДНК. HIV-1 и HIV-2 — ретровирусы и называются так потому, что передача наследственной информации при их развитии идет в направлении от вирусной РНК к ДНК, а не наоборот, как обычно. ДНК, синтезированная на матрице вирусной РНК, включается в ДНК инфицированной клетки-хозяина и называется провирусной. Контролирует передачу информации обратная транскриптаза. Особенность этого фермента — множество ошибок при считывании, поскольку он «узнает» как РНК, так и ДНК, из-за чего снижается точность считывания, и при размножении вируса появляются многочисленные варианты HIV. Зная скорость накопления изме-



Эволюционное древо для различных линий HIV-1: BH8, BH10, PV22 и HX8 выделены из одной клеточной линии H9, WMF1, WMF2 и WMF3 — из клеток одного больного [длина горизонтальных отрезков пропорциональна разнице в наследственном веществе линий вируса, увеличивающейся со временем].



Эволюционные связи между вирусами иммунодефицита.

нений в наследственном веществе (ДНК и РНК) вируса и сравнивая варианты вируса (штаммы), выделенные в разное время и в различных местах, можно ретроспективно проследить развитие и распространение вируса.

Именно так поступили американские и ирландские исследователи¹, построившие эволюционное древо для HIV-1. Они считают, что все штаммы восходят к общему предшественнику, появившемуся около 1960 г. в Центральной Африке (наибольшие различия нашли именно между центральноафриканскими штаммами). Для появления этих различий требуется максимальное время независимого развития. В начале 70-х годов от центральноафриканских линий отделились гвинея-

ские, от которых, в свою очередь, в середине 70-х — американские. Наконец, французские штаммы отделились от американских.

Итак, вирус распространялся из Центральной Африки через страны Карибского бассейна в Северную Америку и Западную Европу. Такая картина, основанная на анализе наследственного материала HIV-1, совпадает с эпидемиологическими исследованиями.

В результате этих исследований установлен приоритет открытия ВИЧ, за который боролись две ведущие лаборатории: Л. Монтанье (Институт Пастера, Париж) и Р. Галло (Национальный институт рака, Бетесда, США). Первый штамм, названный BRU, получен Монтанье, который послал его Галло. Тот, однако, сообщил, что в его лаборатории не смогли размножить этот вирус в культуре. Позже в лаборатории Галло с помощью инфицирования независимо выделенной клеточной линии H9 получили и накопили свой вариант вируса. Для патентования этот вариант следовало получить независимо от группы Монтанье. Однако оказалось, что четыре штамма, выделенные из линии H9, различаются между собой гораздо меньше, чем отличаются от BRU. Вероятно, Галло с сотрудниками выделили линию BRU повторно, так что приоритет — за Монтанье.

HIV-2 отличается от HIV-1 по распространению (Западная Африка) и по наследственному веществу (различия в ДНК и РНК более чем на 50 %), так что они не являются двумя штам-

мами одного вируса. Их сравнили с вирусами SIV, выделенными из различных видов обезьян: зеленых африканских мартышек (SIVagm), азиатских макаков (SIVmac), западноафриканских мангобеев (SIVsm) и мандрилов (SIVmnd). Сопоставление нуклеотидных последовательностей ВИЧ и SIV выявило, что они образуют 4 группы: HIV-1; HIV-2/SIVmac/SIVsm; SIVagm и SIVmnd². Линии на эволюционном древе, ведущие к этим группам, разделились от полутора до нескольких сотен лет назад. Линия, ведущая к HIV-2, не так давно разделилась на линии SIVsm/SIVmac и HIV-2 и еще позже — на SIVsm и SIVmac³. Вирусы SIVmnd, SIVagm и SIVsm широко распространены у своих видов хозяев и не вызывают симптомов СПИДа. Предполагается, что они существуют уже достаточно долго. HIV-1, HIV-2 и SIVmac вызывают СПИД; ими поражается небольшая часть популяции хозяев, поэтому считают, что эти вирусы появились относительно недавно. SIVmac встречается только у азиатских макаков, содержащихся в неволе, а вирус SIVsm — как у диких, так и у содержащихся в неволе мангобеев. Предполагают, что SIVsm от мангобеев в неволе перешел к азиатским макакам, что привело к появлению SIVmac. В Западной Африке SIVsm, видимо, послужил родоначальником линии HIV-2 при переносе (пока неизвестным путем) человеку.

Таким образом, непосредственный предок HIV-2, видимо, найден. Как и от кого произошел HIV-1, пока неизвестно. Однако можно утверждать, что он не введен генноинженерным способом в лабораториях военного промышленного комплекса, ибо он существует в Африке уже около 30 лет, еще до появления биотехнологических методов.

© И. В. Виноградов,
кандидат медицинских наук
Москва

¹ P. Sharp et al. // Technology Ireland. 1989. Vol. 21. P. 41—44.

² Tsujimoto H., Hasegawa A., Maki N. et al. // Nature. 1989. Vol. 341. P. 539—541.

³ Hirah V. M., Olmsted R. A., Mirphey-Corb M. et al. // Nature. 1989. Vol. 339. P. 389—391.

Вирусология

Что же вызывает СПИД?

По мнению П. Дюсберга (P. Duesberg; Калифорнийский университет, Беркли, США), вирус иммунодефицита человека (ВИЧ) не может однозначно считаться причиной заболевания СПИДом. Так, вирус не обнаруживается и не выделяется у всех без исключения больных СПИДом. В некоторых случаях диагноз СПИД устанавливается даже при отрицательных результатах лабораторных тестов на ВИЧ или антитела к нему. При этом, если ВИЧ и выделяется из клеток больных, то не прямо, а активируя покоящийся провирус *in vitro* — в отсутствие подавляющего влияния иммунной системы хозяина. Описаны случаи попадания лабораторных препаратов ВИЧ в организм здоровых людей без последующего развития заболевания. В отличие от других вирусов ВИЧ инфицирует слишком малую долю Т-лимфоцитов, чтобы предположить, что основное проявление СПИДа — резкое уменьшение числа этих клеток — вызывается именно ВИЧ. Парадоксально, но СПИД развивается лишь после мощного иммунного ответа на ВИЧ, приводящего к исчезновению вируса из циркуляции. «Анализ на СПИД» — не что иное, как способ определить, существует ли у данного человека иммунитет к вирусу. Вирус распространяется в организме задолго до проявлений СПИДа, при этом он активно размножается и все его гены активны. Затем вирус переходит в покоящееся состояние, и лишь после этого развиваются симптомы СПИДа. Ретровирусы, к которым относится ВИЧ, обычно не разрушают клетки, а, напротив, способствуют их безудержному росту. В инфицированной культуре *in vitro*, несмотря на гораздо большую, чем в организме больного, концентрацию ВИЧ, Т-клетки продолжают размножаться. Удивительно, что СПИД распространен в различных странах по группам населения по-разному: в США 92 % больных — мужчины, а в Африке СПИД поражает одинаково муж-

чин и женщин. Протекает он тоже по-разному: у гомосексуалистов это в основном саркома Капоши, у гомофиликов — пневмоцистозное воспаление легких, у детей — инфекция цитомегаловируса; у африканцев — лихорадка и понос. Сейчас считается, что СПИД вызывают по крайней мере два вируса — ВИЧ-1 и ВИЧ-2. Однако они слишком различны, чтобы предположить, что эти два вируса, вызывающие одну и ту же болезнь, могли появиться почти одновременно совсем недавно.

Другую точку зрения, которой придерживается большинство исследователей, отстаивает Блэтнер (Blattner) — он предполагает, что усовершенствованные методы позволяют выделить ВИЧ практически у всех больных СПИДом и что при случайном уколе зараженным шприцом у людей действительно может развиться СПИД. У инфицированных людей заражено мало Т-лимфоцитов, но зато много макрофагов и моноцитов (около 15 %); механизм гибели Т-лимфоцитов пока неизвестен. ВИЧ принадлежит к «медленным» вирусам, для которых характерен латентный период развития заболевания с появлением противовирусных антител. По мнению Блэтнера, есть ретровирусы, которые, как и ВИЧ, убивают инфицированные клетки, но выжившие продолжают делиться. Больной СПИДом заболевает и погибает от любой инфекции, даже безобидной в норме. Какой будет инфекция — зависит от многих факторов (образ жизни, возраст и т. д.).

Итак, дискуссия продолжается, проблема пока окончательно не решена...

Science. 1988. Vol. 241. № 4865. P. 514 (США); Journal of Cellular Biochemistry. 1989. Suppl. 13E. P. 307 (США).

Биология

«Химический паспорт» популяции

Известно, что половые феромоны многих животных позволяют им быстро обнаруживать и даже оценивать друг дру-

га, что имеет огромное значение для размножения. Видовая специфичность этих феромонов установлена для представителей разных классов животных. Канадская исследовательница К. Оваска (K. Ovaska) изучала феромоны и поведение трех популяций североамериканской саламандры (*Plethodon vehiculum*) в Британской Колумбии. Ей удалось установить, что половозрелые самцы и самки этого вида хвостатых амфибий по половым феромонам находят особей противоположного пола только своей популяции.

Таким образом, половые феромоны, возможно, играют роль в микроэволюции, регулируя обмен генами и скрещивание внутри определенных популяций.

Coreia. 1989. № 3. P. 770—775 (США).

Зоология

Как лягушки-древолазы заботятся о потомстве

Ядовитые лягушки-древолазы, распространенные в тропических лесах Южной Америки и размножающиеся вне водоемов, проявляют большую заботу о потомстве. Так, самка маленького древолаза (*Dendrobates rufulus*) откладывает яйца в листовую опад, а после появления головастиков переносит их в скопления воды на листьях тропического растения бромелии. Затем она периодически откладывает туда неоплодотворенные яйца, которыми питаются головастики. Самец также заботится о головастиках, защищая территорию от других лягушек. Но что же, собственно, он охраняет: листовую опад, куда откладываются яйца, или бромелии, в которых развиваются головастики?

М. Доннели (M. A. Donnelly; Университет Майами, штат Флорида, США) в местах обитания древолазов сделала несколько площадок, на которые подсаживала дополнительные бромелии или добавляла листовую опад. Выяснилось, что дополнительный опад не способствует повышению плотности древолазов, а увеличение числа растущих бромелий ведет к росту плотности как самцов, так и

самок. Значит, самцы охраняют именно эти растения, необходимые для развития потомства. *Ecological Monographs*. 1989. Vol. 59. № 3. P. 207—221 (США).



Охрана природы

Конфликт между бакланами и рыбаками

Уже несколько столетий продолжается конфликт между рыбаками и рыбоядными бакланами. В континентальной части Европы бакланов из-за этого почти полностью уничтожили. И вдруг на съезде рыбаков в Баварии в 1988 г. прозвучал призыв отстрелять 80 % из якобы имеющихся в Баварии 5000 бакланов. Это вызвало возмущение общественности. Прежде всего Баварский союз охраны птиц доказал несостоятельность приведенной численности. Сейчас в Баварии обитает всего две колонии большого баклана, в которых насчитывается не более 100 пар. Гораздо больше этих птиц встречается на зимовке, но все равно зимой 1988/89 г. было учтено около 3000 особей.

Большой баклан занесен в Красный список находящихся под угрозой птиц ФРГ. Благодаря повсеместной охране число бакланов стало понемногу расти. В Баварии он снова загнезвился в 1977 г., но не успел вид восстановиться, как снова раздаются голоса против его охраны.

Исследования на Боденском озере в Швейцарии показали, что потребление рыбы бакланами не превышает 5 % от улова профессиональных рыбаков. Гораздо больший вред рыбе наносит непродуманная хозяйственная деятельность. Похоже, на бакланов, считают баварские орнитологи, пытаются свалить многие ошибки в ведении хозяйства. Настаивая на необходимости законодательной охраны бакланов, они предлагают, помимо этого, сдавать в аренду рыбохозяйственные водоемы только при условии терпимого отношения к рыбоядным птицам.

Vogelschutz. 1989. № 3. S. 4—7, 35 (ФРГ).



Охрана природы

Черноногие хорьки вне опасности

Оказалось, что находящиеся под угрозой исчезновения черноногие хорьки, обитающие только в американском штате Вайоминг, настолько хорошо размножаются в неволе, что в ближайшие два года большую часть из них предполагается выпустить на свободу.



Черноногий хорек.

В 1986 г. в природных условиях оставалось всего 18 зверьков. В связи со вспыхнувшей среди них чумой, всех их отловили и поместили в специальный питомник, где уже в середине 1988 г. их численность достигла 60. В целях гарантии этих редчайших животных разделили на две группы: одну оставили в питомнике, а вторую отправили в один из зоопарков страны. Оставшихся в питомнике расселили в три больших вольера, где хорькам предстоит обучение охоте.

National Wildlife. 1989. August—September. P. 32 (США).



Охрана природы

Моллюски контролируют состояние среды

Разработанный в Голландии метод определения качества питьевой воды основан на том, что рост и размножение

пресноводных моллюсков четко отражают химические характеристики среды их обитания.

Обычно у непотревоженного моллюска в нормальных условиях створки открыты. Если они закрываются, это означает, что условия ухудшились. Например, снизилась насыщенность воды кислородом.

Биологический «датчик» нового прибора содержит восемь пластин из нержавеющей стали, к каждой из которых клеем прикреплен моллюск с миниатюрным электронным устройством, фиксирующим моменты закрытия створок. Если у шести из восьми моллюсков раковины остаются закрытыми некоторое время (скажем, 5 мин), прибор сообщает об этом по радио на прибрежную гидрологическую станцию, которая автоматически объявляет тревогу.

Ценность метода в том, что с его помощью можно не только фиксировать неожиданно возникшее загрязнение воды, но и вести постоянное наблюдение за изменениями ее состояния. Длившиеся 10 недель испытания метода в Северной Голландии на сбросе отработанных вод химического предприятия, прошедших очистку, показали, что каждый случай недостаточной очистки воды, зафиксированный на производстве, был «отмечен» моллюсками.

В настоящее время проверяется эффективность метода по отношению к загрязнению хлором, содержащимся в очистных водах охлаждающих установок электростанций. Метод также применяется для мониторинга воды Рейна. Стоимость прибора, если он найдет массовое применение, составит около 8 тыс. ф. ст.

New Scientist. 1989. Vol. 124. № 1695. P. 24 (Великобритания).



Охрана природы

Молодежные природоохранные организации

В США 50 молодежных организаций (около 50 тыс. юношей и девушек) активно помогают в осуществлении различных программ по охране природы. Созданные еще в 1971 г.,



Эмблема молодежных природоохранных организаций.

эти организации работают в тесном контакте со Службой национальных парков, Лесной службой и Службой охраны рыбных ресурсов и живой природы. С 1981 г. они существуют на средства городов и штатов. Принимаются в такие организации молодые люди в возрасте от 15 до 17 лет. В ряде штатов созданы региональные объединения для осуществления таких, например, программ, как борьба с береговой эрозией у оз. Верхнего, очистка р. Коннектикут, охрана природы в районах промыслового рыболовства.

National Wildlife. 1989. August—September. P. 32 (США).

Экология

Водоросли и климат

Английские ученые, используя космические снимки и материалы экспедиций научно-исследовательского судна, установили, что ежегодно летом в Северной Атлантике появляются два огромных «пятна» кокколитофоридовых водорослей (к югу от Исландии и к западу от Шотландии).

Ученые пришли к выводу о значительном воздействии этих скоплений водорослей на климат: строя свои карбонатные оболочки, они поглощают много CO_2 , а это в известной мере ослабляет парниковый эффект. Кроме того, «пятна»,

хорошо заметные из космоса по характерному молочно-белому цвету, отражают больше солнечной радиации по сравнению с водами, свободными от кокколитофоридовых водорослей.

Вместе с тем водоросли выделяют в атмосферу летучие соединения серы, внося заметный вклад в формирование кислотных дождей, выпадающих, в частности, над Норвегией.

Marine Pollution Bulletin. 1989. Vol. 20. № 5. P. 204 (Великобритания, США).

Геология

Гидротермальная нефть

Высокой гидротермальной активностью отличается бассейн Гуаймас, расположенный в центре Калифорнийского залива. Бассейн является частью рифтовой зоны, связывающей Восточно-Тихоокеанское поднятие с разломом Сан-Андреас, а в тектоническом отношении представляет собой грабен, заполненный 500-метровой толщей диатомовых и терригенных илов. Его гидротермальная активность первоначально была установлена по аномально высокому тепловому потоку, а затем подтверждена непосредственными исследованиями: погружения на обитаемом аппарате «Алвин» позволили не только получить образцы донных осадков, но и визуально наблюдать гидротермальные системы¹.

В бассейне Гуаймас представилась уникальная возможность получить образцы нефтяных глобул, поступавших в толщу воды с полупрозрачным флюидом. Диаметр глобул достигал 1—2 см. Нефть не только выделялась вместе с флюидом, но и просачивалась через различные нарушения в поверхности дна. Пробы ее были отобраны из гидротермального кратера (высота 40 см, диаметр 8—12 см) на глубине моря 2020 м.

Химический анализ показал, что эти пробы идентичны нефти из обычных залежей: рас-

творенные органические вещества извлечены в обычных количествах, за исключением бензиновой фракции, незначительное содержание которой указывает на потерю летучих во время миграции; элементный состав тоже типичен для обычных нефтей при несколько завышенных содержаниях ванадия и никеля; не отличаются по составу и сложные высокомолекулярные соединения. Данные газовой хроматографии подтверждают бактериально-водорослевое происхождение материнского органического вещества.

Осадки этого бассейна накапливались на протяжении 150 тыс. лет. За это время образовалась 400-метровая толща диатомовых илов. Если нефть связать с данным районом, следовательно, она появилась в результате воздействия гидротермальных процессов на органическое вещество этих относительно молодых осадков. Возраст нефти не превышает 5 тыс. лет. Таким образом, преобразование органического вещества в нефть и ее последующая миграция происходили очень быстро. Выделяясь вместе с гидротермальным флюидом под давлением 200 атм при температурах, достигающих 315 °С, нефть поступает в океанскую толщу, где основная ее часть разрушается, рассеивается, подвергается биодеградации — служит пищей для микроорганизмов.

Гидротермальной активностью в бассейне Гуаймас охвачена территория в 30 км². Содержание органического углерода в 120-метровой толще гидротермально измененных осадков колеблется от 0,2 до 2 %. Предполагаемый нефтематеринский потенциал составляет $1,3 \cdot 10^6$ т/км², а максимальные запасы органического вещества оцениваются в $40 \cdot 10^6$ т.

Хотя до сих пор не было данных о «гидротермальном происхождении» нефти эксплуатируемых месторождений, тот факт, что многие нефтегазоносные бассейны находятся над древними рифтовыми зонами (месторождения Северного моря, Западной Сибири), заставляет задуматься над ролью гидротерм в нефтеобразовании.

© О. Л. Базилевская
Москва

¹ Didyk B. M., Simoneit B. R. T. // Nature. 1989. Vol. 342. № 6245. P. 65—69.

Геология

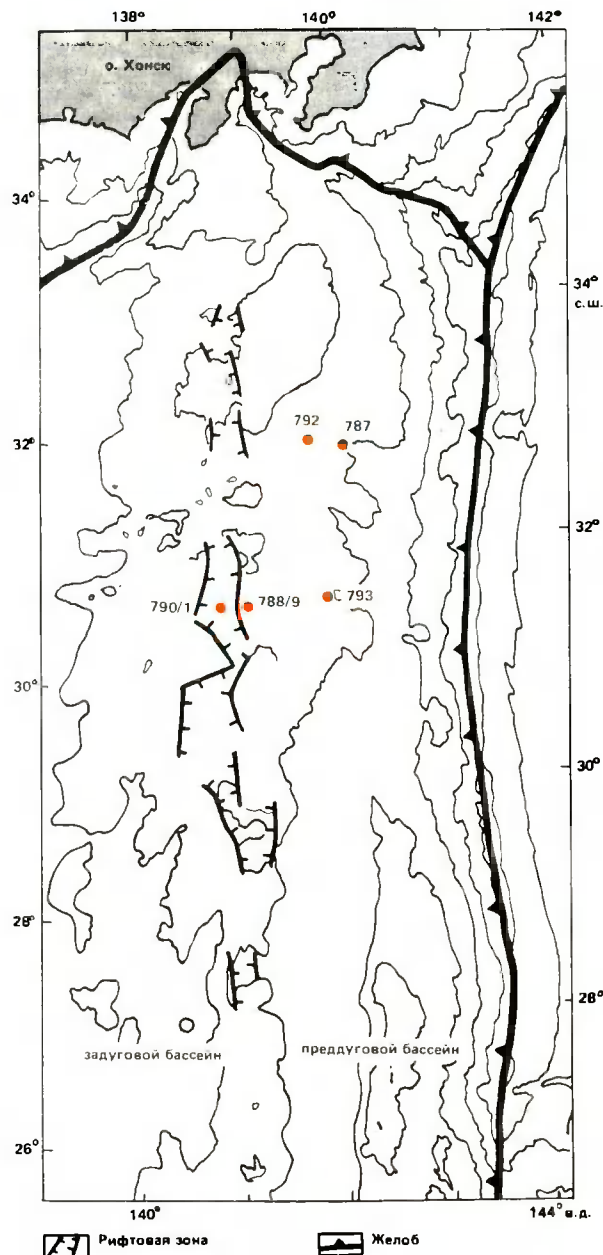
126-й рейс «ДЖОЙДЕС Резолюшн»

Глубоководное бурение в этом рейсе велось в центральной части Идзу-Бонинской островной дуги, протянувшейся в меридиональном направлении от Японии к Марианским о-вам. Скважины были заложены по обеим сторонам дуги: особенности накопления осадков в преддуговых районах характеризуют скважины 787, 789, 792 и 793; в задуговых — 790 и 791, расположенные на рифте Сумису, а также 788 — на его окраине.

В центральной части Идзу-Бонинского бассейна пробурена самая глубокая в осадочном слое морская скважина (793), вскрывшая его на глубину 1682 м. Здесь магматический фундамент, сложенный подушечными и массивными лавами с большим количеством брекчированных пород, перекрывают осадки среднеолигоценового возраста (31 млн лет). Предполагается, что именно к этому времени относится начало образования бассейна. Бурение позволило выявить основные этапы и особенности вулканического развития этого района: очень быстрое — более 28 млн лет назад, постепенно замедлявшееся в период до 13 млн лет назад, а после этого — вновь ускорявшееся.

В верхней части скважины 792 вскрыто свыше 200 слоев вулканического пепла, что говорит о длительном этапе вулканической активности, начавшейся более 3 млн лет назад. На глубине 715 м обнаружен перерыв в накоплении осадков; это угловое несогласие простирается по всей северной и центральной части преддугового бассейна. Фундамент сложен массивными потоками лавы с прослоями брекчий и обломками стекла.

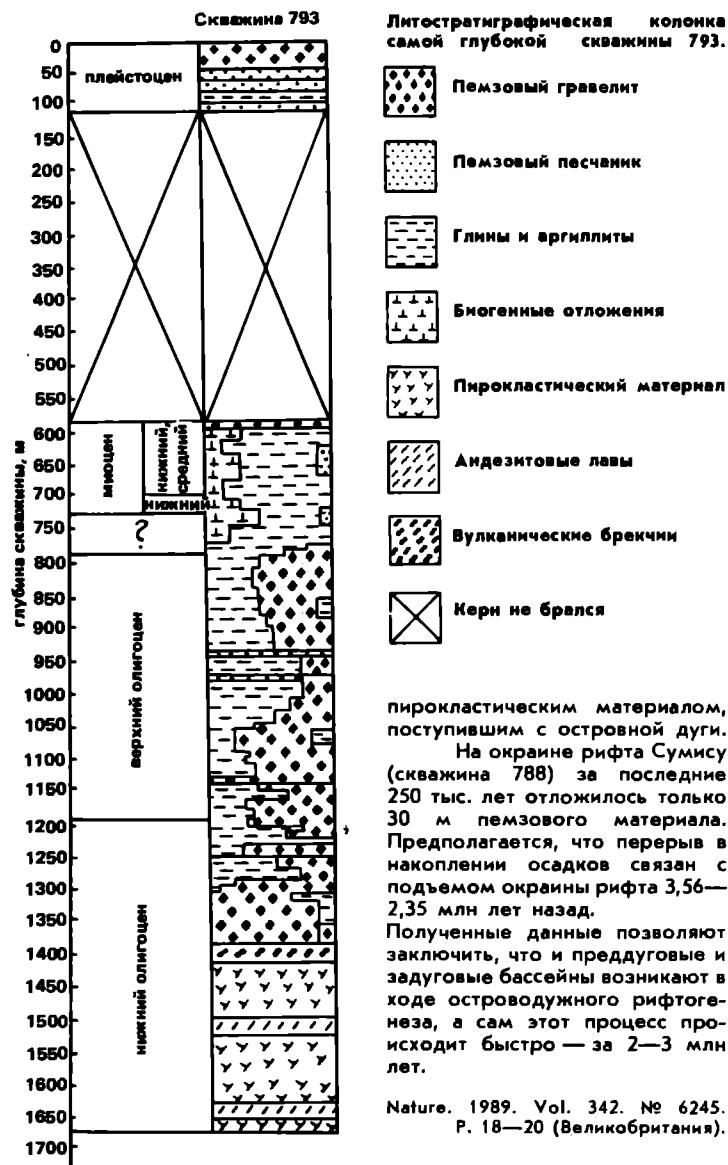
Вулканические отложения скважин 790 и 791 свидетельствуют о четырех циклах взрывной вулканической активности за последние 250 тыс. лет. Под ними залегают глины с прослоями пепла и обломками вулка-



Местоположение скважин 126-го рейса «ДЖОЙДЕС Резолюшн».

нического стекла возрастом 1,1 млн лет. Скорость накопления осадков за последние 100 тыс. лет резко возросла, но все они отложились в течение плейстоцена. В скважине 791

привлекает внимание 135-метровая толща базальтов, образовавшихся, видимо, в результате подводных (на глубине моря не менее 1500 м) извержений лавы, насыщенной водой. Эта толща состоит из обломочной базальтовой пены, в которой до 40 % пор приходится на маленькие пузырьки. Все толеито-



вые базальты этих скважин буквально пронизаны такими пузырьками. Самая нижняя часть разреза скважины представлена

пирокластическим материалом, поступившим с островной дуги.

На окраине рифта Сумису (скважина 788) за последние 250 тыс. лет отложилось только 30 м пемзового материала. Предполагается, что перерыв в накоплении осадков связан с подъемом окраины рифта 3,56—2,35 млн лет назад.

Полученные данные позволяют заключить, что и преддуговые и задуговые бассейны возникают в ходе островодужного рифтогенеза, а сам этот процесс происходит быстро — за 2—3 млн лет.

Nature. 1989. Vol. 342. No 6245. P. 18—20 (Великобритания).

Схематический разрез через Идзу-Бонинскую островную дугу в положение скважин (по оси абсцисс — расстояние, км; по оси ординат — время прохождения акустического сигнала, секунды).



Геология

Месторождения золота открыты по космическим снимкам

Японские специалисты из Агентства по науке и промышленной технологии совместно с индонезийскими инженерами из Национального центра по геотехнологии открыли золотоносные месторождения на вулканическом о. Ломблен (Индонезия), дешифровав космические снимки, полученные в 1987—1988 гг. с аппаратов «Ландсат-3» и «Спот-1».

Никаких геологических карт этого острова не существовало. На основе космических данных, указывающих на присутствие в ряде пунктов острова высоких концентраций окислов железа, были проведены геологические съемки, подтвердившие наличие здесь золотоносных пород.

ITC-Journal. 1989. No 1. P. 75 (Нидерланды).

Геотектоника

Странствовала ли Британская Колумбия?

Геологи Университета штата Аризона (Тусон) и нефтедобывающей компании «Эксон» (Хьюстон, штат Техас) пришли к выводу, что намагниченность пород у побережья Британской Колумбии (на западе Канады), резко отличающаяся от намагниченности пород того же возраста в удаленных от океана регионах, может быть следствием наклона соответствующих участков земной коры. До сих пор это различие в направлениях намагниченности объясняли тем, что породы, ныне слагающие побережье Британской Колумбии, образовались в 2000 км южнее, а сюда попали в результате длительного дрейфа вдоль зоны разлома земной коры.

Намагниченность пород обусловлена включениями магнитных минералов и зависит от места образования пород: около экватора она почти горизонтальна, а вблизи полюсов близка

к вертикали. Но примерно такой же эффект может быть достигнут, если уже сформированные породы претерпят наклон в вертикальной плоскости или же повернутся в горизонтальной.

Исследователи изучили намагниченность изверженных пород возрастом около 100 млн лет. Обычно по таким породам определить положение горизонтальной плоскости при их формировании невозможно. Но если эти изверженные породы перекрыты осадками того же возраста, появляется возможность установить, менялась ли их ориентация в пространстве.

В одном из исследованных случаев оказалось, что породы подверглись наклону в 36° на юго-запад. С учетом этого обстоятельства специалисты заключают, что направление намагниченности прибрежных пород совпадает с ее направлением во внутренних областях Британской Колумбии. Наклон же, вызвавший аномалию, мог произойти либо при столкновении фрагментов земной коры, образовавших нынешнее западное побережье Северной Америки, либо при местных тектонических деформациях — растяжении пород.

Geology. 1989. Vol. 17. № 8. P. 691—694 (США); *New Scientist*. 1989. Vol. 124. № 1686. P. 31 (Великобритания).

Геофизика

«Внутриплитовые» землетрясения

В последние годы внимание геофизиков привлекают землетрясения в районах, считавшихся асейсмичными или слабосейсмичными. Историческим примером таких «внутриплитовых» землетрясений (не связанных непосредственно со взаимодействием соседствующих плит земной коры) служат события на востоке Северной Америки в 1811—1812 гг., когда в районе Нью-Мадрида (штат Миссури) отмечались три катастрофических толчка, в том числе с магнитудой $M=8$ по шкале Рихтера; сюда же относится землетрясение с $M=7$ в Чарлстоне (штат

Северная Каролина) в 1884 г. Их последствия не уступают известным трагедиям в Сан-Франциско и других районах Западной США, давно признанных зонами высокой сейсмичности.

В связи с этим на востоке страны, в Буффало (штат Нью-Йорк), был создан Национальный исследовательский центр сейсмостойкого строительства и инженерии. Его головное учреждение — Геологическая обсерватория Ламонта — Дозорти (Палисейдс, штат Нью-Йорк), сотрудники которой во главе с К. Джейкобом (К. Jacob) недавно развернули сеть новейших сейсмостанций в 10 пунктах «слабосейсмичной» зоны: на северо-востоке штата Нью-Йорк, на востоке штата Мэн вблизи Нью-Мадрида, и в Палисейдсе. (Три такие станции разместили в центральных районах Австралии, считающихся в тектоническом отношении аналогом приатлантического региона США.) Уже через неделю после установки станций, 25 ноября 1988 г., произошло самое сильное в Северной Америке с 1935 г. землетрясение — Сагенейское ($M=6$). Его эпицентр находился в районе городка Шикутими, стоящем на берегу р. Сагеней (провинция Квебек, Канада). Сравнимой силы землетрясения были отмечены здесь в 1925, 1870 и 1663 гг.

Сейсмостанции произвели отличные записи толчка; через 2 ч данные автоматически начали поступать по телефону на центральный пункт, а их первичная обработка завершилась через 5 сут. Одновременно канадско-американская группа сейсмологов на месте с помощью портативных полевых приборов изучала повторные толчки; они оказались слабыми и редкими: за четверо суток — менее 20 событий с $M>2$.

Район эпицентра Сагенейского землетрясения расположен в Гренвиллской геологической провинции с ее глубокоэродированными метаморфическими и кристаллическими породами возрастом около 1 млрд лет. В палеозое здесь, как выяснилось, не завершилось образование рифта, а ныне происходит сильное сжатие в направлении с северо-востока на юго-запад, уже приведшее к складчато-надвиговому разлому, ко-

торый простирается на необычно большую для этого района глубину — до 28 км.

Сагенейское землетрясение произошло в малонаселенной местности, и ущерб невелик, хотя была нарушена подача электроэнергии, отмечались оползни на расстоянии 125 км, а в радиусе до 25 км гляциальные и постгляциальные породы приобрели текучесть. Землетрясение ощущалось на обширной территории восточной Канады и Северо-Востока США, а также в глубине континента — в штатах Огайо и Мичиган; в Нью-Йорке толчок послужил первым экзаменом на прочность недавно построенных небоскребов, выдержавших его.

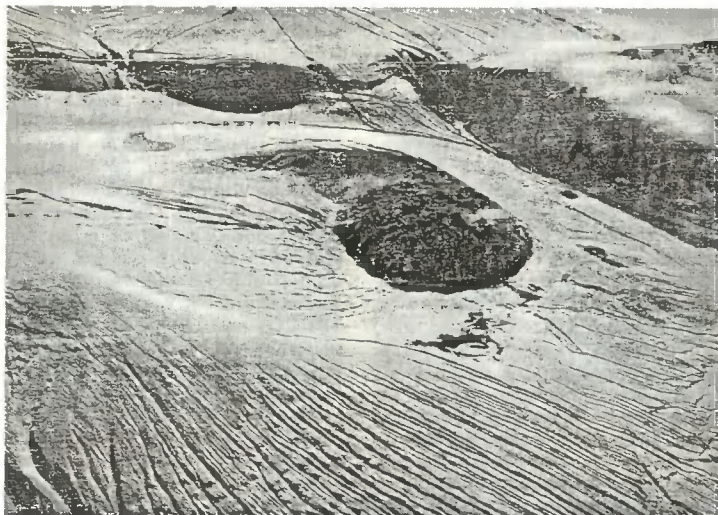
Сейсмологам это землетрясение представило одно из наиболее убедительных свидетельств серьезной опасности сильного «внутриплитового» землетрясения на востоке Северной Америки. Об этом говорит следующий факт, обнаруженный группой во главе с С. Хаф (S. Hough): максимальные горизонтальные ускорения на расстояниях 200—800 км от эпицентра в несколько раз превышали считавшиеся возможными в аналогичной ситуации для высокосейсмичной зоны Западной США и в 10 раз — ранее допускавшиеся для Востока США. Это означает, что крупное сейсмическое событие способно причинить приатлантическому региону Северной Америки значительный ущерб на обширной территории.

Lamont Newsletter. 1989. Vol. 20. P. 1, 3 (США).

Вулканология

Почему извержения бывают разными?

Известно, что извержения бывают эруптивными (взрывными, с мгновенным выбросом раскаленных горных пород и газов) и эффузивными (при которых лава изливается постепенно, газы выделяются длительное время). Причину такого различия специалисты видели в разном составе магмы. При эруп-



400-метровый лавовый купол [блюдецобразный участок в центре снимка] — след спокойной фазы крупнейшего в нашем столетии зрелищного извержения вулкана Новарупта. В результате его взрыва в 1912 г. на Аляске возникла Долина Десяти Тысяч Дымов. Хроника извержения этого вулкана согласуется с новой моделью.

тивных катастрофах к поверхности земли подходит магма с высоким содержанием летучих веществ; у поверхности давление снижается и содержащиеся в магме пары и газы расширяются; вырвавшись из расплавленных пород, они производят эффект взрыва. Если же магма со-

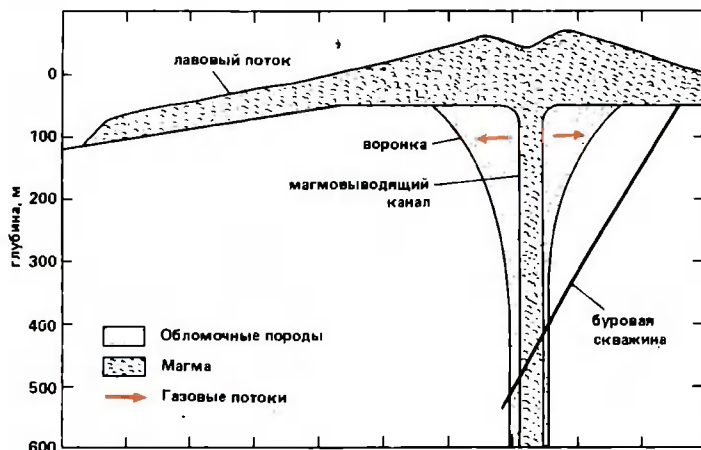
днее насыщены газами, их поведение на небольших глубинах значительно сложнее и как следует не изучено.

На это обратили внимание геофизики Дж. Эйхельбергер и Ч. Карриган (J. Eichelberger, C. R. Carrigan; Сандийская национальная лаборатория в Альбукерке, штат Нью-Мексико, США). В качестве примера они привели вулкан Сент-Хеленс в штате Вашингтон, который за свою историю извергался то одним, то другим способом.

Наблюдения показывают, что взрыв возможен, когда отношение объема газовых пузырьков к объему магмы достигает 3:1. Авторы предположили, что это определяется не первоначальным составом магмы, а условиями ее подъема. Так, согласно гипотезе, магма в начале извержения выделяется весьма бурно и разрушает на своем пути породы в радиусе до сотен метров вокруг магматического канала. По мере подъема магмы содержащиеся в ней газы расширяются, так что в некоторой точке образуется сплошная «пена» из газовых пузырьков — магма становится похожей на газированную воду. За счет диффузии в разрушенных породах, окружающих магматический канал, летучие легко покидают магму и просачиваются к поверхности, а лава, освободившись от них, спокойно изливается из кратера или расщелины.

Подтверждением новой теории служит, по мнению авторов, структура вулкана Обсидиан-Дом в долине Лонг-Велли (Калифорния): здесь наблюдаются и узкий магматический канал, и большой объем разрушенных взрывным извержением пород. Химический анализ показал, что содержание воды в лаве, образовавшей купол при эффузивных извержениях, и в лаве предшествовавшего эруптивного извержения одинаково.

По мнению ряда специалистов, эта гипотеза может потребовать серьезного пересмотра основных представлений вулканологии. В частности, необходимо допустить, что магма должна подниматься к поверхности довольно медленно, чтобы газы успели улечься из нее. Новый взгляд позволит также объяснить, почему в маг-



Разрез вулкана Обсидиан-Дом, объясняющий различие в характере извержений. Насыщенная силикатами и обогащенная газами магма, поднимаясь по магматическому каналу, проходит через воронкообразную зону обломочных пород и оставляет здесь большую часть газов, в результате чего возможность взрыва уменьшается.

держит мало летучих, они в основном остаются в виде пузырьков внутри лавового потока. Однако наблюдаются случаи, когда и при низком содержании летучих извержение сопровождается взрывом, а при высоком — происходит относительно спокойно. Это характерно для вулканов, лава которых богата силикатами. В отличие от базальтовых, такие лавы гораздо силь-

ме, поступающей, казалось бы, от общего источника, настолько может различаться содержание летучих компонентов.

Eos. Transactions of the American Geophysical Union. 1989. Vol. 70. № 27. P. 690 (США).

Геофизика

Быстро ли меняется магнитное поле?

Породы, поднимающиеся на поверхность, сохраняют свою намагниченность, обусловленную напряженностью геомагнитного поля в момент их образования. Такая «память» коры о древнем магнитном поле Земли — основа палеомагнитных исследований. О времени изменения направления геомагнитного поля можно судить по возрасту найденных в соответствующих слоях остатков ископаемых организмов.

Северный и южный магнитные полюса «меняются местами» нерегулярно — через 100 тыс. — 1 млн лет. Механизм этих перемен пока неясен. Проследить за столь длительным процессом можно, исследуя глубинные осадочные породы на дне океана. Однако они обычно откладываются так медленно, что изменения, происходящие быстрее, чем за тысячу лет, зафиксировать нельзя.

С. Цисовский (S. Cisowsky; Университет штата Калифорния, Санта-Барбара, США) проанализировал породы из колонок осадков, поднятых весной 1989 г. со дна океана у Филиппинских о-вов. Оказалось, что здесь осадки накапливаются гораздо быстрее (около 12 см за 1000 лет), чем в других местах.

Как установил исследователь, 700 тыс. лет назад магнитное поле Земли трижды резко меняло направление, причем каждое изменение продолжалось лишь несколько веков, а все они заняли не более 2900 лет. Это противоречит распространенному представлению о том, что существенное изменение полярности занимает не меньше 2—4 тыс. лет. Правда, палеомагнитолог Б. Клемент

(B. Clement; Флоридский международный университет, Майами, США) указывает, что выводы Цисовского верны, только если скорость накопления осадков постоянна в изучаемом отрезке времени, а это неочевидно.

Если заключения Цисовского справедливы, придется пересмотреть многие гипотезы, объясняющие изменение магнитного поля Земли. Согласно одной из них, например, обращение полярности связано с медленным (за 100 тыс. лет) «распадом» магнитного поля. Из принятых до сих пор может сохраниться, скажем, модель замороженного потока. Согласно ей, магнитное поле «заперто» во внешней части ядра Земли, состоящей из железоникелевого сплава. Ее движение может приводить к резким изменениям магнитного поля.

Результаты Цисовского вызвали активную дискуссию среди специалистов.

Lamont Newsletter. 1989. Vol. 20. P. 1, 3 (США).

Климатология

Судьба полярных льдов — судьба климата

Группа во главе с П. Уаддемсом (P. Wadhams; Институт полярных исследований им. Р. Скотта при Кембриджском университете, Великобритания) опубликовала данные о состоянии ледового покрова Северного Ледовитого океана, согласно которым средняя толщина льдов со севера от Гренландии с 1976 по 1987 г. сократилась с 6—7 до 4—5 м. Столь активное таяние вызывает тревогу, поскольку ледяной покров играет важную роль в удержании морской средой поглощенного ею из атмосферы углекислого газа.

В свободных ото льда областях Мирового океана повсеместно существует слой, в котором содержание CO_2 равно его концентрации в атмосфере. Этот слой (термоклин) расположен на глубине до 100 м; воды, лежащие ниже, очень редко перемешиваются с верхними.

В полярных бассейнах с началом зимы начинается массовое формирование пресных льдов, при этом содержание солей в верхних слоях океана возрастает, соответственно увеличивая плотность воды; плотные водные массы опускаются на большие глубины, унося поглощенный из атмосферы CO_2 . Постепенно эти массы перемещаются в другие районы Мирового океана, но не поднимаются выше термоклина. Таким образом, содержащийся в них CO_2 изымается из атмосферы надолго. Без ледового покрывала способность океана удерживать CO_2 гораздо ниже. Выделяясь же через все более обнажающуюся поверхность океана, этот газ усиливает парниковый эффект и глобальное потепление.

Данные о толщине ледового покрова были получены с помощью гидролокаторов, установленных на подводных лодках Британского ВМФ, совершавших походы в Северном Ледовитом океане (в ряде случаев с участием ученых). Если бы аналогичная информация (несомненно, имеющаяся у руководства ВМФ США) была предоставлена в распоряжение ученых, их выводы стали бы значительно полнее и надежнее.

В конце 1989 г. английские специалисты были приняты на борт научно-исследовательского судна «Полярштерн» (принадлежащего Полярному институту им. А. Вегенера в Бремерхафене, ФРГ), которое направилось в Антарктиду. Сбор данных в этом регионе позволит построить более полную картину динамики полярных плавучих льдов. Зимой 1986 г. антарктические льды уже обследовались английскими учеными с борта того же судна. Тогда было подтверждено, что в целом ледяной покров Южного океана значительно уступает Северному Ледовитому; его мощность не превышала 50—60 см. Теперь предстоит определить изменение ледяного покрова со временем.

New Scientist. 1989. Vol. 123. № 1681. P. 30 (Великобритания).

По сообщениям НАСА, 23 февраля 1990 г. «Пионер-11» вышел за пределы Солнечной системы и удалился от Земли на 4,8 млрд км. Еще в течение 3 лет он будет передавать научную информацию. «Пионер-11» — четвертый (после «Пионера-10» и «Вояджера-1» и «-2») американский космический аппарат, покинувший Солнечную систему. По мнению экспертов НАСА, более мощная энергетическая установка «Пионера-10» позволит ему поддерживать связь с Землей до 2000 г.

TACC.

В феврале 1990 г. специалисты приступили к изучению американского научного спутника, снятого с орбиты и доставленного на Землю экипажем «Колумбии» в ходе 33-го полета по программе «Спейс шаттл». Хотя на корпусе спутника много следов от метеоритных ударов, для почти шести лет пребывания в космосе он находится в довольно хорошем состоянии. Объем предстоящих работ настолько велик, что в них примут участие специалисты 33 компаний, 21 университета, 7 научно-исследовательских центров НАСА, а также исследователи из 17 стран Западной Европы.

TACC.

По материалам космических съемок бассейна Амазонки построена модель для оценки воздействия на климат Земли сокращения площади тропических лесов: есть основания полагать, что быстрая их вырубка отразится на формировании над тропиками ячеек Галлея — мощных воздушных потоков, поднимающихся вверх и уходящих в умеренные широты Северного и Южного полушарий.

Environmental Science and Technology. 1989. Vol. 23. № 12. P. 1436 (США).

Половая активность подавляет иммунитет — к такому выводу пришли иммунологи из Национального института здоровья в США. У самцов золотистого хомячка *Mesocricetus auratus* через 2 ч после спаривания активность клеток иммунной системы, осуществляющих противоопухолевую и противовирусную защиту, подавлялась на 30 % и восстанавливалась полностью лишь спустя 16 ч.

Brain, Behaviour and Immunity. 1989. Vol. 3. P. 214—222 (Великобритания).

Биохимики из Калифорнийского университета (Беркли, США) обнаружили, что витамин С способен защищать кровь от вредного воздействия присутствующих в ней свободных радикалов, активность которых он подавляет на 100 %. Свободные радикалы стимулируют биохимические процессы, ведущие к разным заболеваниям, например атеросклерозу.

Ранее считалось, что лучший ингибитор действия свободных радикалов в крови — витамин Е (α-токоферол), подавляющий активность 70 % свободных радикалов. Обнаруженное свойство витамина С должно привести к увеличению его рекомендуемой ежедневной дозы приема.

Science News. 1989. Vol. 136. № 9. P. 134 (США).

Для сохранения генофонда растений Международный совет по генетическим ресурсам растений и Комиссия по генетическим ресурсам растений при ООН предлагают использовать старые шахты о. Шпицбергена, где благодаря вечной мерзлоте сохраняется постоянная температура (ниже — 3,5 °С). Однако в случае глобального потепления температура может повыситься на 2°, а продолжительность сохранности семян сократится на 13 %.

New Scientist. 1989. Vol. 124. № 1688. P. 28 (Великобритания).

В. С. Имаев, Л. П. Имаева и Б. М. Козьмин, выделив набор геологических признаков, взаимосвязанных с сейсмичностью, установили, что по степени их совокупности можно оценить потенциальную сейсмическую опасность отдельных морфологических структур и блоков, образующих два крупных сейсмических пояса на территории Якутии (Олекмо-Становой на юге и Черский на северо-востоке), и на этой основе провести детальное сейсмическое районирование региона.

Тезисы докладов XXIII Всесоюзного тектонического совещания «Геодинамика и развитие тектоносферы». М., 1990. С. 7—8.

Установка для возвращения в цикл воды, использованной для мойки автомобилей, разработана швейцарской фирмой «Энви́ро-Хеми» в Цюрихе: грязная вода поступает в резервуар с порошкообразной смесью сульфата алюминия, карбоната кальция и бентонита, где происходит отделение масел и отстоя, после чего оставшуюся взвесь пропускают через движущуюся фильтровальную ткань.

The Financial Times. 1989. № 30957. P. 12 (США).

Рассекречено большинство карт рельефа морского дна в пределах экономической зоны США, благодаря чему 97 % ее площади открыты теперь для научной и хозяйственной деятельности. Секретными остаются батиметрические данные высокого разрешения, относящиеся к районам базирования атомных подводных лодок типа «Трайдент»: у атлантического побережья штата Джорджия (27°30' с. ш.— 33° с. ш., от берега до границ зоны) и у тихоокеанского побережья штата Вашингтон (от 46° с. ш. до границы с Канадой вдоль пролива Хуан-де-Фука).

Eos (Transactions of the American Geophysical Union). 1989. Vol. 70. № 35. P. 803 (США).

Читая Фрейда...

В. С. Ротенберг,
доктор медицинских наук
Москва

ИЗ МНОГОЧИСЛЕННЫХ великих сталинских ударов по науке (по биологии, кибернетике, лингвистике, физиологии и т. п.) удар по психологии и психиатрии оказался самым сокрушительным. Пострадало прежде всего понимание наиболее глубоких и интимных механизмов человеческого поведения, тех механизмов, которые впервые стали предметом научного анализа в работах З. Фрейда, а до него раскрывались лишь в выдающихся произведениях мировой литературы — от Библии до творений Достоевского. В той агрессивности, с какой ополчились на изучение этих механизмов сталинские холопы от идеологии, была своя логика — ведь механизмы эти относятся к сфере бессознательного, а бессознательное по природе своей остается вне жесткого идеологического контроля, неподалека отому. У советского человека не должно было быть никакого бессознательного. Впрочем, в этом вопросе Сталин и Гитлер проявили трогательное единодушие. В результате мы на целые десятилетия выпали из мирового процесса развития психологии как науки, а ведь без понимания закономерностей человеческого поведения нельзя успешно решать никакие проблемы, даже сугубо экономические.

Издание трудов Фрейда возвращает нас к истокам. В лекциях по психоанализу, которые охватывают огромный период деятельности Фрейда — с 1917 по 1932 г., представлены практически все основные аспекты его концепции. Вдобавок они организованы в целостную систему, которая логически последовательно развертывается перед читателем. Несмотря на высокую насыщенность сложным научным смыслом, лекции читаются как художественная про-



Зигмунд Фрейд. ВВЕДЕНИЕ В ПСИХОАНАЛИЗ. Лекции. / Изд. подготовил М. Г. Ярошевский. Пер. с нем. Г. В. Барышниковой. Лит. ред. Е. Е. Соколовой и П. В. Родионой. Отв. ред. И. Т. Фролов, М. Г. Ярошевский. М.: Наука, сер. «Классики науки». 1989. 456 с.

за. Этому способствует высокое литературное качество русского перевода, сохранившее яркий и свободный от штампов стиль Фрейда, его метафоричность и непосредственность.

Конечно, за время, истекшее с момента прочтения этого курса лекций, глубинная психология претерпела существенные изменения, и массовый читатель был бы дезориентирован, если бы воспринял лекции как последнее слово науки. Но есть и обратная сторона медали. Мы можем сейчас свежо и непредвзято взглянуть на труды, которые для мировой психологии давно стали классическими и вокруг которых было так много неизвестных нам споров и толкований, что для квалифицированного западного читателя нелегко уже воспринимать первоисточник во всей его первозданности.

А между тем освобожденное от строительных лесов и позднейших надстроек здание, выстроенное Фрейдом, произ-

водит сильнейшее впечатление. В лекциях по психоанализу впервые предложена целостная (и до сих пор, пожалуй, наиболее универсальная) система взглядов, позволяющая внутренне непротиворечиво объяснить самые различные аспекты поведения человека и особенности его психической жизни с позиции строгого детерминизма, избегающего любых апеллений к случайности и необязательности. В рамках этой стройной системы с единых позиций рассматриваются такие далекие, на первый взгляд, друг от друга явления, как «случайные» описки, невротические симптомы и сновидения. Их объединяет представление о постоянной борьбе в человеческой душе между осознанным Я, учитывающим интересы и требования социума, и неосознаваемыми, в силу враждебности к этим требованиям, но в то же время очень значимыми для личности мотивами.

Фрейд начинается с частного, казалось бы, вопроса — с проблемы описок, оговорок, ошибочных действий, всего того, что до него вообще не рассматривалось в психологии как достойный серьезного изучения объект. Да и много лет спустя интерес психоанализа к этим «побочным» эффектам психической деятельности, попытка осмыслить их и использовать как основу для выводов о скрытых тенденциях поведения, подвергались ожесточенным и вульгарным нападкам. Как часто утверждалось идеологами от психологии, что смешно видеть за случайными оговорками подавленные мотивы и тайные интересы, а предположения о сексуальной основе этих интересов становились предметом зубоскальства. Но поруганная судьба науки мстит за себя иронией. Только иронией судьбы можно объяснить знаменитое происшествие на Международном конгрессе по бессознательному в Тбилиси в 1979 г. во

время «круглого стола», посвященного судьбе психоанализа. За этим столом, впервые в СССР, собрались лидеры всех основных психоаналитических школ мира. И вот перед этим синклитом выступила профессор философии, известный ревнитель идеологической чистоты в общественных науках, чтобы дать решительный бой чуждым влияниям и взглядам. Ис пафосом борца за правое дело провозгласила: «Психология должна заниматься проблемой отношения человека к человеку, человека и общества и другими сексуальными проблемами». Разумеется, она хотела сказать «социальными», она и слова-то такого неприличного — «сексуальное» — не рискнула бы произнести в солидном обществе, но именно такая оговорка, именно за этим столом была высоко оценена и присутствующими, и всей мировой прессой. А все-таки она вертится!

Но вернемся к Фрейду. Уже в этих первых лекциях ошибок и описках проявляются все его сильные стороны как ученого, сочетающего в себе способность к пристальному наблюдению, кропотливому собиранию фактов и блистательному, обобщению, поднимателю над этими фактами. С самых первых страниц «Лекции...» привлекают полемичностью, готовностью рассматривать разные ракурсы проблемы и искать ответы на возможные возражения. Отдавая себе отчет в необычности постановки вопроса, Фрейд сам выдвигает ряд контрдоводов против своей концепции и последовательно их опровергает.

Вот он обсуждает возможные аргументы против своего взгляда на природу ошибок и оговорок и с глубоким интуитивным пониманием сложных психических явлений отвергает возможность объяснения ошибок за счет нарушения внимания. Он справедливо утверждает, что как раз в автоматизированных действиях, требующих минимального внимания, ошибки встречаются крайне редко.

Убедительно отвергается ссылка на волнение, поскольку волнение с таким же успехом могло бы повысить уровень вни-

мания. В этом вскользь брошенном замечании в зародыше содержится одна из важнейших и до сих пор актуальных проблем психофизиологии — проблема продуктивного и непродуктивного эмоционального напряжения.

Современному специалисту, пожалуй, наиболее интересно читать главы, посвященные сновидениям. В этой области за последние десятилетия проведено много психофизиологических исследований, позволяющих верифицировать научные спекуляции автора. Но прежде всего хочется привести высказывание Фрейда, предшествующее разделу: «Заниматься... сновидениями не только непрактично и излишне, но просто стыдно; это влечет за собой упреки в ненаучности, вызывает подозрение в личной склонности к мистицизму» (с. 50).

Сегодня, когда благодаря открытию быстрого сна проблема сновидений стала одной из важнейших в науке о мозге, это замечание предостерегает нас от пренебрежения теми загадочными явлениями человеческой психики, которые пока считаются ненаучными и мистическими. В тот самый период, когда строгий эмпирик И. П. Павлов объявлял сновидения случайным результатом недостаточно выраженного «сонного торможения» отдельных участков коры, Фрейд настаивал на их закономерности и необходимости для человеческой психики и оказался прав.

При чтении этой главы, как, впрочем, и всей книги, постоянно сталкиваешься с обсуждением тех же проблем, которые актуальны сегодня. Почему с трудом пересказываются сновидения? Потому что образы трудно перевести в слова, их легче изобразить, отвечает Фрейд. А в одном из последних исследований, проведенных на больных с нарушениями речи, показано, что они успешно, и даже лучше здоровых, рисуют свои сновидения, которые затрудняются описать в словах.

Фрейд замечает вскользь: видевший сон знает, что означает его сон, он только не знает о своем знании и полагает поэтому, что не знает значения сна. В этом утверждении —

абсолютно точное понимание латентного знания, проблемы, обсуждающей сегодня и в психологии, и в философии, и в информатике. А когда Фрейд описывает созданный им и для понимания сновидений и невротических конфликтов, и для лечения метод свободных ассоциаций вокруг сюжета сновидения, то у нас неожиданно возникает свободная ассоциация с современными способами стимуляции образного мышления, которые тоже выполняют лечебную функцию.

Так, может быть, терапевтический эффект психоанализа во многом обязан не осознанию скрытых мотивов благодаря ассоциациям, а всемерной стимуляции образного мышления, которое неполноценно функционирует при неврозах и психосоматических заболеваниях и восстановлению которого так способствует эмоциональный контакт с психоаналитиком (да и с любым психотерапевтом), контакт, который Фрейд описывает как феномен «переноса либидо»? Такое понимание помогает преодолеть один из основных парадоксов общей концепции Фрейда: ведь если неприемлемые мотивы и представления упорно вытесняются из сознания во имя сохранения целостности собственного Я, то почему же метод свободных ассоциаций обеспечивает их возвращение в сознание и тем самым способствует излечению? Не более ли справедливо противоположное предположение, согласно которому активация образного мышления и эмоциональный контакт с психоаналитиком способствует душевному излечению, и уже как следствие этого наступает осознание ранее вытесненных, но утративших свое эмоциональное значение комплексов и мотивов?

В течение ряда лет я развивал эту идею «осознания через излечение» (в противоположность фрейдовскому «излечению через осознание»), пока не нашел ее зародыш у самого Фрейда. Как обычно, он между прочим замечает, что неразрешимый на первых порах симптом поддается анализу, только тогда отпадает реальная заинтересованность в вытесненных мыслях. Не правда ли, поразительно, что

спустя 75 лет Фрейд представляет перед нами не «памятником науки», а живым оппонентом, с которым интересно спорить и к словам которого стоит прислушиваться с большим вниманием.

Но при всем этом нельзя не признать, что его конкретная трактовка отдельных образов и символов сновидений носит достаточно произвольный характер. Трудно согласиться и с универсальной трактовкой символов — современные исследователи показали, что одни и те же, по формальным критериям, образы могут отражать разные движения душевной жизни у людей с различными особенностями личности и в разных контекстах самих сновидений. Можно было бы привести много примеров на эту тему, но они показали бы только то, что и классические тексты стоит читать критически.

На сегодняшнем уровне знаний нельзя согласиться и с тем, что сновидения представляют собой просто удовлетворения запретных желаний в замаскированном виде. При таком понимании сновидения в лучшем случае должны были бы обеспечивать охрану самого сна, но никак не способствовать нормализации психического состояния в бодрствовании. Ведь, как прекрасно осознавал это и сам Фрейд, удовлетворение жажды в сновидении ни на йоту не уменьшает эту жажду после пробуждения, а образы, маскирующие желания, могут олицетворять эти желания только до тех пор, пока длятся сновидения, — для бодрствующего сознания они не несут никакой значимой информации.

Но когда Фрейд описывает работу сновидений, он блистательно предвосхищает современные представления о механизмах образного мышления: «Благодаря накладыванию друг на друга отдельных сгущенных единиц возникает, как правило, неясная, расплывчатая картина подобно той, которая получается, если на одной фотопластинке сделать несколько снимков» (с. 107).

Интересно, что представление о достаточно жестких и однозначных кодах сновидений удивительным образом сочетается у Фрейда с вполне

современным пониманием того обстоятельства, что для трактовки сновидений необходимо видеть связь сновидений со всей жизнью человека и с той конкретной психической реальностью, в которую сновидение вписывается. «Сновидение никому ничего не хочет говорить, оно не является средством сообщения, оно рассчитано на то, чтобы остаться непонятым» (с. 147). Фрейд впервые поставил вопрос о том, что сновидение может быть функционально неполноценным и не выполнять свою задачу. Эта проблема только сейчас становится предметом естественнонаучного исследования во многих лабораториях мира. С такой неполноценностью сновидений Фрейд справедливо связывает чувства тревоги и страха, периодически возникающие в сновидениях.

Огромную роль во всей концепции психоанализа, в том числе и в концепции сновидений, играет представление о ранних сексуальных переживаниях и конфликтах ребенка и об их дальнейших трансформациях во взрослой жизни. Больше всего нападков на психоанализ было в связи с этими представлениями, и надо признать, что для этих возражений есть определенные основания. Но прежде чем обсудить их, давайте сразу признаем, что сексуальные мотивы действительно играют серьезную роль в жизни человека и его патологии, особенно при неврозах, и воздадим должное мужеству Фрейда, который в «викторианскую» эпоху цивилизации, задолго до сексуальной революции, заставил это признать. А сопротивление общественной морали было столь велико, что принудило Фрейда перенести палку в этом вопросе.

Одним из краеугольных камней психоанализа является представление об эдиповом комплексе — запрещенной любви мальчика к матери и связанной с этим скрытой ревности и враждебности к отцу. Проблему ранней сексуальности до сих пор нельзя считать окончательно решенной, однако очевидно, что Фрейд резко переоценил собственную сексуальный характер влечения к родителям противоположного пола (особенно —

мальчика к матери) и явно недооценил несексуальный компонент этой привязанности.

Исследования последних десятилетий показали, что ранний отрыв ребенка от матери (независимо от пола ребенка) или даже просто дефицит эмоционального контакта с ней оказывает необратимое отрицательное воздействие на все дальнейшее развитие ребенка и может способствовать в дальнейшем развитию неврозов и психосоматозов. Причем дело не в уходе и заботе, а именно в эмоциональном контакте, в любви; но поскольку это в равной степени относится к мальчикам и девочкам, то это не та любовь, которая приводит к появлению эдипова комплекса. Эмоциональный контакт помогает ребенку преодолеть первичный пассивный страх перед незнакомым, является первой ниточкой, связывающей человека с миром. Поэтому независимо от того, как именно оценивал эту привязанность Фрейд, то обстоятельство, что он первый обратил внимание на жизненно важный характер эмоциональных связей с матерью, с родителями, является серьезной научной заслугой.

С сегодняшних научных позиций можно предъявить целый ряд претензий к фрейдской теории неврозов. Эта теория переоценивает роль сексуальных конфликтов и недостаточное внимание уделяет другим мотивационным конфликтам; может быть, с излишней определенностью и однозначностью трактует отдельные невротические симптомы как символическое выражение витесненных мотивов — здесь скрывается тот же воинствующий детерминизм, что и при трактовке сновидений; наивно звучат сегодня рассуждения об интоксикации организма половыми гормонами при неврастении.

Не следует, однако, забывать, что Фрейд отталкивался от своей клинической практики, в которой неврозы, обусловленные сексуальными конфликтами, занимали значительное место среди представляющих «среднего класса» процветающей Вены. Но еще важнее другое. «Пансексуализм» не помешал Фрейду понять, что в ос-

нове неврозов лежит внутренний мотивационный конфликт и вытеснение социально неприемлемого мотива из сознания, а это открытие определило развитие учения о неврозах на протяжении всего последующего столетия и оказало сильнейшее влияние на культуру. Фрейд впервые показал, что единные закономерности, определяемые сложными отношениями сознания и бессознательного, работают в бодрствовании и во сне. Предлагается блестящая по точности формулировка: «Здоровый человек является потенциальным невротиком, но сновидение — единственный симптом, который он способен образовать» (с. 308).

Мысль Фрейда постоянно развивается, и вот уже представление о сексуальных мотивах трансформируется в гораздо более широкое понятие — либидо, которое выступает как символ жизненной энергии. При таком понимании уже резко расширяется база для трактовки развития невроза. Невозможность реализовать либидо, понимаемое как жизненная энергия, — это уже прямое предвосхищение некоторых современных теорий неврозов и психосоматозов. Действительно, когда Фрейд говорит о сексуальном удовольствии от функционирования органов, от любого проявления жизнедеятельности, становится очевидно, что термин «сексуальность» — это часто только излюбленная метафора.

Но понимание сексуальности как метафоры не отделено Фрейдом от понимания сексуальности как биологической реальности, и это нередко затрудняет восприятие текста.

Интеллектуальная смелость Фрейда проявляется и в том, что он не уклоняется от вопроса, к решению которых окончательно не готов. Так, из общей концепции логически вытекает, что сопротивление вытесненному оказывает Сверх-Я, которое противостоит бессознательным эгоистическим побуждениям, олицетворяет совесть и, следовательно, должно быть атрибутом сознания. Но клинический опыт психоанализа показывает, что сам процесс вытеснения осуществляется бессознательно, а это, в свою очередь, неумолимо приводит к выводу, что Сверх-Я может функционировать бессознательно. Возникает, на первый взгляд, парадокс логического и вообще сколько-нибудь разумного объяснения — бессознательный атрибут сознания. Фрейд идет на признание такой возможности, ибо такова логика анализа.

И только теперь появились некоторые предпосылки для решения этого парадокса. Они связаны с новыми представлениями о динамике отношений между образным и логическим мышлением, представлениями об образе Я, который формируется в большой степени под влиянием осознанных установок, но, как и любой целостный

образ, не может быть до конца осознан. Руководимый общим представлением о природе душевной жизни, в справедливости которого он был убежден, Фрейд смело совершал скачки через логические пропасти и разрывы.

В заключение мне хотелось бы остановиться на разбросанных по всей книге замечаниях, показывающих понимание Фрейдом науки и научной этики.

«Признаком научного мышления... является способность довольствоваться лишь приближением к истине и продолжать творческую работу, несмотря на отсутствие окончательных подтверждений» (с. 29).

«...Во время своей работы я модифицировал свои взгляды по некоторым важным вопросам, меняя их, заменяя новыми, о чем каждый раз делал публичные сообщения. А каков результат этой откровенности? Одни вообще не узнали о внесенных мною самим поправках и еще сегодня критикуют меня за положения, которые давно не имеют для меня прежнего значения. Другие упрекают меня в этих переменах и считают поэтом ненадежным» (с. 155).

Давайте же не уподобляться ни тем, ни другим, и прочитаем этого гениального конкистадора от науки внимательно, с полной душевной открытостью и готовностью к пониманию.

НОВЫЕ КНИГИ

Экология

Йош Рёгёш. ЗЕЛЕНЫЙ АД — ИСЧЕЗАЮЩИЙ РАЙ. Репортаж из тропического дождевого леса. Будапешт: Изд-во АН Венгрии. 1989. 107 с.

Судьба влажных тропических лесов в последние годы привлекает огромное внимание. Прежде всего, в связи с резким сокращением их площади. Ученые ставят трагедию джунглей — легких планеты — в прямую связь с возможностью существования человечества. Проблемам джунглей, их живот-

ного и растительного мира и посвящена новая книга венгерского путешественника и естествоиспытателя Я. Рёгёша, выпущенная в Будапеште на русском языке. Автор вел наблюдения за жизнью джунглей в Коста-Рике, Бразилии и Перу.

Вначале читатель знакомится с общими закономерностями природы этой уникальной части нашей планеты, с некоторыми особенностями биологии обитателей джунглей (их обменом веществ, мимикрией и т. п.). Отдельные главы рассказывают о конкретных районах,

где побывал автор. Его описания свежи, свободны от штампов, характерных для многих рассказов о джунглях, которые нередко представляются «зеленым адом». Особенно интересны зарисовки амфибий, рептилий, насекомых.

Последний раздел посвящен строению, проблемам освоения и будущему экосистемы влажного тропического леса. Книга иллюстрирована прекрасными цветными фотографиями, в большинстве своем выполненными автором.

"Я был, есть и буду его учеником"

Е. М. Коробова

Институт геохимии и аналитической химии
им. В. И. Вернадского АН СССР
Москва

В ШИРОКО известной ныне книге Евгении Гинзбург «Крутой маршрут» есть такие строки: «В наш карточный домик, как и положено в приличных семейных домах, приходили знакомые. Например, профессор Симорин... блестящий эрудит и остроумец... импонировал Васье¹ своими рассказами о предарестном времени, в котором фигурировали имена, встречавшиеся Васе только на обложке учебников»².

Речь тут идет о магаданской ссылке конца 40-х годов. Гость «карточного домика» — Александр Михайлович Симорин — ученик и коллега Вернадского, работавший в 30-х годах в знаменитом Биогеле — Биохимической лаборатории АН СССР, преобразованной впоследствии в Институт геохимии и аналитической химии (ГЕОХИ). Одно из имен на обложке учебников — конечно, Вернадский. Вот только профессором Симорин никогда не был. И хотя, казалось бы, его судьба не так печальна, как судьбы бесследно исчезнувших в сталинских лагерях, 20 лет заключения и ссылки, тень ГУЛАГа после реабилитации не позволили Симорину реализовать творческий потенциал. Это ли не трагедия ученого?

Почти не осталось людей, знавших Симорина, немногочисленны его научные труды. Лишь несколько документов и писем в казенных и домашних архивах³.

По крупицам восстанавливается жизнь человека, для которого главным было служение науке. Жизнь, распадающаяся на «до» и «после» ареста.

Родился Симорин 25 (13) августа 1899 г. в Саратове. По воспоминаниям писателя Л. И. Гумилевского, его репетитора в гимназические годы, Саша был «обыкновенным мальчиком с хорошим русским лицом; как все обыкновенные мальчики заглядывал в ответ, прежде чем решить задачу, читал Фенимора Купера и Майн Рида»⁴.

Мать, Евдокия Алексеевна Симорина, по словам сына, «чуткая, самоотверженная, светлый человек», тянула семью из четырех человек, оставленную отцом в 1911 г., но сумела передать сыну высокую духовность и тягу к знаниям. В 1916 г. Александр окончил гимназию с золотой медалью. Интересуясь архитектурой, поступил в Петроградский политехнический институт на инженерно-строительное отделение. Однако из-за отсутствия средств курс не закончил и вернулся в Саратов, хотя и успел «основательно познакомиться с основами высшей математики, теоретической механики, физики и химии»⁵.

Осенью 1919 г., увлекшись физиологией, Симорин поступил на медицинский факультет Саратовского университета, который закончил в 1925 г. Во время

учебы он отдавал предпочтение «не клиникам и отдельным медицинским дисциплинам, а дисциплинам естественно-историческим — зоологии, физиологии, физиологической химии». Поэтому, получив официальное звание врача, считал себя «фактически натуралистом с химическим уклоном»⁶.

Во время учебы подрабатывал — приходилось бывать и торговым агентом, и санитаром. Окончив университет, остался на кафедре гистологии, а затем перешел на биохимическое отделение Института микробиологии и эпидемиологии юго-востока РСФСР, читая при этом лекции на курсах для врачей-бактериологов. За это время он опубликовал пять статей, посвященных биохимическим экспериментам в рамках микробиологии.

Впрочем, их узкий характер мало удовлетворял Симорина, и он переходит в лабораторию органической химии Саратовского университета к профессору В. В. Челинцеву⁷, под руководством которого приступил к анализу горючих сланцев — материала геологического, но биогенного происхождения. Именно в этот период Симорин впервые соприкоснулся с идеями Вернадского и Я. В. Самойлова⁸ о роли живого вещества в химии земной коры. Захваченный ими, он перебирается в Ленинград, где в феврале 1931 г. ему предлагается возможность работать «в биогеохимическом разрезе под руко-

© Коробова Е. М. «Я был, есть и буду его учеником».

¹ В. П. Аксенов, сын Е. Гинзбург, писатель.

² Гинзбург Е. Крутой маршрут // Даугава. 1988. № 4. С. 13.

³ При подготовке статьи использованы материалы из архивов В. И. Вернадского в АН СССР и Кабинете-музее В. И. Вернадского в ГЕОХИ, любезно предоставлен-

ные автору В. П. Волковым, И. И. Мочаловым и В. С. Неаполитанской.

⁴ Гумилевский Л. И. Воспоминания. Рукопись из фонда В. В. Гумилевской. Гумилевский — автор первой биографии Вернадского в серии «Жизнь замечательных людей» — узнал о Вернадском от Симорины.

⁵ Из автобиографии Симорины. 1936 г. Архив АН СССР. Ф. 107. Оп. 6. № 184. Л. 18.

⁶ Там же. Л. 20.

⁷ Челинцев В. В. (1877—1947), химик-органик, член-корреспондент АН СССР. Инициатор использования волжских сланцев, битумов, природного газа.

⁸ Самойлов Я. В. (1870—1925), минералог, геолог, биогеохимик, автор теории биогенного происхождения осадочных месторождений.



В гимназические годы.

водством академика В. И. Вернадского».

Еще в 1926 г. Вернадский создает Отдел живого вещества при Комиссии по изучению естественных производительных сил России, преобразованный затем в Биогел. Штатных сотрудников в лаборатории было всего 10 человек, однако Вернадский активно привлекал исследователей из других организаций. Симорину поручается организовать работу биогеохимической лаборатории при Полярном филиале Государственного океанографического института (ГОИН). 10 июня 1931 г. датирован краткий отчет Симорина Вернадскому из г. Полярного: «...нет рабочих рук, нет материалов. Тормозит дело недостаточно активный административный аппарат». Тем не менее: «...работа в лаборатории уже на ходу... Бытовые условия суровы. Условия личной научной работы очень хорошие»⁹.

С осени 1931 г. Симорин зачислен научным сотрудником I разряда в Биогел. Параллель-

но работая в ГОИНе, он определяет содержание брома в морских организмах и водорослях Баренцева и Белого морей (для многих видов эти данные были получены впервые). Кроме научного работа Симорина имела и практическое значение. Выявление живых накопителей брома позволяло расширить его добычу. Написанные по результатам исследований две статьи Симорина были направлены им в «Труды Государственного океанографического института», но, судя по переписке Симорина с Вернадским, так и не вышли в свет. Однако определения Симорина со ссылками на него как на аналитика вошли в монографию А. П. Виноградова «Химический элементарный состав организмов моря», издававшуюся по частям в 1935, 1937 и 1944 гг.

Кстати, сам Симорин полагал, что он наиболее полезен Биогелу как химик-аналитик при решении проблем, сопряженных с биогеохимией. К ним он относил многие проблемы почвоведения, растениеводства, океанографии и медицины, что в то время осознавалось немногими. Недаром в одном из писем Вернадскому он подчеркивал, что хотел бы провести работу в том разделе биогеохимии, где ее выводы имели бы «большее значение для живого вещества как такового, чем для той или иной проблемы в собственно геохимии».

В 1935 г., уже после переезда Биогела из Ленинграда в Москву, Симорин возглавил экспедицию в Восточное Забайкалье — долину р. Уров. (Интересно, что в ее составе были К. П. Флоренский, в будущем один из основателей сравнительной планетологии, сын выдающегося философа и теолога П. А. Флоренского, и Н. В. Фаворский, сын известного художника-графика, впоследствии погибший на фронте.) Среди местных жителей (потомков казаков, поселившихся здесь в XVIII в.) была распространена так называемая болезнь Кашина — Бека — тяжкий недуг, приводивший к деформации скелета, развитию эндемического зоба, дегенерации. Выяснением причин заболевания (строгая его локализация наводила на мысль о

местных геохимических аномалиях) занимался Уровский научно-исследовательский институт, директор которого и обратился за помощью в Биогел. Врач и биохимик, исследователь с большим кругозором, Симорин, видимо, как никто другой подходил для решения этой задачи.

Его экспедиция проработала в Забайкалье только один полевой сезон, конкретную причину болезни установить не удалось (позже местных жителей переселили), но начало эколого-геохимических исследований в нашей стране было положено.

В статье о болезни Кашина — Бека — единственной опубликованной биогеохимической работе Симорина — он не только анализирует конкретные условия местности и характер заболевания, но и обсуждает принципиальную возможность геохимического возникновения эндемических болезней, пожалуй впервые пользуясь в публикации со ссылкой на А. П. Виноградова термином «биогеохимическая» провинция, вошедшим в широкое употребление через несколько лет¹⁰.

Отмечая множество гипотез происхождения этой болезни, Симорин предлагает изучать местную миграцию элементов, предположительно ответственных за нарушение обмена, от их первоисточника (горные породы, почвы), через промежуточные звенья трофической цепи (воды, растения, животные) до организма человека, его внутренней среды, видовые и геохимические особенности местных видов растений и животных. При этом Симорин предвидит «чрезвычайно интересную и многообразную по своим практическим результатам совместную работу биологов, биохимии, почвоведения, экспериментальной медицины, ветеринарии». Такая методология, позволяющая устанавливать причинно-следственные связи, стала впоследствии классической при всех эколого-геохимических исследованиях и сейчас приобретает особое значение в связи с загрязнением биосферы и необходимостью оптимизации гео-

⁹ Здесь и далее документы цитируются из архива В. И. Вернадского. Архив АН СССР. Ф. 518. Оп. 3, 6.

¹⁰ Симорин А. М. // Вестник АН СССР. 1936. № 1. С. 82—90.

химической деятельности человека.

Но планы Симорина не осуществились. В Архиве АН СССР на бланке секретариата Академии с неразборчивой подписью сохранилась запись от 22 ноября 1936 г.: «Арестован органами НКВД (сообщил академик Вернадский)».

После нескольких месяцев тюрьмы Симорин оказался в лагере под Магаданом, на лесозаготовках. В барак возвращался едва живой с мыслями о близкой смерти. Его спас Вернадский, сделавший все возможное для облегчения участи своего ученика. Впоследствии Симорин рассказывал, как это произошло, своему близкому другу, хранителю и архивисту кабинета-музея В. И. Вернадского в ГЕОХИ В. С. Неаполитанской. На имя начальника лагеря пришло письмо, в котором Вернадский писал, что произошла ошибка, что Академия наук хлопочет о пересмотре дела Симорина и, учитывая медицинское образование Симорина, он просит облегчить его положение. Начальник вызвал Симорина и спросил, кто такой Вернадский. Ответ, видимо, произвел впечатление. Начальник передал Симорину короткое письмо от Вернадского и отписки его статьи с надписью: «Дорогому другу Александру Михайловичу от академика-орденоносца Вернадского». ...Симорина перевели на работу в амбулаторию, он получил более сносные условия жилья. Позднее он писал: «В очень тяжелую, даже страшную минуту своей жизни я получил от него брошюру и не расставался с ней буквально ни днем, ни ночью (когда спал — она лежала под подушкой). И странно, с момента ее получения все изменилось в моем бытии. Большую роль сыграл сам факт ее адресования на мое имя»¹¹.

В январе 1939 г. Вернадский обращается в Президиум Верховного Совета СССР:

«Горячо поддерживаю просьбу матери молодого талантливого ученого, прекрасного научного работника Александра Михайловича Симорина о возвращении его к научной

работе. Врач по образованию, А. М. Симорин в то же самое время химик (ученик профессора Челинцева — ныне члена-корреспондента Академии). А. М. Симорин в качестве химика работал в течение нескольких лет в моей биогеохимической лаборатории. Работа его катастрофически прекратилась в ноябре 1936 г., когда он был арестован и очутился теперь на Дальнем Востоке, где его силы и знания не используются правильным образом. Я был бы чрезвычайно рад, если бы он вернулся в нашу лабораторию, где он начал вести важную и нужную для нашей страны работу. В 1936 г. А. М. Симорину была присуждена степень кандидата химических наук. Основой этого присуждения была совокупность его работ по геохимии и биохимии брома¹². Арест его для меня был совершенно неожиданным, и я несколько не сомневаюсь (зная его очень хорошо), что мы имеем здесь случай, не отвечающий реальным обстоятельствам дела.

Обращаясь к такому высокому учреждению, как Президиум Верховного Совета, я считаю себя обязанным говорить с полной откровенностью до конца. В это время много людей очутилось в положении Симорина без реальной вины с их стороны. Мы не можем закрывать на это глаза.

А. М. Симорин мужественно перенес выпавшее на его долю несчастье, и возвращение его в нашу среду к любимой им научной работе, где он очень нужен, будет актом справедливости»¹³.

Вернуться в среду Вернадского Симорину так и не довелось, но мысленно он с ней никогда не расставался. Вот отрыв-

ки из письма матери от 4 декабря 1939 г.

«Осенью 37-го года, когда я был конопатчиком в бухте Веселой, я чуть было не умудрился между делом определять бром в водорослях бухты. У меня появился такой холодильник Либиха — такая изумительная посуда, что сам Челинцев, любивший в черепках творить двойные и тройные углеродные связи, пришел бы в неописуемый восторг. Гоголевский Плюшкин с дрожанием в пальцах сохранял бы мое достояние. Но я ушел в этап, и моя посуда едва ли теперь сможет попасть в музей редкостей. (...) ...Душа мучительно и тягуче затосковала по Монетному переулку¹⁴, по... лаборатории, в которой я любил каждый уголок, по гудению центрифуги и вытяжного шкафа, по таким мелочам, о которых смешно писать, — ну хотя бы по игре солнышка по полу и стенкам, когда приезжаешь в лабораторию в выходной день, и всюду стоит покой и какая-то адуцивая тишина, и дорожки в коридорах лежат солидно и важно...

К великому сожалению, биологические процессы необратимы, и мой жизненный процесс ограничен во времени, и очень боюсь, что налицо много факторов, укорачивающих его... Я же этого мучительно не хочу. Если бы я сейчас вернулся в Москву, то весь свой порядок работы повернул бы по-иному. Я готов спать, как Ришелье, 4 часа в сутки — лишь бы работать, двигаться, читать, переводить, сопоставлять, вычислять. Это есть какое-то неестественное требование нервной системы (вероятно, влияние многолетне установившихся рефлекторных связей). Пойми мое состояние, когда спустя полтора года по отъезде из Москвы, подметая пол в больнице, я нахожу отрывок газеты и вижу имена Вл. Ив. [Вернадского], Ал. Павл. [Виноградова], и читаю о работе Биогеохимической лаборатории над Ал. Все пережитое,

¹² Кандидатская степень была присвоена Симорину без защиты диссертации по представлению В. И. Вернадского.

¹³ Это письмо, как и ранее опубликованные архивные материалы, начисто опровергает мнение, будто Вернадский, «...как и большинство советских граждан в то время, верил... в истинность обвинений, которые предъявлялись обвиняемым на политических процессах 30-х годов» (Миклуцкий С. Р. Очерки развития историко-научной мысли. М.: Наука, 1988. С. 249).

¹⁴ Письмо от 13 декабря 1944 г. Архив В. С. Неаполитанской.

¹⁴ В Старомонетном переулке в доме 35 находилась Биогеохимическая лаборатория (ныне здание Института геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии АН СССР).



Александр Михайлович Симорин.
50-е годы.

больше того — вся былая жизнь, давно ощущаемая как сновидение, воскресла с изумительной четкостью, яркостью. Тот, кто мог бы понять чужие мысли, с удивлением бы остановился около «подметалы», у которого в голове стоял вопрос — каким методом работает Бабичка?¹⁵ Если бы, кстати, я знал этот метод определения Au и его можно было бы здесь применить, я подал бы заявление начальнику Дальстроя НКВД с просьбой разрешить мне применить этот метод или тот, за который агитировала наша лаборатория, провести исследования на Колыме. Это имело бы для нашей лаборатории исключительный интерес, так как здесь имеется ряд, если можно так выразиться, «своеобразных особенностей». Если бы В. И. и А. П. разрешили мне написать им об этом, у ме-

ня, в моей «другой галактической системе», был бы день земного счастья. (...) Неужели будет тот необыкновенный в моей жизни день, когда я увижу В. И. и А. П. и весь ряд знакомых и дорогих мне лиц? (...) В. И. большой, прекрасный, редкий человек. (...) Я по-прежнему люблю и уважаю его всей душой и считаю себя счастливым, что встретил его в своей жизни, и гордым от сознания, что я был, есть и буду его учеником еще долгое время, — только бы мне застать его живым. (...)

Я живу своей работой, воспоминаниями, надеждой, планами будущих работ... Я не имею книг... сделал своеобразную сводку всего того, что удержала моя жадная до знаний голова. И предств, что есть о чем думать, что необходимо привести в полную ясность; откуда-то из глубей сознания выплывают прочитанные, давно забытые мысли, интересно сочетаются с другими, еще более давними и тоже забытыми... Так вот и создается свой мир воззрений, установок, — даже то, над чем работал в последнее

время, рисуется в новом, более глубоко понимании».

В 1943 г., после шестилетнего заключения, Симорина оставили на свободном поселении в Магадане. При местной больнице он организует химическую лабораторию с четырьмя большими отделениями: «минеральной» и органической химии, биохимии, экспериментальным отделом, и «незаметно для себя» становится ее директором.

Осмысливая свою жизнь, он пишет Вернадскому:

«Пережитое строго переоценено... виднее стали свои описки, неправильные методы работы над собой. Я, к несчастью, родился «нищим духом», т. е. вечно голодным в духе, порою даже жадным. А Гумбольдт своим «Космосом» меня «погубил» еще с гимназических лет... Александр Павлович Виноградов не раз упрекал меня за эту экспансию вместо «углубления».

Но вот сегодня исполнилось 44 года. Голова стала седой. Поседали и мысли, но мозг не ослабел, а наоборот, стало казаться, что вот только теперь и можно, и нужно приступить к работе. Анализ показал, что и в прошлом не было разбросанности, а совершался процесс, руководимый интуитивным влечением, в определенных, совершенно закономерно заданных координатах. 7 лет в этом процессе вычеркнуты не мною... Вот почему сейчас, при руководстве большим и ответственным делом, отнимающим много времени, упорно работаю ночами, углубляясь в новое для меня учение о симметрии, двигаясь к проблеме правизны-левизны. (...)

В не дошедшем до Вас письме я хотел просить Вас, если Вы находите это целесообразным и своевременным, о теме для докторской диссертации. Я отстал за эти 7 лет от актуальных тем по биогеохимии. Мне трудно ориентироваться самому. (...) Я хотел начать работы по концентрации Au , но не знаю выводов работ Биогеля в этом направлении. Может быть, темой мог бы послужить один из вопросов, входящих в тематику очередных работ... Тогда, если даже мой материал и был бы...

¹⁵ Баби́чка Йозеф, чешский исследователь, работал в Карловом университете в Праге.

недостаточным для диссертации... цифровые данные могли бы быть использованы.

Всякое Ваше решение в этом вопросе приму как закон с благодарностью и признательностью.

На Ваш вопрос о моей личной жизни я ответил бы Вам тем, что в общепринятом смысле ее у меня просто нет. Материально я обеспечен. Получил хорошую, светлую комнату. Но духовно я — одинок. Принимаю у себя и бываю у весьма немногих. Отдыхаю с книгами. Скуки не знал никогда, не знаю ее и теперь. Совершенно потерял вкус к художественной литературе — выпал какой-то «гвоздик». Но к древним тянет — недавно я с интересом читал Витрувия «Трактат по архитектуре» и там нашел немало ценного.

Производя капитальный ремонт в душе и упорно работая, я как бы отдаю долг любимой биогеохимической лаборатории, так как не считая себя сотрудником ее я не могу (это ужеросло в душу), хотя я и числюсь там, как тело астральное.

Боюсь утомить Вас. Желаю Вам только здоровья и еще длинного ряда лет... Не переутомляйте себя (это уже говорит во мне врач). Еще раз благодарю Вас за Ваше внимание.

Получил в подарок Ваш портрет. Это тот, что помещен

в Вашем юбилейном сборнике 1936 года. Теперь Вы всегда со мной.

Преданный Вам и любящий
А. Симорин.

Высоко оценивая возможности Симорина, Вернадский рекомендовал ему «определить точно количественно спектр организмов моря на строго научном уровне вида, подвида»¹⁶, эта проблема тесно связана с изучением геохимической энергии живого вещества — задачей, поставленной Вернадским еще при основании Биогела. Из-за своей сложности он не решен и по сей день.

В январе 1944 г. на Всесоюзной конференции врачей Симорин выступил с двумя докладами, придав им биогеохимическое звучание. (По всей вероятности, это был съезд лагерных врачей, организованный выдающимся советским вирусологом Л. А. Зильбером, трижды арестованным и сосланным.)

Только в 1957 г. Симорин вернулся в Москву. Полностью реабилитированный, с бумагой о необходимости восстановления его на прежней работе, радостный и счастливый, он появился в ГЕОХИ и подал заявление директору института А. П. Виноградову с просьбой зачислить его вновь на работу

в Биогеохимическую лабораторию. Ее руководитель В. В. Ковальский, близкий ему по своим научным устремлениям, приветствовал возможность совместной работы. Но безрезультатно прождав ответа полгода, Симорин понял, что в институт его не примут. Только удивительный оптимизм и вера в жизнь дали силы перенести этот тяжелый удар судьбы. Попыток заняться научной деятельностью в другом месте Симорин не предпринимает. Осенью 1958 г. он пишет из Старого Крыма: «В каком-то забытом покое, ритме и солнечной тишине протекают дни. Много обдумывается, укладывается на свое место, утверждается и успокаивается... Разлитый здесь, можно сказать, царственный покой исцеляет московские боли, обиды, горечи, устраняет разочарования, ненужную суету...»¹⁷

Весной 1959 г. в Коктебеле Симорин знакомится с вдовой своего любимого поэта М. Волошина — Марией Степановной, которая приглашает его переехать в Коктебель и помочь в разборе рукописей мужа. Однако и этому не суждено было осуществиться. В октябре 1960 г. он заболел и 18 января 1961 г. скончался. Похоронили Александра Симорина в г. Старый Крым рядом с Александром Грином — таким же романтиком, как он.

¹⁶ Ответ написан на обороте письма Симорина рукой секретаря Вернадского А. Д. Шаховской.

¹⁷ Архив В. С. Неполюханской.

Научные редакторы:

И. Н. АРУТЮНЯН,
О. О. АСТАХОВА,
Л. П. БЕЛЯНОВА,
М. Ю. ЗУБРЕВА,
Г. В. КОРОТКЕВИЧ,
Г. М. ЛЬВОВСКИЙ,
Л. Д. МАЙОРОВА,
Н. Д. МОРОЗОВА,
Е. М. ПУШКИНА,
Н. В. УСПЕНСКАЯ

Литературный редактор
Г. В. ЧУБА

Художник П. П. ЕФРЕМОВ

Художественные редакторы:

Л. М. БОЯРСКАЯ, Д. И. СКЛЯР

Заведующая редакцией

О. В. ВОЛОШИНА

Корректор

Р. С. ШАЙМАРДАНОВА

В художественном оформлении номера принимали участие:

О. Н. ЗОТОВА,
Н. Х. БУТЫРИНА,
В. А. СКРЕБНЕВ,
Б. А. КУВШИНОВ,
Ю. В. ТИМОФЕЕВ

Ордена Трудового Красного
Знамени издательство «Наука»

Адрес редакции:

117049, Москва, ГСП-1,
Мароховский пер., 26
Тел. 238-24-56, 238-26-33

Сдано в набор 27.03.90

Подписано в печать 10.05.90.

Т-07750.

Формат 70×100¹/₁₆.

Бумага офсетная, № 1.

Офсетная печать.

Усл. печ. л. 10,32.

Усл. кр.-отт. 1572,7 тис.

Уч.-изд. л. 15,0.

Тираж 58 750 экз.

Зак. 673

Цена 80 к.

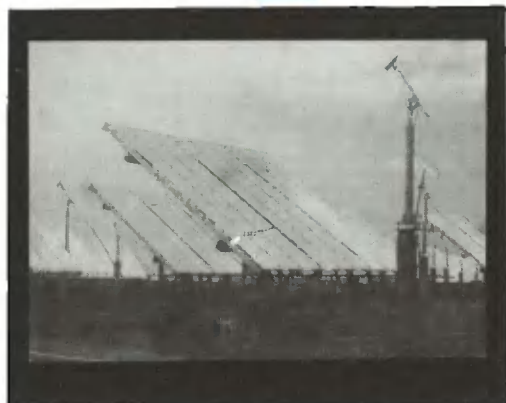
Ордена Трудового
Красного Знамени
Чеховский полиграфический
комбинат

Государственного комитета СССР
по печати
142300, г. Чехов
Московской области



ПРИРОДА

7⁹⁰



«... Вряд ли вообще совершалось в мире какое-либо из великих исторических событий, в котором более или менее видная роль не выпадала бы на долю внушения».

ВНУШЕНИЕ СЕГОДНЯ И 100 ЛЕТ НАЗАД
Бехтерев В. М. РОЛЬ ВНУШЕНИЯ В
ОБЩЕСТВЕННОЙ ЖИЗНИ
Ротенберг В. С. ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВНУШЕНИЯ



Муравьи, по-видимому, перетаскивают в свои гнезда зерна рудных минералов. Купола муравейников в ряде местностей Сибири оказались значительно более намагниченными, чем окружающие их почвы.

Бакшт Ф. Б. МАГНИТНЫЕ МУРАВЕЙНИКИ

Архивные документы, к которым только что открыт доступ, позволяют взглянуть новыми глазами на истинное предназначение могущественной организации, сыгравшей беспрецедентную роль в истории нашей науки.

Тугаринов И. А. ИСТОРИЯ ВАРНИТСО, ИЛИ КАК ЛОМАЛИ АКАДЕМИЮ В «ГОД ВЕЛИКОГО ПЕРЕЛОМА»

Десятилетия «преобразования природы» привели планету в конце XX в. к глобальному экологическому кризису. Человечество впервые столкнулось со столь сложной проблемой, имеющей множество аспектов. Способна ли сегодня биосфера к самоочищению? Каковы климатические последствия парникового эффекта? Чем компенсировать истощение запасов минерального сырья? Существуют ли перспективы у альтернативных стратегий производства (и потребления) энергии? Можно ли, наконец, вообще избежать экологической катастрофы? На подобные вопросы у науки пока нет однозначных ответов. Но некоторые подходы ученых уже просматриваются довольно четко.

БИОСФЕРА, КЛИМАТ, РЕСУРСЫ — ЧТО НАС ЖДЕТ!

Горшков В. Г., Кондратьев К. Я., Шерман С. Г. УСТОЙЧИВОСТЬ БИОСФЕРЫ И СОХРАНЕНИЕ ЦИВИЛИЗАЦИИ

Голицын Г. С. ПАРНИКОВЫЙ ЭФФЕКТ И ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Сенякин М. М., Хамизов Р. Х. ОКЕАНСКАЯ ВОДА — ИСТОЧНИК МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

Алексеев В. В. СЛЕДУЯ ЛОГИКЕ ЖИВОГО...

