

8

1977

ПРИРОДА



ПРИРОДА

Ежемесячный
популярный
естественнонаучный
журнал
Академии наук СССР

Основан в 1912 году



РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор
академик
Н. Г. БАСОВ

Доктор физико-математических наук
Е. В. АРТЮШКОВ

Доктор биологических наук
А. Г. БАННИКОВ

Академик
Д. К. БЕЛЯЕВ

Академик
А. И. БЕРГ

Академик
Ю. В. БРОМЛЕЙ

Доктор биологических наук
А. Л. БЫЗОВ

Заместитель главного редактора
член-корреспондент АН СССР

В. М. ГАЛИЦКИЙ

Заместитель главного редактора
В. А. ГОНЧАРОВ

Член-корреспондент АН СССР
Б. Н. ДЕЛОНЕ

Доктор физико-математических наук
С. П. КАПИЦА

Академик
Б. М. КЕДРОВ

Доктор физико-математических наук
И. Ю. КОБЗАРЕВ

Член-корреспондент АН СССР
Н. К. КОЧЕТКОВ

Член-корреспондент АН СССР
В. Л. КРЕТОВИЧ

Доктор физико-математических наук
Б. В. КУКАРКИН

Доктор философских наук
Г. А. КУРСАНОВ

Академик
К. К. МАРКОВ

Доктор философских наук
Н. Ф. ОВЧИННИКОВ

Заместитель главного редактора
В. М. ПОЛЫНИН

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

Заместитель главного редактора
доктор биологических наук
А. К. СКВОРЦОВ

Доктор геолого-минералогических наук
М. А. ФАВОРСКАЯ

Заместитель главного редактора
кандидат технических наук
А. С. ФЕДОРОВ

Член-корреспондент АН СССР
В. Е. ХАИН

Член-корреспондент АН СССР
Р. Б. ХЕСИН

Академик
Н. В. ЦИЦИН

Доктор географических наук
Л. А. ЧУБУКОВ

Академик
В. А. ЭНГЕЛЬГАРДТ

Доктор биологических наук
А. В. ЯБЛОКОВ

На первой странице обложки. Бабочка
адмирал (*Pugmeis atalanta*). См. за-
метку В. В. Батояна «Миграция бабочек
адмирал».

Фото В. И. Гуминюка.

На четвертой странице обложки. Тонко-
клювая кайра (*Uria aalge*). См. статью
Л. В. Богданова «Как наследуется окрас-
ка яиц кайры»

Фото В. Е. Гиппенрейтера.

Редакция рукописей не возвращает.
© Издательство «Наука»,
«Природа», 1977 г.

Август 1977 года

В НОМЕРЕ

Л. И. Уварова
Наука — производительная сила развитого социалистического общества **3**

В. Л. Зверев
Изотопы урана в геологии **11**

**К 60-ЛЕТИЮ
ВЕЛИКОГО ОКТЯБРЯ** **В. Г. Ильин, В. В. Сажин**
Новый Государственный эталон времени и частоты СССР **16**

Наука о сне сегодня

Л. П. Латаш
Функция сна: факты и гипотезы **28**

Л. М. Мухаметов
Активность клеток головного мозга во время сна **37**

А. Н. Шеповальников
Сон у детей **42**

В. С. Ротенберг
Место сна в системе адаптации **49**

В. Д. Блаватский
Землетрясение 63 г. до н. э. на Керченском полуострове **56**

**К 60-ЛЕТИЮ
ВЕЛИКОГО ОКТЯБРЯ** **Основатель технической петрографии**

А. В. Сидоренко
Встречи с Д. С. Белянкиным **58**

В. В. Лапин
Роль трудов Д. С. Белянкина в развитии современной технической петрографии **64**

Ю. Т. Дьяков
Роль иммунитета в селекции растений **72**

Л. В. Богданов
Как наследуется окраска яиц кайры **80**

И. Лозе
Лубанская равнина в каменном веке **89**

Б. А. Фролов
К истокам первобытной астрономии **96**

С. П. Капица
 Центр научной культуры им. Этторе Майорана в
 Эриче 107

В. Я. Лакшин
 Путешествие философии, или канцлер Бэкон и его
 переводчики (окончание) 110

А. Н. Пономарев
 Интерференционные эксперименты с нейтронами 124

КРАСНАЯ КНИГА **А. Г. Банников, И. А. Абдусаломов, А. И. Соков**
 Бухарский олень в Таджикистане 128

НОВОСТИ НАУКИ Запуски космических аппаратов в СССР (март — апрель 1977 г.) (132) — «Космос-900» исследует полярную ионосферу (132) — Вспышки космического рентгеновского излучения (133) — Свежий кратер на Луне (134) — Поиски метеоритов в Антарктиде (135) — Кольцевой оптический резонатор, не требующий юстировки (136) — Проверка фундаментальных констант с помощью лазеров (136) — Сверхпроводящие ультратонкие пленки (137) — Переваривающие комплексы у бактерий (138) — Янтарная кислота (138) — VIII конференция чехословацких фитовирусологов (139) — Антропологические исследования на Чукотке (140) — Загадка самовывбрасывания дельфинов на берег (141) — О «рабстве» у муравьев (142) — Миграция бабочек адмирал (143) — Отношение K/Rb и источники руды (143) — Новейшая тектоника Центральной Америки (144) — Марганцевые конкреции в Тихом океане (146) — Этническая история балтов (146) — Поиски древнейших жителей Америки (148) — Учреждена Золотая медаль им. А. И. Опарина (148) — Польская научная станция в Антарктике (148).

Георгий Алексеевич Курсанов 149

РЕЦЕНЗИИ **Удивительный Джей-би-эс**

В. А. Энгельгардт
 Третья встреча с Холдейном 150

В. В. Алпатов
 Научный и социальный темперамент Холдейна 151

Я. Е. Гегузин
 «Незримые колледжи» Я. И. Френкеля 152

Л. Я. Боркин
 Энциклопедия пресмыкающихся 154

НОВЫЕ КНИГИ И. Н. Галкин, В. В. Шварев. Строение Луны (157) — 157
 Г. Н. Поваров. Ампер и кибернетика (157) — И. Ф. Заянчковский. Живые барометры (157) — Дж. и Г. ван Лавик-Гудолл. Невинные убийцы (157) — А. А. Локерман. Россыпные месторождения золота (157) — М. Е. Желдаков. Горячие дороги Ирана (158) — М. А. Дэвлет. Петроглифы Улуг-Хема (158) — В. Л. Че-канал. Иван Иванович Беляев — русский оптик XVIII века (158) — Методологические проблемы теории организации (158).

В КОНЦЕ НОМЕРА **Ю. В. Афанасьев**
 Отрывки из чужого дневника 159

Наука — производительная сила развитого социалистического общества

Л. И. Уварова

Кандидат технических наук

Институт истории естествознания и тех-
ники АН СССР
Москва

К вопросу о науке, ее роли и значении в развитии общественного производства, о ее соотношении с практикой классики марксизма-ленинизма обращались неоднократно. Они показали, что область человеческой деятельности, игравшая ранее преимущественно роль фактора общественного познания, в определенных исторических условиях становится фактором материального производства. Для того чтобы заставить силы природы служить человеку, недостаточно только располагать определенным объемом научных знаний. Наука становится «всеобщей производительной силой» лишь тогда, когда она включается в решение практических задач.

Исходные пункты превращения науки в непосредственную производительную силу лежат в изменении технико-экономических и социальных факторов общественного развития. К ним прежде всего относится рост объема производства на промышленном предприятии, углубление разделения и возрастание обобществления труда, переход к машинному способу изготовления изделий. Обобществление труда, базирующееся на системе машин, указывал К. Маркс, позволяет применять к непосредственному процессу производства такие всеобщие продукты человеческой деятельности, какими являются научные знания¹.

В ленинской программе строительства нового общества большое место отводилось науке, которая рассматривалась как мощный фактор ускоренного развития всех компонентов производительных сил. В статье «Лучше меньше, да лучше» В. И. Ленин подчеркнул необходимость всемерного развития науки и ее всестороннего использования. Надо, писал он, добиваться того, чтобы наука действительно входила в плоть и кровь, превращалась в «элемент быта вполне и настоящим образом»². Это положение легло в основу деятельности Коммунистической партии и Советского государства по развитию производительных сил. Используя науку, Советское государство осуществляло перевод производства на новую техническую основу, создавало новую систему организации и управления, обеспечивало условия для полного

¹ Маркс К., Энгельс Ф. Соч., т. 49, с. 79.

² Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 45, с. 391.

расцвета всех сил и способностей трудящихся. Единство науки и производства, союз науки и труда стали важнейшими факторами развития социалистического общества.

Социалистические производственные отношения открывают неограниченный простор для развития науки и ее применения в общественном производстве. Открытие законов природы, методов и способов их использования становится важным условием ускоренного технического прогресса. Создание в СССР крупной машинной промышленности, являющейся материальной основой социализма, было непосредственным продолжением ленинской деятельности в области руководства хозяйственным строительством, которая вся «была пронизана ориентацией на самый высокий уровень науки и техники»³.

При социализме основные критерии технического прогресса, вытекающие из целей социалистического общества — рост производительности общественного труда, облегчение физического труда, ликвидация однообразных утомительных трудовых операций, создание условий для творческой трудовой деятельности членов общества.

Использование достижений научно-технической революции привело к повышению фондовооруженности, машиновооруженности, энерговооруженности труда в развитом социалистическом обществе. Значительно увеличились масштабы внедрения новой техники. В девятой пятилетке был освоен выпуск 16,5 тыс. новых видов машин, оборудования, аппаратов и приборов, что вдвое больше, чем в 1966—1970 гг. Внедрялись более совершенные технологические процессы⁴.

Но особенно важно подчеркнуть те принципиальные, качественные изменения, которые произошли под влиянием науки в техническом базисе производства в развитом социалистическом обществе. Это прежде всего рост механизации и автоматизации производственных процессов. В промышленности нашей страны в 1975 г. действовало 66 229 комплексно-механизированных и автоматизированных участков, цехов, производств⁵. Завершение комплексной механизации основных производственных процессов и постепенный переход к их комплексной автоматизации, которые базируются на электрификации и потому составляют единый процесс, — закономерная перспектива развития технического базиса материального производства в развитом социалистическом обществе.

Комплексная автоматизация производства как социально-экономическая и научно-техническая задача требует и комплексного решения, в процессе которого взаимодействуют естественные, технические, общественные науки и производственный опыт. Наука становится ре-

³ Брежнев Л. И. Дело Ленина живет и побеждает. М., 1970, с. 27.

⁴ Материалы XXV съезда КПСС. М., 1976, с. 162—163.

⁵ Народное хозяйство СССР в 1975 г. М., 1976, с. 174.

шающим фактором возникновения и развития практически всех новых отраслей техники. Атомная энергетика, квантовая электроника представляют собою примеры отраслей техники, развивающихся на основе использования открытых наукой фундаментальных законов природы. Многие современные виды техники и технологии возникают и совершенствуются в сфере научного производства, а материальное производство все более становится технологическим применением науки, овеществленной силой научного знания, научной лабораторией.

К. Маркс писал, что производительное развитие общества — это не только растущая мощь науки, но и масштаб, в котором она уже положена как основной капитал⁶. Придавая большое значение овеществлению научных знаний, Советское государство непрерывно увеличивает ассигнования на научные разработки, связанные с развитием новой техники. В 1971 г. по сравнению с 1950 г. эти ассигнования возросли в 22 раза, а общая доля затрат на науку в общих затратах на развитие техники за эти годы увеличилась с 5,1 до 17,4%⁷. В 1974 г. затраты на науку в связи с развитием техники составили 9,7 млрд руб., что составляло почти 20% от полных затрат на развитие техники, а с учетом затрат на проектно-исследовательские работы доля затрат на исследования возрастает до 24,4%⁸.

Развитие науки как непосредственной производительной силы социалистического общества является одновременно развитием производительных сил самого человека. «Вырастив новое поколение всесторонне развитых производителей, которые понимают научные основы всего промышленного производства, общество тем самым создает новую производительную силу», — писал Ф. Энгельс⁹. В социалистическом обществе происходит сложный, двуединый процесс развития трудящихся. Если развитие работников производства, управляющих техническими средствами, тесно связано с формированием технического базиса производства и в определенном смысле является следствием этого процесса, то создание новых технических средств, развитие техники возможно лишь при опережающем развитии работников производства, при условии формирования у них таких качеств, благодаря которым они могут совершенствовать и развивать техническую основу производства. Работники производства развитого социалистического общества не только объект, испытывающий воздействие научно-технического прогресса вообще и научно-технической революции в частности, но и его активный творец, от де-

⁶ Маркс К., Энгельс Ф. Соч., т. 46, ч. II, с. 263.

⁷ Эффективность интенсификации производства на основе внедрения достижений науки. М., 1973, с. 20.

⁸ Закономерности создания материально-технической базы коммунизма. М., 1976, с. 39—40.

⁹ Маркс К., Энгельс Ф. Соч., т. 20, с. 308.

тельности которого зависят темпы и масштабы развития науки и техники.

Социалистическое общество всемерно заинтересовано как в повышении общей и специальной подготовки рабочих, так и в совершенствовании состава работников, разрабатывающих новую технику. Привлекая в сферу разработки новых технических средств ученых и различных специалистов высокой квалификации, общество создает наиболее благоприятные условия для сотрудничества работников науки и производства. Большое число научных работников трудится в сфере материального производства. По данным новосибирских ученых, обследовавших промышленные предприятия города, численность работников, занятых в проектно-конструкторских, опытно-экспериментальных, технологических и исследовательских подразделениях, достигает в ряде случаев 15% от производственного персонала. Среди этой категории работников на предприятиях Новосибирской области численность кадров исследовательского профиля достигает до 42,6%¹⁰. Большое значение придается в нашей стране работе ученых и специалистов, которые трудятся в отраслевых исследовательских институтах, конструкторских и проектных организациях, непосредственно обеспечивая интеграцию науки с производством¹¹.

Научно-техническая революция предъявляет новые, высокие и часто меняющиеся требования к уровню развития работника производства. Вследствие технического прогресса происходит изменение структуры трудовой деятельности, возникает новое соотношение физического и умственного труда. Растет доля труда людей, связанных с выполнением в производстве преимущественно логических функций. Любое замещение функции человека техническими средствами, т. е. преобразованными человеком природными процессами, неизбежно порождает новые акты труда. При каждом замещении меняется характер труда человека, возникает необходимость повышения квалификации людей, способных эффективно эксплуатировать и совершенствовать новые технические средства, возрастает потребность в освоении научных знаний и их практическом использовании.

Развитие современного производства невозможно без интеллектуального совершенствования человека, без постоянного и интенсивного повышения уровня знаний трудящихся. Наука должна быть достоянием не только ученых и инженерно-технических работников, но и квалифицированных рабочих, всех производителей материальных благ, причем наука все больше приобретает значение не только как новая информация, а как активный фактор формирования личности, как средство повышения творческих возможностей людей, способных создавать новые материальные и духовные ценности.

Духовное совершенствование людей становится главным направлением развития производительной силы науки в развитом социалистическом обществе. Повыше-

¹⁰ Экономические проблемы развития Сибири. Новосибирск, 1974, с. 238—239.

¹¹ Материалы XXV съезда КПСС, с. 48.

ние производительности труда за счет освоения новых высокопроизводительных машин и новой технологии проявляется тем интенсивнее, чем основательнее оно подкреплено такой формой превращения науки в непосредственную производительную силу как развитие человека, овладение им научными и техническими знаниями. Еще в 1897 г. В. И. Ленин писал, что «нельзя себе представить идеала будущего общества без соединения обучения с производительным трудом молодого поколения: ни обучение и образование без производительного труда, ни производительный труд без параллельного обучения и образования не могли бы быть поставлены на ту высоту, которая требуется современным уровнем техники и состоянием научного знания»¹². В современных условиях это положение особенно актуально, поэтому партия ориентирует учебные заведения на подготовку таких кадров, которые бы сочетали в себе широкие теоретические знания, высокий уровень профессиональных знаний, способность к самостоятельному повышению своего общего и специального образования. В СССР в 1975/76 г. всего обучалось 92 605 тыс. чел., в том числе в общеобразовательных школах всех видов — 48 810 тыс., в профессионально-технических учебных заведениях и школах ФЗУ — 2165 тыс., в средних специальных учебных заведениях — 4525 тыс., в высших учебных заведениях — 4854 тыс., обучались новым профессиям и повышали свою квалификацию на различных предприятиях — 32 251 тыс. чел.¹³

Повышение образовательного уровня трудящихся определяется не только потребностями материального производства, но и теми социальными задачами, которые решает наше общество. Ускорение научно-технического прогресса, рост производительности труда, интенсификация производства в конечном счете представляют собою лишь средства решения социальных задач. Новая материально-техническая база является той основой, на которой идет процесс качественного выравнивания труда различных производственных групп; создание новой материально-технической базы — неременное условие для развертывания процесса преодоления социальных различий и становления социально однородного коммунистического общества. Свободное и всестороннее развитие человека, становление гармонической человеческой личности — вот основная цель нашего общества и степень развития этого процесса — показатель его зрелости.

Развитие процесса превращения науки в непосредственную производительную силу зрелого социализма происходит в направлении изменения не только личностных и вещественных производительных сил, но и в развитии такой производительной силы, как «общественная комбинация производственного процесса»¹⁴.

¹² Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 2, с. 485.

¹³ Народное хозяйство СССР в 1975 г., с. 667.

¹⁴ Маркс К., Энгельс Ф. Соч., т. 23, с. 48.

«Общественная комбинация производственного процесса» представляется сложным единством людей и технических средств, имеющим определенное функциональное назначение. Это единство находит выражение в определенной организации материального производства, которую можно рассматривать как сложную систему. Ее главные подсистемы — технологическая организация и социальная организация, находящиеся в тесной взаимосвязи и взаимодействии. Совершенствование организации и управления материальным производством предполагает исследование вопросов, учитывающих взаимосвязь технологической и социальной организации. Воплощение научных выводов и методов в реальные системы организации и управления — одно из проявлений превращения науки в непосредственную производительную силу.

Общественная собственность на средства производства, устранение эксплуатации, централизованное плановое управление экономикой в масштабах всего общества являются обязательными предпосылками научно обоснованной организации производства. «Только социализм,— говорил В. И. Ленин на I Всероссийском съезде Советов народного хозяйства,— даст возможность широко распространить и настоящим образом подчинить общественное производство и распределение продуктов по научным соображениям...»¹⁵

В развитом социалистическом обществе, характеризующемся ростом масштабов производства, усложнением его структуры, углублением разделения труда, высоким уровнем развития техники и технологии, организация производства резко усложняется. Дальнейшее развитие материального производства зрелого социализма должно основываться на оптимизации взаимосвязи и оптимальной внутренней организации технологической и социальной подсистем. Выбор варианта организации превращается в сложную многофакторную задачу, решение которой оказывает не просто большое, а порою решающее воздействие на функционирование производства и его результатов. В этих условиях создание оптимальной организации не может опираться лишь на эмпирическую основу или волю отдельных лиц, а нуждается в глубоком научном обосновании.

Эффективное управление материальным производством предполагает управление всей системой общественных отношений, управление социалистическим обществом в целом. Включение в сферу управления не только отдельных форм производственных отношений (социальных, технологических, организационных и др.), но и общества в целом основывается на марксистско-ленинском учении об обществе, на рассмотрении его как совокупности отношений, возникающих в процессе производства.

Под влиянием достижений научно-технической революции открываются новые возможности для совершенствования управления. Органическое соединение мате-

¹⁵ Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 36, с. 381.

матических методов, электронно-вычислительных машин и современных средств связи позволяет получить автоматизированные системы управления в народном хозяйстве — системы управления предприятиями, учреждениями, территориальными объединениями, отраслями, ведомствами и т. д.

Наибольшую известность в нашей стране получили автоматические системы управления, разработанные на Львовском телевизионном заводе, в Ленинградском оптико-механическом объединении, на Минском тракторном заводе, на Ангарском электромеханическом заводе. Развернулись работы по созданию отраслевых автоматизированных систем управления (ОАСУ). Больших успехов в разработке ОАСУ добились Министерство приборостроения, средств автоматизации и систем управления, Министерство радиопромышленности, Министерство станкостроительной и инструментальной промышленности.

В Отчетном докладе ЦК КПСС XXV съезду партии четко сформулированы задачи дальнейшего совершенствования управления экономикой. Первоочередной задачей является совершенствование планирования, подъем уровня плановой работы и приведение ее в соответствие с новыми масштабами и обликом нашего хозяйства¹⁶. Решение этой задачи представляет широкое поле для приложения усилий экономической науки, для внедрения современных научных методов, для использования автоматизированных систем управления.

Современному уровню развития производительных сил в наибольшей степени соответствует такая организация производства, при которой основной первичной единицей является не отдельное предприятие, а крупный производственно-хозяйственный комплекс, имеющий в своем составе научно-исследовательские и проектно-конструкторские службы, способные решать многие вопросы развития производства, в том числе и освоение новых изделий и процессов. Число таких объединений в СССР непрерывно увеличивается. Если в начале 1965 г. в стране было 592 производственных и научно производственных объединения, то на начало 1976 г. их насчитывается 2314¹⁷.

Сложная организация современного общественного производства (и, соответственно, многообразный комплекс задач по его управлению) включает этапы изготовления изделий, подготовки производства, разработки и проведения научных исследований. Согласованность и слаженность всех этапов предполагает обязательное использование науки для организации и управления. Целью этого управления является обеспечение функционирования системы «наука — производство».

Научное исследование проблем организации и управления в развитом социалистическом обществе предполагает решение многочисленных вопросов, в центре которых находится человек. Сложность и многогранность

¹⁶ Материалы XXV съезда КПСС, с. 58—62.

¹⁷ Народное хозяйство СССР в 1975 г., с. 189.

этих проблем в современных условиях вызывает необходимость в комплексном подходе к изучению. Научному исследованию подлежит вся совокупность отношений и взаимодействий в процессе общественного производства — отношений между людьми, взаимодействия людей и средств производства, организация совместной деятельности людей, сочетание технических средств и т. д.

Управление общественным производством предполагает как управление системой «наука — производство» в целом, так и организацию и управление на любом иерархическом уровне этой системы. Так, в рамках подсистемы «наука» разработка теоретических основ организации, планирования и управления обеспечивает оптимальные темпы развития науки, повышение эффективности научных исследований, способствует максимальному использованию ее достижений в практических целях. Наука как общественная производительная сила выполняет не только функцию отражения действительности, но и функцию общественно-практического ее изменения.

Соответственно развитию процесса превращения науки в непосредственную производительную силу все большее число научных дисциплин находят непосредственное применение в производстве. Вслед за естественными и техническими науками, составляющими основу развития техники и технологии, большое практическое значение приобрели экономические науки. Воспитание нового человека, научное управление производством, решение сложного комплекса социально-экономических проблем развитого социализма сопряжено с повышением роли других общественных наук. Областью применения общественных наук, наряду с методологией и мировоззрением, становится производственная практика.

Социализм как первая фаза сознательно управляемого общества, каким является коммунизм, по самой своей природе органически связан с наукой. Следуя указаниям В. И. Ленина, КПСС всегда видела в науке «орудие социализма». Развитое социалистическое общество кровно заинтересовано во всемерном расширении и углублении процесса превращения науки в производительную силу. В своем выступлении на встрече с руководителями академий наук социалистических стран, состоявшейся в Кремле 17 февраля 1977 г., Генеральный секретарь ЦК КПСС Л. И. Брежнев отметил, что Центральный Комитет КПСС, одобряя и поддерживая опыт украинцев и сибиряков по научно-техническому сотрудничеству научных учреждений с промышленностью и сельским хозяйством, «подчеркнул важность постоянной заботы о действенном превращении науки в непосредственную производительную силу»¹⁸.

¹⁸ «Правда», 18 февраля 1977 г.

Изотопы урана в геологии

В. Л. Зверев



Вячеслав Львович Зверев, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник Московского геолого-разведочного института им. С. Орджоникидзе. Работает в области ядерной геохимии.

Недавно сотрудники Всесоюзного научно-исследовательского института ядерной геофизики и геохимии Министерства геологии СССР разработали метод, позволяющий при наблюдении соотношения изотопов урана отличать ненарушенную нефтяную залежь от размытой. Эта работа, в которой принимал участие автор этих строк, — одна из многих, проведенных в последние годы в ядерной геологии — основана на исследовании изотопного состава урана.

Как известно, в естественных условиях уран имеет три изотопа: ^{238}U , ^{235}U и ^{234}U , причем ^{234}U образуется в результате радиоактивного α -распада ^{238}U . Период полураспада ^{234}U — 234—250 тыс. лет. Ранее считали, что, обладая незначительной разницей в массах, урановые изотопы существуют в природе в виде неделимой изотопной смеси. Отсюда следовало достаточно логичное заключение, что весь уран земной коры имеет равновесное соотношение между ^{234}U и ^{238}U , т. е. отношение α -активностей обоих изотопов $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}=1$. Действительно, в горных породах соотношение изотопов равно единице.

Однако в 1950-х годах В. В. Чердынцев и П. И. Чалов установили неизвестное ранее явление, состоящее в том, что при

переходе урана из минералов, горных пород и других твердых природных образований в жидкости, не растворяющие эти образования (природные воды, слабые природные растворы солей и кислот), происходит частичное разделение ^{234}U и ^{238}U с обогащением изотопной смеси ^{234}U . Уран, перешедший в указанные жидкости, содержит ^{234}U относительно ^{238}U больше, чем уран твердой фазы.

Возможность разделения ^{234}U и ^{238}U возникает благодаря тому, что образовавшееся при α -распаде ^{238}U ядро ^{234}U занимает иное энергетическое состояние и из-за этого попадает в трещины или дефектные зоны кристаллической решетки минерала. Атомы из дефектных зон, естественно, легче растворяются в воде, чем атомы, входящие в решетку.

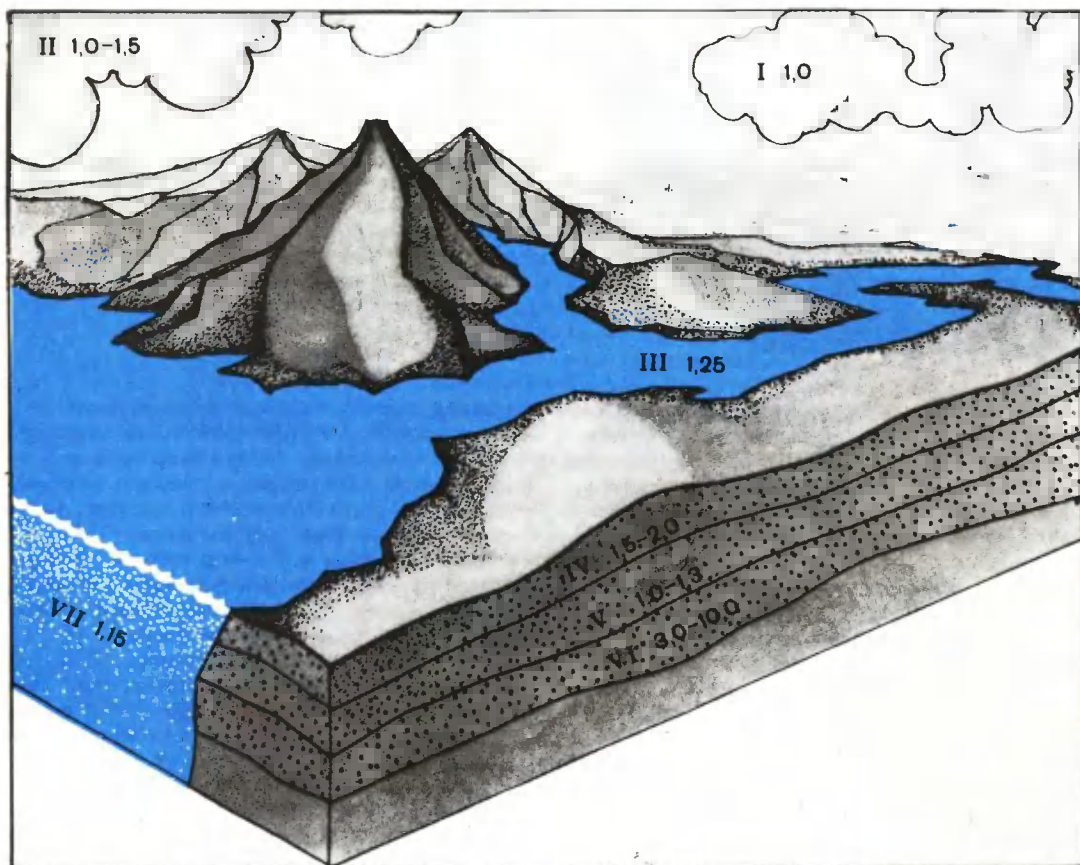
Оказалось, что весь уран, находящийся в реках, озерах, подземных водах, обогащен ^{234}U . Поэтому и вторичные минералы, и осадочные горные породы, образующиеся при участии водных растворов, также содержат избыток ^{234}U , т. е. отношение $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}>1$. Равновесное соотношение между указанными изотопами для гидрогенного урана является не правилом, а, наоборот, исключением. В этом смысле неравновесна даже столь большая природная система, как Мировой океан, в кото-

ром избыток ^{234}U в единицах активности составляет около 15%.

Избыток ^{234}U относительно ^{238}U наиболее просто измеряется в единицах активности, поскольку дочерний изотоп ^{234}U образуется из ^{238}U и в состоянии радиоактивного равновесия α -активность обоих изотопов одинакова. Действительно, в горных породах и минералах отношение активностей ^{234}U и ^{238}U равновесное, т. е. равно единице. В то же время природные воды практически всегда содержат избыток ^{234}U .

Открытый эффект естественного обогащения изотопов урана может быть использован при изучении целого ряда природных процессов и явлений, составляющих предмет исследования ядерной геологии и геохимии. Не вдаваясь в методические детали, приведем несколько примеров.

На основе открытого неравновесного содержания изотопов урана удалось определить время поступления урана в конечные водоемы стока и тем самым установить длительность существования круп-



Распределение отношения $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ в различных генетических типах природных вод. I — атмосферные осадки аридной зоны; II — атмосферные осадки морских побережий; III — реки; IV — зона активного водообмена; V — зона замедленного водообмена; VI — зона повышенной тектонической активности; VII — океан.

ных континентальных водоемов Средней Азии и Казахстана (Иссык-Куль, Чатыр-Куль, Аральское море, Балхаш, Ала-Куль) и некоторые этапы их истории. Самым «молодым» из исследованных озер оказался Балхаш — ему всего 37 тыс. лет. Аральское море в два с лишним раза «старше» — 90 тыс. лет. Возраст горного озера Чатыр-Куль — 320 тыс. лет. На примере казахстанских озер Балхаш и Ала-Куль показана возможность решения с помощью этого эффекта некоторых спорных вопросов о происхождении и связи между водоемами в прошлом. В частности, установлено, что указанные озера, возникшие около 40 тыс. лет назад, не являются остатками более обширного Балхаш-Алакульского бассейна, а образовались независимо.

Очень важная информация на основе исследования изотопов урана была получена при изучении сейсмоактивных районов и землетрясений. Оказалось, что незадолго перед землетрясением в подземных водах эпицентральной зоны значительно увеличивается избыток ^{234}U , обладающего большей подвижностью. Такой эффект был, в частности, обнаружен в период режимных наблюдений подземных вод Ташкентского артезианского бассейна, проводившихся в 1966—1968 гг. Группой советских ученых под руководством Н. И. Хитарова было зафиксировано резкое увеличение избытка ^{234}U непосредственно перед землетрясением в июне 1967 г. Впоследствии подобное явление удалось наблюдать при изучении подземных вод южной Грузии.

Открытый В. В. Чердынцевым и П. И. Чаловым эффект оказался очень удобным индикатором целого ряда природных процессов, причем избыток ^{234}U удалось использовать в качестве часов не только при изучении бессточных озер.

Значительный вклад сделанное открытие внесло в изучение абсолютной хронологии четвертичного периода — самого молодого времени в истории нашей планеты, отмеченного новейшими геологическими событиями и первыми шагами древнего человека. Сфера применения изотопов урана для изучения хронологии сравнительно невелика — всего 1 млн лет. Но из всей истории Земли именно четвертичный период находится за пределами возможностей существующих методов определения абсолютного возраста.

Широко распространенные методы определения абсолютного возраста — свинцовый и калий-аргоновый, исполь-

зуемые для датирования геологических событий, хорошо «работают» в интервале от нескольких миллиардов до десятков миллионов лет.

В результате проведенных исследований удалось установить периоды древних климатических вариаций. Оказалось, что длительный процесс потепления, начавшийся 200 тыс. лет назад, достиг максимума через 80 тыс. лет, а затем наступила эпоха нового оледенения. С помощью изотопов урана была получена также целая серия дат для ископаемых стоянок первобытного человека и проведена дальнейшая разработка геохронологической шкалы четвертичного периода.

Открытый эффект неравновесия изотопов урана использован коллективом авторов под руководством Ф. А. Алексеева в качестве естественного геохимического индикатора при изучении гидрогеологических характеристик подземных вод и условий взаимодействия системы нефть — пластовые воды. Исследования проводились в различных нефтегазоносных районах Союза (Поволжье, Северный Кавказ, Средняя Азия).

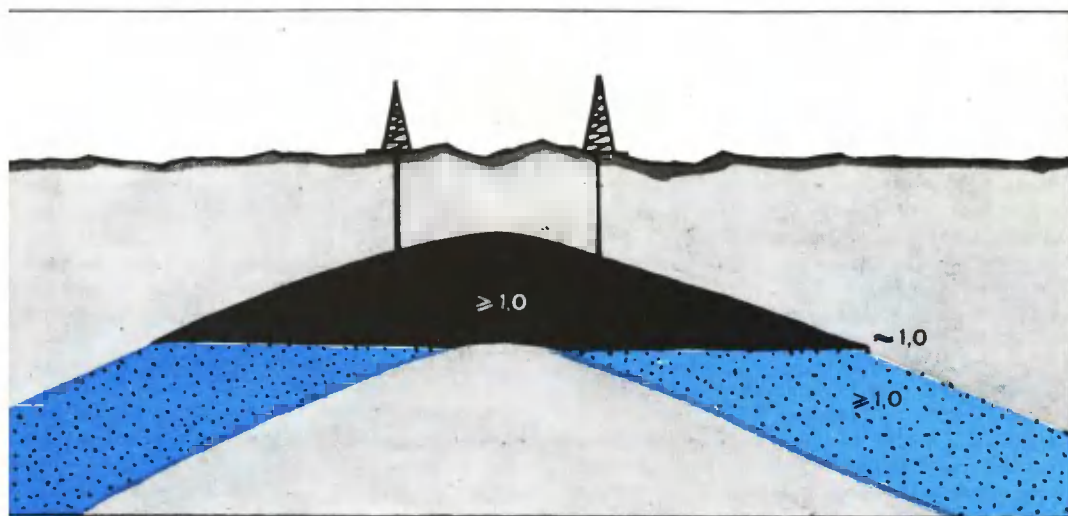
Механизм разделения изотопов урана находится сейчас в стадии изучения. Установлено, что в некоторых случаях природные воды извлекают из горных пород оба изотопа в равной степени. Например, дожди в засушливых районах имеют практически равновесное соотношение $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$, что связано с условиями поступления урана в атмосферные осадки. Воздушные массы над районами пустынь содержат огромное количество пыли, которая представляет собой конечный продукт выветривания горных пород. Высокая степень разрушения выравнивает положение изотопов урана в микрочастицах горных пород и способствует практически одинаковой миграции изотопов урана в атмосферную влагу.

В условиях гумидного климата формирование изотопного состава атмосферных осадков имеет более сложный характер. Помимо выщелачивания урана из терригенных аэрозольных частиц, в этих условиях атмосферная влага экстрагирует уран главным образом из морских солевых аэрозолей, которые постоянно поступают в воздух морских побережий. Следовательно, в атмосферных осадках, испытывающих, например, влияние солевых аэрозолей Каспийского моря, можно ожидать, что отношение $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ будет близким к соотношению в воде самого моря. Действительно, в атмосферных осадках из рай-

она Грозного обнаружили соотношение изотопов урана равное $1,4 \pm 0,3$, не отличающееся в пределах погрешности измерений от изотопного состава урана в воде Каспийского моря ($1,29 \pm 0,11$). Различные типы природных вод характеризуются вполне определенной величиной изотопного состава урана, который зависит, в частности, от динамических характеристик воды. Например, воды зоны активного водообмена (родники, ручьи, источники)

от которого залежь разрушается. При разведке и эксплуатации нефтяных месторождений очень важно знать степень сохранности залежей, а также наличие или отсутствие процесса разрушения в данное время.

Нефтяная залежь, не подвергаясь разрушению, должна характеризоваться равновесным соотношением изотопов. В случае разрушения нефтяной залежи под влиянием размытия пластовыми водами



Распределение отношения $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ в случае ненарушенной залежи.

имеют значительный избыток ^{234}U (отношение $^{234}\text{U}/^{238}\text{U} = 1,5 - 2,0$). В пластовых водах из глубоких горизонтов артезианских бассейнов наблюдается практически равновесное соотношение изотопов равное единице.

Нефтяные воды обладают застойным режимом, поэтому в них следует ожидать либо равновесного соотношения, либо небольшого избытка ^{234}U . Проведенные нами наблюдения подтверждают это предположение.

Нефтяные воды характеризуются застойным режимом. И хотя движутся они крайне медленно, вода оказывает на нефтяную залежь динамическое воздействие,

Содержание урана в дождевой воде

Район	$^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$, ед. актив.	Концентрация урана, отн. ед.
Иссык-Кульская котловина	$1,08 \pm 0,01$	1,0
Район Бухары	$1,08 \pm 0,08$	2,5
Район Грозного	$1,4 \pm 0,3$	0,5

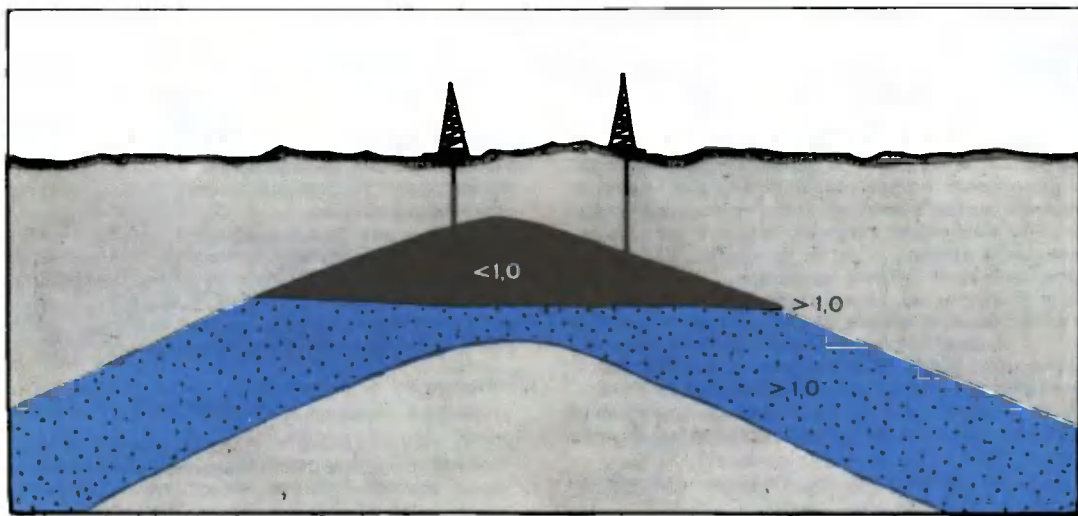
Отношение $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ в нефтяных залежах

Месторождение	$^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$, ед. актив.
Караул-Базар (нефть)	$0,7 \pm 0,1$
Караул-Базар (пластовые воды)	$1,23 \pm 0,05$
Гойт-Корт	$1,02 \pm 0,05$
Коробки	$1,00 \pm 0,05$
Карабулак	$1,25 \pm 0,08$
Котур-Тепе	$1,12 \pm 0,11$
Окарем	$1,01 \pm 0,03$

нефть будет терять прежде всего ^{234}U . Если процесс разрушения пойдет достаточно далеко, соотношение изотопов ^{234}U и ^{238}U в нефти станет меньше равновесного (<1). Степень отклонения этого отношения от равновесного характеризует интенсивность процесса разрушения залежи.

Выполненные в Институте ядерной геофизики и геохимии исследования показали, что нефтяные залежи ряда месторож-

встретило в начале работ существенные методические трудности. Для анализа радиоэлементов в нефти ранее применяли так называемое коксование нефти, заключающееся в сжигании нефтяной органики серной кислотой при нагревании. Способ этот трудоемок и очень длителен. Кроме того, при выпаривании нефти с серной кислотой теряются и без того ничтожные количества урана, причем потери возрастают с увеличением анализируемой пробы неф-



Распределение отношения $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ при разрыве нефтяной залежи пластовыми водами.

дений, где процесс разрушения не установлен, имеют равновесное отношение изотопов урана или незначительный избыток ^{234}U (см. табл.), причем сравнение изотопных характеристик нефти и воды в зоне водо-нефтяного контакта показало, что они также практически не отличаются от равновесных. В то же время подвергшаяся разрушению небольшая нефтяная залежь месторождения Караул-Базар, в значительной степени потеряла уран, который перешел в омывающие залежь пластовые воды, что привело к возникновению дефицита ^{234}U .

В заключение следует отметить, что определение изотопного состава урана в нефти

ти, поскольку уран прочно связан с органическим веществом нефти. Поэтому была разработана специальная методика извлечения урана. Нефть стали сжигать в специальном реакторе — образующаяся зола содержит микроэлементы, в том числе уран.

Исследование изотопного состава урана в природных жидкостях не исчерпывает всех возможных областей применения этого естественного геохимического индикатора. Аналогичные методы с успехом применяются при изучении континентального и подводного вулканизма, в палеогидрологических, палеонтологических и экологических исследованиях.

Новый Государственный эталон времени и частоты СССР

В. Г. Ильин, В. В. Сажин

В Отчетном докладе ЦК КПСС на XXV съезде партии Л. И. Брежнев поставил задачу ориентировать все отрасли экономики, работу каждого предприятия на повышение эффективности и качества.

В числе важнейших резервов улучшения качества продукции в автоматизации производственных процессов и в научных работах видное место занимает уровень техники измерений. Речь идет прежде всего о государственных эталонах, т. е. о приборах, служащих для проверки других приборов.

Одним из таких приборов является Государственный эталон времени и частоты СССР.

Новый Государственный эталон времени и частоты СССР был создан в ВНИИФТРИ и вступил в строй в ночь с 31 декабря 1976 г. на 1 января 1977 г. Погрешность измерения времени по этому эталону очень мала, порядка 10^{-13} .

По сравнению со старыми эталонами,

точность Государственного эталона за последнюю пятилетку возросла в 30 раз. Но создание и наличие эталонов самого высокого уровня недостаточно для обеспечения единства измерений, проводимых в стране. Важной задачей является снабжение народного хозяйства измерительной аппаратурой, с помощью которой точность эталона может быть передана рабочим приборам.

Сегодня без хорошо поставленной метрологической службы невозможно развитие промышленности и науки. Вот почему дальнейшее совершенствование измерений — одна из важнейших задач и необходимое условие научно-технического прогресса.

Профессор В. В. Бойцов

Председатель Государственного комитета стандартов СССР, председатель Междугосударственной комиссии единой службы времени, доктор технических наук.

«Точное время» — едва ли не самое распространенное выражение, которое используют все, когда хотят подчеркнуть удовлетворенность своих собственных требований к измерению времени.

О точном времени говорят, когда речь идет о точности в секунду или несколько секунд. По радио передают сигналы проверки времени, точность — сотые доли секунды. Геодезисты и астрономы пользуются термином «точное время» применительно к сигналам времени с ошибками в тысячные доли секунды. Метрологи при точном измерении времени оперируют миллиардными долями

секунды. Физики регистрируют сегодня процессы микромира, длящиеся пикосекунды, т. е. 10^{-12} с. Существуют и более короткие микропроцессы, нуждающиеся в измерении их длительности.

Естественно, что при этом возникают вопросы: какова наивысшая достигнутая к настоящему времени точность измерения времени (метрологическая точность), как эта точность связана с обычным понятием точности, применимым к бытовым часам, так ли важно дальше повышать эту точность и в чем трудности ее повышения. Для решения этих вопросов нужно представлять современные на-



Владимир Григорьевич Ильин, кандидат технических наук, начальник научно-исследовательского отделения Всесоюзного научно-исследовательского института физико-технических и радиотехнических измерений (ВНИИФТРИ), начальник Главного метрологического центра службы времени и частоты СССР. Область научных интересов — измерение времени и частоты, измерение спектров и подобные частот.



Владислав Васильевич Сажин, инженер, заместитель председателя Межведомственной комиссии единой службы времени. Занимается исследованиями в области измерения времени и частоты, создания систем метрологического обеспечения.

учно-технические проблемы и принципиальные особенности измерения времени. Большинство из них проявляются независимо от того, идет ли речь о секундной, или микросекундной точности, независимо от принципа действия, конструкции и условий эксплуатации приборов.

Измерить время — это значит сопоставить длительность интересующего нас процесса с другим, эталонным. Измерительным средством при этом служат часы.

Одна из принципиальных особенностей измерения времени состоит в том, что любые часы с течением времени накапливают погрешность, причем чем дольше работают часы без подстройки по сигналам проверки времени, тем большая ошибка возможна при определении времени. По этой причине не говорят о точности часов вообще, правильнее говорить о точности их хода, например за сутки. Чем точнее необходимо измерять время, тем чаще следует проверять часы, и чем выше точность их хода, тем реже они нуждаются в проверке для получения одной и той же точности. Отсюда следует, что должны существовать часы наивысшей точности хода — эталонные, по которым проверяют все остальные часы, причем накапливаемая ими погрешность должна быть настолько мала, чтобы с ней можно было не считаться.

Поиски эталона. С давних пор в качестве эталонных процессов человечество определило вращение Земли вокруг оси и вокруг Солнца, поскольку с их длительностью (сутками, годами) или фазой (положением Солнца или звезд на небе) удобно сравнивать большинство процессов на Земле.

К настоящему времени точность этих естественных часов себя исчерпала. Теоретические расчеты, выполненные многими учеными, а также различные эксперименты показали, что Земля не может вращаться вокруг своей оси равномерно, на скорость ее вращения оказывают влияние многие геофизические факторы. В последние десятилетия Земля замедляет свое вращение, и длительность суток за год может меняться примерно на миллисекунду. В течение года скорость вращения Земли также непостоянна. Вследствие этого эталон времени, который служил людям тысячелетия, оказался ограниченным по точности тысячными долями секунды¹. Это ограничение, не

¹Басов Н. Г., Беленов Э. М. Сверхузкие спектральные линии и квантовые стандарты частоты. — «Природа», 1972, № 12.

имеющее значение для бытовых часов, очень существенно для многих технических применений. Так, корабль, находящийся в открытом океане, может определить свои координаты по сигналам точного времени, принимаемым от нескольких береговых радиостанций. Для этого необходимо, чтобы моменты излучения сигналов всеми радиостанциями были согласованы. Точность согласования сигналов связана с точностью определения координат по скорости распространения радиоволн, причем ошибка определения расстояния в 300 м соответствует измерению времени с ошибкой, не превышающей микросекунду. Но иногда требуется определить координаты с точностью до метра. Очевидно, что точности, которую обеспечивала вращающаяся Земля как эталон времени, здесь явно недостаточно².

Поиски нового эталонного процесса (взамен вращения Земли) и работы по совершенствованию существующих часов шли параллельно. Совершенствование механических часов остановилось на уровне миллисекундной погрешности в сутки.

Маломощные генераторы, в которых частота переменного тока стабилизируется кварцевым резонатором (по колебаниям пластинки кварца), применяются в радиоэлектронике десятки лет. К настоящему времени лучшие из кварцевых генераторов имеют относительную суточную нестабильность частоты порядка 10^{-12} . В них используются кварцевые резонаторы с высокой добротностью (20—30)· 10^4 при стабилизации температуры в пределах 10^{-4} °С.

Образцовые хранители времени (часы высшей точности, созданные на основе таких кварцевых генераторов) до недавнего времени входили в состав Государственного эталона времени и частоты СССР, но как первичный эталон они не годились. Частота кварцевого генератора целиком зависит от параметров резонатора и для каждого прибора строго индивидуальна. Не прибегая к их взаимной подстройке, нельзя создать несколько таких хранителей, независимых друг от друга, так, чтобы скорость их хода была одинаковой.

Новый этап совершенствования эталонных средств измерения времени свя-

зан с созданием квантовых стандартов частоты. Законы квантовой механики для любого атома определяют набор дискретных состояний — уровней энергии $E_1, E_2, \dots, E_n$. Состояние с наименьшей энергией называется основным, остальные — возбужденными. Переходы между уровнями сопровождаются поглощением или выделением определенной энергии, или кванта, причем для каждого атома частота перехода строго определена, т. е. каждому атому свойственны свои спектральные линии. Именно это лежит в основе квантовых стандартов частоты.

После долгих поисков в качестве эталона частоты был предложен переход между основными уровнями сверхтонкой структуры атома цезия (^{133}Cs), поскольку частота этого перехода в наименьшей степени подвержена изменениям из-за влияния факторов окружающей среды.

В нескольких странах мира независимо друг от друга были созданы установки для воспроизведения частоты этого перехода. Сличение их между собой подтвердило высокую точность совпадения частот. На международной конференции в 1968 г. был принят новый эталон времени, основанный на нем шкала времени стала называться атомной шкалой, а соответствующая ей единица времени, атомная секунда, стала основной единицей в принятой системе единиц измерений — системе СИ. Сегодня она определяется как длительность 9 192 631 770 колебаний, соответствующих частоте основного энергетического перехода атома цезия (частота 9 192 631 770,0 Гц).

Соответствующие национальные эталоны разных стран воспроизводят именно этот размер секунды. Наиболее высокую точность в настоящее время имеют эталоны СССР, США, Канады, ФРГ. Точность их такова, что если бы они работали непрерывно в течение миллиона лет, то разошлись бы по времени друг от друга не более чем на несколько секунд.

Создание нового атомного стандарта не заменило старого эталона — вращающейся Земли, поскольку именно с этим связано укоренившееся понятие времени.

Говоря о времени, как правило, имеют в виду количество часов, минут и секунд, прошедших с начала новых суток, что объективно связано с вращением Земли вокруг оси. Поэтому необходимо согласовать размер неизменной атомной секунды с менее стабильной секундой всемирного времени (1/86400 частью

² Например, при прокладке кабеля в открытом море, при проведении работ по углублению или расширению фарватера, при автономном плавании.

средних солнечных суток). Однако полного согласования достичь невозможно из-за недостаточной точности определения размера секунды из астрономических наблюдений (солнечные сутки примерно на 4 мин больше звездных)³. Поэтому необходимо хранить сразу две шкалы — и атомного, и всемирного времени, а все измерения времени осуществлять в третьей — координированной шкале, которая сохраняет преимущества и атомной, и всемирной. Основным размер секунды и шкала измерений времени в координированной шкале установлены на основе атомного эталона так, что счет времени в течение нескольких месяцев не зависит от вращения Земли. Но как только разница значений времени в атомной и всемирной шкалах будет близка к целой секунде, вводится поправка в отсчет времени на одну секунду так, чтобы снова координированное время не отличалось от всемирного. Иными словами, время измеряется в атомной шкале до тех пор, пока не будет принято согласованного решения о переводе «стрелки часов» эталона на целую секунду (в любую сторону). И снова измерения ведутся в атомной шкале до следующей корректировки. Поэтому высшая точность измерений времени определяется Государственным эталоном времени, в котором основную роль играют атомные стандарты частоты.

Государственный эталон времени и частоты Советского Союза, хранимый во Всесоюзном научно-исследовательском институте физико-технических и радиотехнических измерений (ВНИИФТРИ) — основа измерения времени и частоты высшей точности⁴. В его состав входят самые точные часы страны, по которым проверяются сотни миллионов остальных. С работой эталона связаны три проблемы обеспечения: надежность, точность и стабильность воспроизведения размера атомной секунды и хранения шкалы времени.

В измерениях времени надежность неотделима от точности. Остановка эталонного хранителя времени означала бы потерю шкалы, восстановление которой возможно лишь с некоторой погрешно-

стью. Поэтому для обеспечения высокой надежности необходимо резервирование эталонных средств и создание оптимальных условий эксплуатации основных устройств эталона. В его состав входят, образуя групповой хранитель, несколько хранителей точного времени, несколько параллельно работающих устройств формирования шкалы, сличительных устройств и регистраторов значения текущего времени.

Одни часы, какой бы точностью они ни обладали, могут ухудшить свои параметры, могут сбиться или остановиться. Наличие группы хранителей позволяет определять нарушения в работе отдельных часов по группе оставшихся. Хранители времени размещены в специально оборудованных помещениях на отдельных фундаментах, что позволяет до минимума снизить влияние на их работу перепадов температуры, вибраций, внешних магнитных и электрических полей и прочих факторов.

Надежная работа хранителей требует бесперебойного энергоснабжения, при его отключении неизбежна остановка часов. Эта задача решается как автоматическим переключением нескольких независимых линий энергоснабжения (включая линию от собственной дизельной электростанции), так и использованием резервных аккумуляторных батарей. Такая система надежно работает на протяжении многих лет.

Обеспечение высшей точности воспроизведения размера атомной секунды — главная задача первичного эталона, решение которой связано с целым комплексом научных исследований. Проблема состоит в том, чтобы с максимально возможным приближением воспроизвести процесс, соответствующий теоретическому определению секунды, учитывая при этом влияние разного рода факторов, действующих в реальных условиях. Естественно, что с повышением точности растут количество и трудности учета факторов внешнего воздействия.

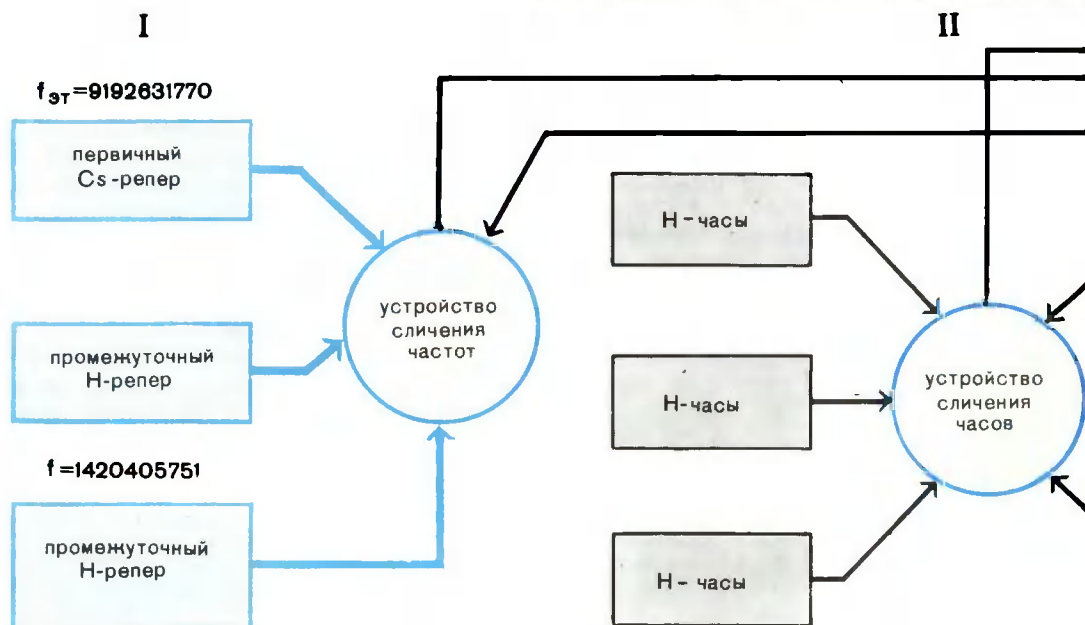
Созданный во ВНИИФТРИ в последние годы метрологический цезиевый репер — один из четырех существующих в мире⁵. Он обеспечивает воспроизведение размера атомной секунды с относительной погрешностью $5 \cdot 10^{-13}$ (совпадение

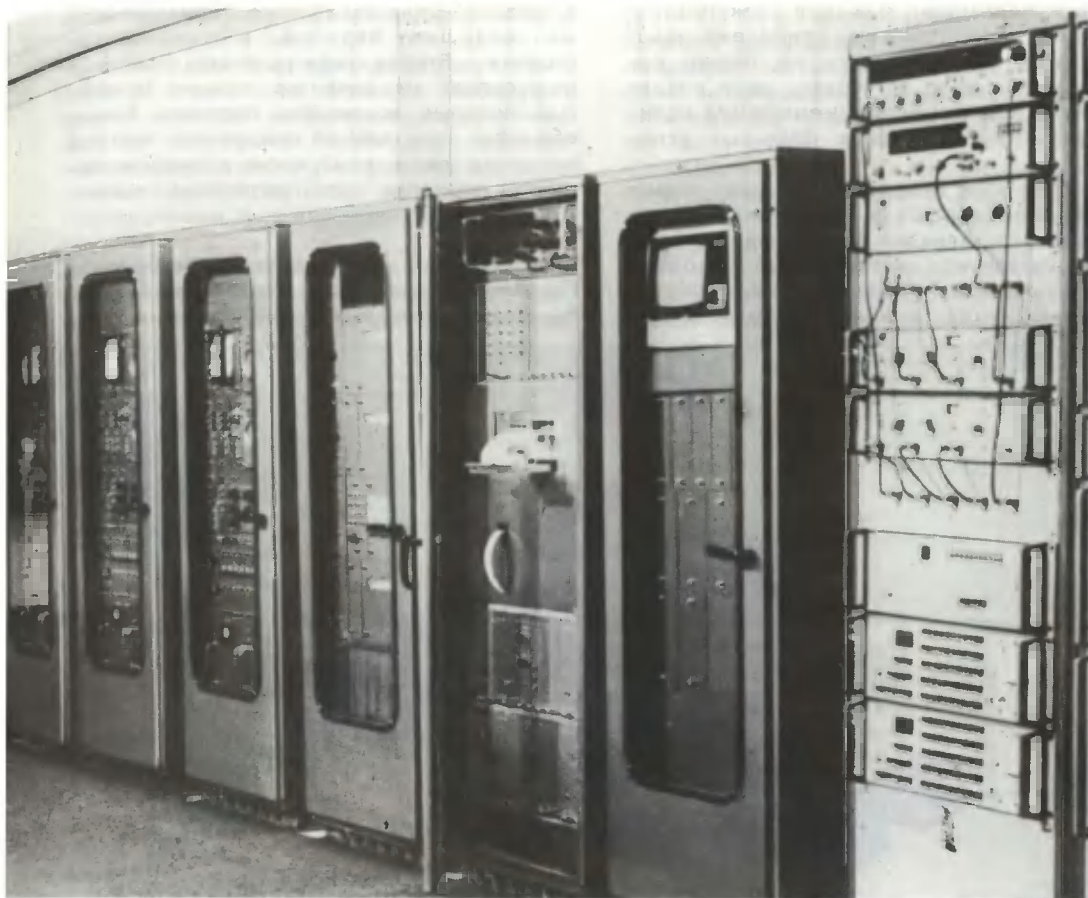
³ Солнечные сутки — определение времени одного оборота Земли по отношению к Солнцу. Звездные сутки определяются по отношению к «неподвижным» звездам.

⁴ К о р о б о в В. К., И л ь и н В. Г., П у ш к и н С. Б. — «Измерительная техника», 1976, № 10.

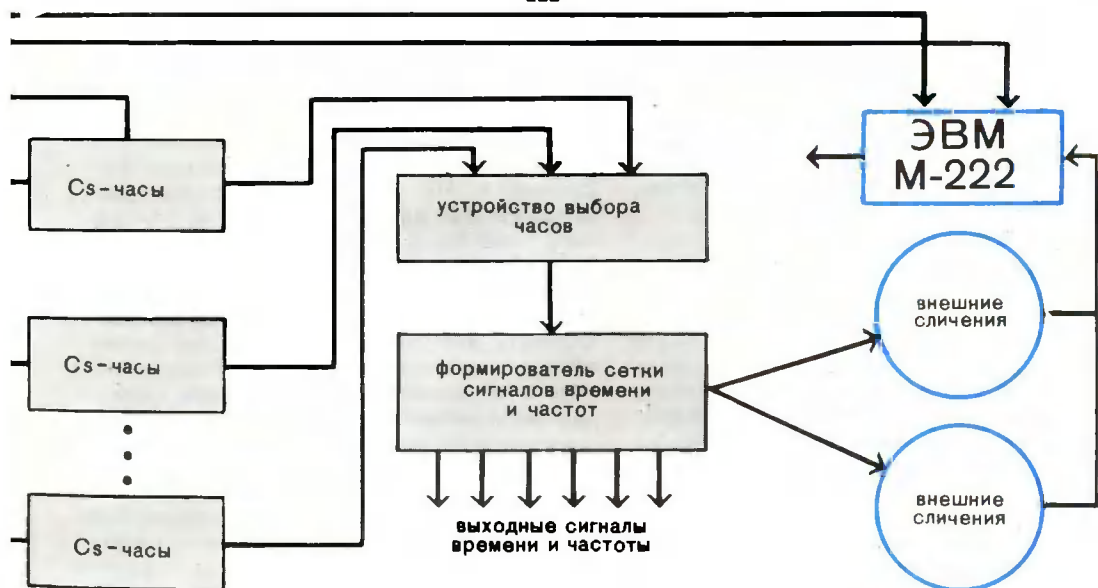
⁵ И л ь и н В. Г., Е и н Г. А. — «Измерительная техника», 1976, № 10.

Главный аппаратный зал Государственного эталона времени и частоты СССР и схема Государственного эталона времени и частоты СССР.





III

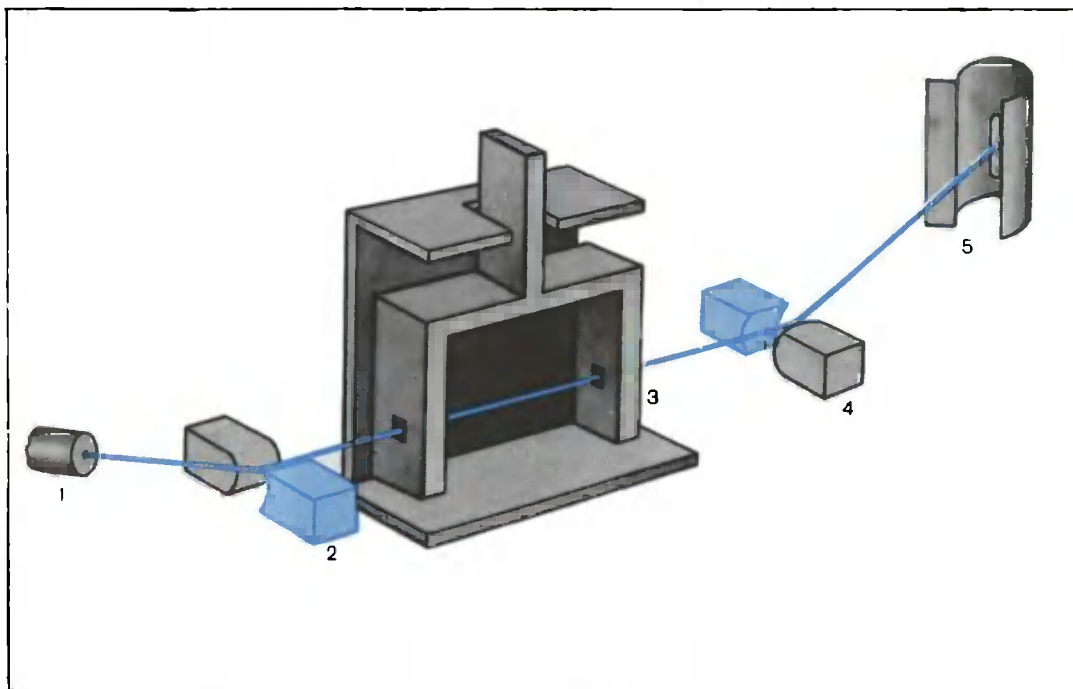


воспроизводимого размера секунды с принятым теоретическим определением). Для этого потребовалось не только создать уникальную установку, но и разработать методику экспериментальной оценки частотных сдвигов в реальных условиях.

Нагретый источник испускает атомы цезия, находящиеся в различных энергетических состояниях. Вдоль оси прибора последовательно установлены: входная сортирующая магнитная система, U-образный резонатор, выходная сортирующая

с частотой энергетического перехода атомы совершают переходы в основное состояние. Вторая сортирующая система фокусирует на детектор только те атомы, которые совершили переход. Таким образом, при точной настройке частоты внешнего сигнала на частоту энергетического перехода ток детектора максимален.

Для получения высокой добротности резонансной линии необходимо, чтобы время взаимодействия атома с воз-



Принципиальная схема цезиевого репера частоты: 1 — источник атомов Cs, 2 — магнитная сортирующая система, 3 — U-образный резонатор, 4 — вторая магнитная сортирующая система, 5 — детектор.

система и детектор. Входная система отбирает атомы, находящиеся на определенных энергетических уровнях, и фокусирует их вдоль оси прибора. Пролетающие атомы взаимодействуют с переменным электромагнитным полем, возбуждаемым в резонаторе внешним сигналом. При совпадении частоты этого поля

возбуждающим полем было большим. Это достигается увеличением пролетного расстояния L . Но при большой длине плеч U-образного резонатора трудно обеспечить совпадение фазы возбуждающего поля на его концах. Возникающие неоднородности полей приводят к неконтролируемым сдвигам частоты. Чтобы компенсировать этот эффект, разработан репер специальной конструкции, в котором источник и детектор можно менять местами, не разбирая всей установки. При существующей точности эталона необходимо учитывать такие физические явления, связанные со скоростью пролета атомов через рабочую зону, как релятивистское смещение спектральной линии (относительная погрешность $3 \cdot 10^{-14}$) и эффект

Доплера второго порядка (погрешность 10^{-13}).

Большая погрешность может быть связана с наличием боковых составляющих в спектре возбуждающего сигнала. Для ее исключения необходимо обеспечить высокую чистоту спектра кварцевого генератора и отсутствие искажений при последующем формировании возбуждающего сигнала.

По предварительным данным, за последние несколько лет отмечено систематическое изменение частоты перехода

($5 \cdot 10^{-13}$), что также трудно объяснить. Поэтому дальнейшее повышение точности потребует постановки и проведения глубоких исследований, включающих измерение мировых констант, например скорости света в вакууме.

Метрологический цезиевый репер в Государственном эталоне — средство, по которому проверяется точность работы всех хранителей времени. Само хранение шкалы времени осуществляется группой квантовомеханических часов, главным звеном которых является квантовый репер

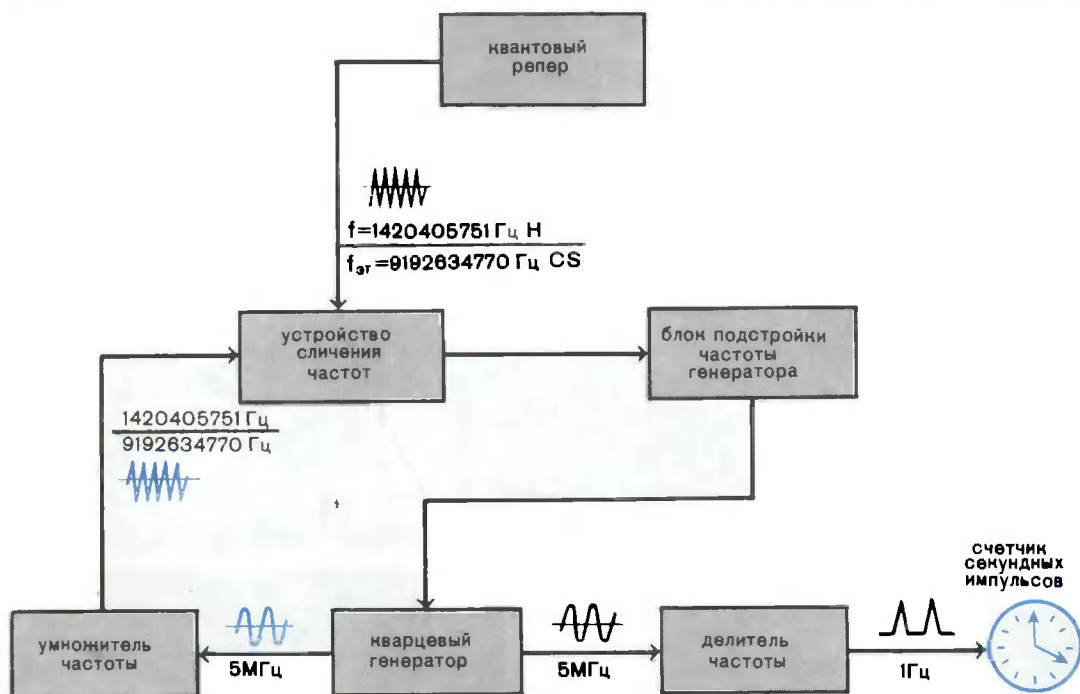


Схема квантового хранителя времени.

атомов цезия, воспроизводимое эталонным репером СССР, на относительную величину в среднем $1,7 \cdot 10^{-13}$ в год. С другой стороны, хотя точность эталонов США, ФРГ, Канады выше и характеризуется относительной погрешностью $1 \cdot 10^{-13}$, между ними существует еще большее относительное уклонение

(водородный или цезиевый). В отличие от рассмотренного метрологического репера, это непрерывно работающий прибор, в котором главное внимание уделено обеспечению длительной непрерывной работы с наивысшей стабильностью. Воспроизводимая им частота энергетического перехода сравнивается с тем же значением частоты, полученным с помощью кварцевого генератора. Специальное радиотехническое устройство — фазовый детектор — выделяет сигнал рассогласования, который через блок подстройки приводит частоту кварцевого генератора в точное соответствие с частотой энергетического перехода. Деление этой частоты цепочкой последовательных триггерных элементов позволяет получать на выходе

последовательность секундных импульсов, отсчет которых от условного нуля и представляет собой хранение шкалы времени. Как правило, нет необходимости считать количество секунд сигналов времени, поскольку со шкалой эталона сравниваются высокоточные часы, сигналы которых могут отличаться только на доли секунды. Поэтому операция сличения часов чаще всего заключается в определении отклонения секундного импульса одних часов-хранителей по отношению к другим.

ной величиной $5 \cdot 10^{-13}$, то его воспроизводимость $\sim 1 \cdot 10^{-13}$. Это значит, что размер атомной секунды остается неизменным в этих пределах, хотя может отличаться от теоретического определения на величину в 4 раза большую. Высокая воспроизводимость частоты обеспечивается включением в состав эталона водородных реперов, по которым периодически подстраиваются хранители.

В состав группового хранителя времени входят 6 или 8 работающих часов и столько же резервных. Специаль-

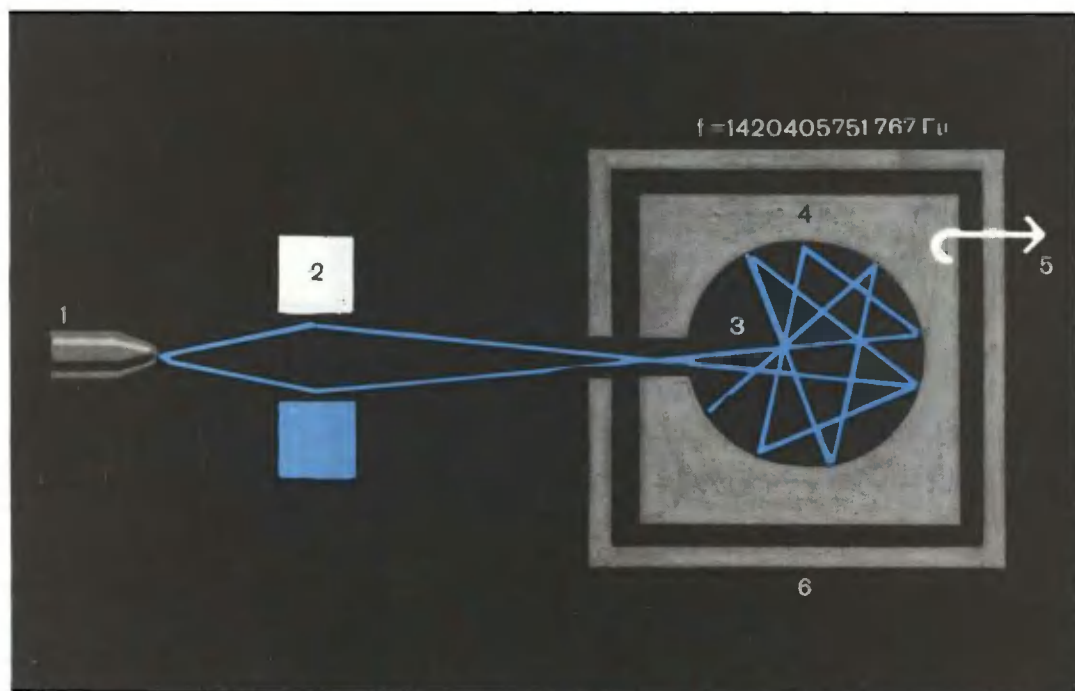


Схема генератора на атомарном водороде: 1 — источник атомов водорода, 2 — магнитная сортирующая система, 3 — накопительная коилба, 4 — резонатор, 5 — петля связи, выход генератора, 6 — экран.

С работой группового хранителя времени Государственного эталона связана проблема получения наивысшей стабильности и воспроизводимости размера секунды, которая в пределах страны играет основную роль в обеспечении единства измерений. Если точность существующего эталона характеризуется относитель-

ные устройства, расположенные в аппаратном зале, систематически по заданной программе определяют величину отклонения секундных импульсов одних часов по отношению к другим. Каждый новый результат сравнения может быть предсказан, исходя из точности хода часов и предыдущих данных их сравнения. В этих условиях сбой или выход из строя любого хранителя группы не может остаться незамеченным. На основании результатов сличений отдельных часов рассчитывается единая государственная шкала времени Советского Союза. Естественно, что она точнее, чем шкалы каждого часов в отдельности, потому что при ее вычислении учитывают все индивидуальные особенности каждого хранителя.

Хранение шкалы времени Государственного эталона СССР на основе воспроизводимой им атомной секунды — лишь часть более широкой задачи обеспечения единства измерений времени и частоты. Не менее важна другая ее часть — передача точных значений времени многочисленным потребителям. Она имеет свои сложности, решенные и нерешенные проблемы.

Если в эталоне показания отдельных квантовых часов сравниваются с погрешностью в миллиардные доли секунды, то такие же часы, расположенные в разных городах, сравниваются менее точно. Главная причина этого — трудность точной передачи значения момента времени. На передачу сигналов точного времени по радио влияет нестабильность распространения радиоволн и, следовательно, задержка радиоимпульсов в пути; перевозка же квантовых часов, как можно понять из предыдущего изложения, неизбежно повлечет изменение их показаний. Поэтому даже самые точные часы, находящиеся в разных пунктах, способны согласовать свои показания со шкалой Государственного эталона с точностью не более 0,1 мкс. Чтобы обеспечить необходимую точность сравнения часов с Государственным эталоном на всей территории СССР, мало одного эталона. Помимо основного, первичного, в разных городах имеется несколько вторичных эталонов, лишь немногим уступающих по точности главному эталону. Их шкалы времени хорошо согласованы и регулярно корректируются по Государственному эталону специальной службой точного времени. Эта же служба наблюдает за правильностью передачи сигналов времени через радиостанции и сеть телевидения. Даже относительно грубые сигналы проверки времени, которые регулярно передаются по радио, исходят от вторичных эталонов радиостанций, корректируемых по Государственному эталону службой времени. Тем более это относится к сигналам высшей точности, которые передают специальные радиостанции. Чтобы исключить возможную ошибку, правильность этих сигналов контролируется круглосуточно многими пунктами одновременно. В свою очередь эти сигналы используются для вождения морских судов, самолетов, для синхронизации сетей связи, при астрофизических и геофизических исследованиях.

Еще несколько лет назад казалось, что повышение точности или воспроизво-

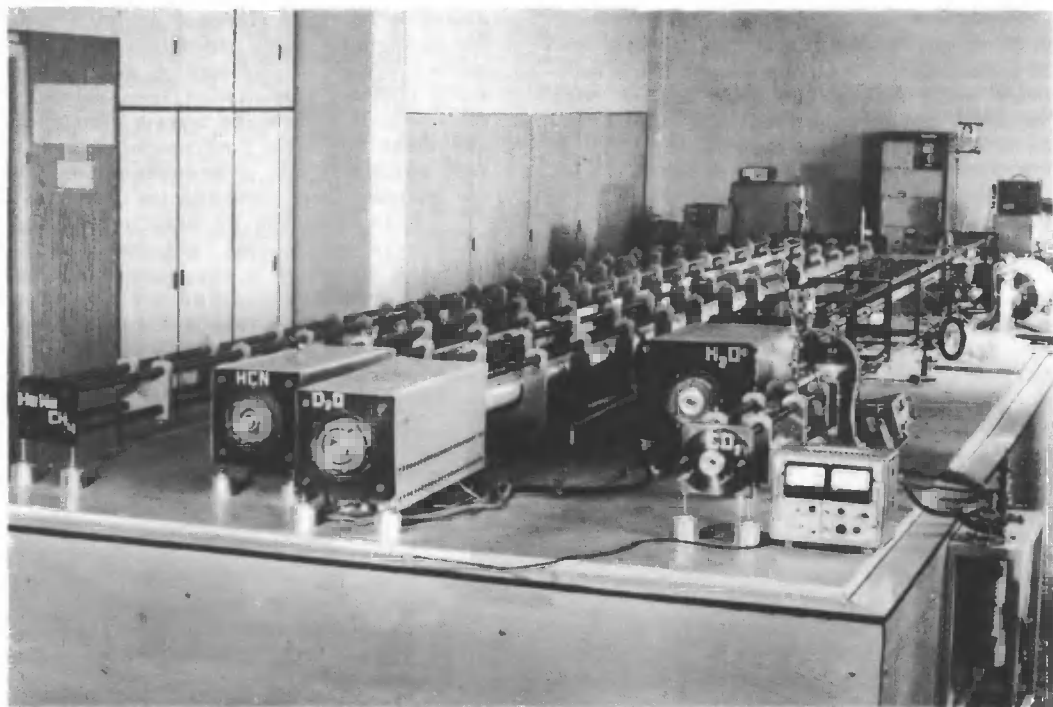
димости частоты эталона до 10^{-13} решит большинство задач, требующих точного знания времени. Однако с достижением этого рубежа требования значительно повысились. В настоящее время синхронизации шкал времени с погрешностью 1 мкс уже недостаточно, и величина погрешности должна быть снижена на порядок.

Если исходить из относительной погрешности измерения времени 0,1 мкс, периода проверки и корректировки часов в 10 сут, то относительная нестабильность частоты квантового стандарта таких часов должна быть не хуже $1 \cdot 10^{-13}$, что к настоящему времени достигнуто только на Государственном эталоне.

Для решения многих задач требуются большой период автономной работы часов. Это выдвигает проблему повышения точности измерений времени и частоты и снижения нестабильности частоты квантовых стандартов до относительных значений 10^{-5} — 10^{-6} . Хранение такой точности в течение года позволило бы выявить несколько «разных секунд», так как из различных физических постоянных, молекулярных и силовых констант можно составить несколько комбинаций, имеющих размерность времени (так аммиачный генератор, цезиевый стандарт и водородный стандарт работают на разных константах). Константы меняются со временем, и, наблюдая за показаниями двух-трех часов, работающих на «разных константах», можно выявить изменение из показаний относительно друг друга. Это очень важно как для науки, так и для практических применений, поскольку в этом случае можно связать между собой фундаментальные мировые константы.

С другой стороны, появилась радиоинтерференция, проводятся астрономические измерения, требующие высокой точности измерения времени и частоты.

Одно из направлений в решении этой проблемы — переход из радиодиапазона в оптический, где абсолютное значение частот квантовых стандартов может быть повышено на несколько порядков. Созданные к настоящему времени гелий-неоновые лазеры обладают более высокой стабильностью частоты по сравнению со стандартами частоты радиодиапазона. Частота излучения таких лазеров примерно в десять тысяч раз выше частоты основного энергетического перехода атома цезия. Существуют и другие типы лазеров, работающих в оптическом диапазоне, перспективные с точки зрения



Макет образцовой системы для измерения частоты оптического диапазона излучений по Государственному эталону времени и частоты СССР («частотный мост»).

систем автоподстройки низкочастотных генераторов к квантовым реперам и прямого деления низкой частоты до получения последовательности секундных импульсов, формирующих шкалу времени.

Главная трудность «точной привязки» генераторов, работающих в радиодиапазоне, к оптическим связана как с большой разницей их частот, так и с отсутствием эффективно работающих нелинейных элементов, необходимых для преобразования частот оптического диапазона, поскольку в процессе умножения частоты ухудшается отношение амплитуды полезного сигнала к амплитуде шумов⁷ (при больших коэффициентах умножения шумы возрастают настолько, что они начинают определять стабильность частоты подстраиваемого генератора).

Пути решения этой проблемы в настоящее время — это создание источников сигналов радиодиапазона с особо чистым спектром. Шумы в таких генераторах должны быть ослаблены по отношению к

создания высокостабильного источника излучения.

Создание репера частоты в оптическом диапазоне лишь наполовину решает проблему повышения точности измерений времени и частоты, кроме этого необходимо разработать способ точного преобразования оптического сигнала в радиодиапазон так, чтобы ход эталонных часов целиком определялся стабильностью частоты оптического репера⁶. В радиодиапазоне эта задача уже решена с помощью

⁶ Сажин В. В., Болотников М. В., Ильин В. Г. — «Измерительная техника», 1975, № 9.

⁷ На практике удобнее проводить последовательное умножение частоты радиодиапазона, чем деление частоты оптического диапазона.

основному сигналу примерно в тысячу раз. Первые результаты в этом направлении уже получены. Так, например, в США и некоторых других странах успешно проведены эксперименты по созданию источников сигналов с чистым спектром на основе сверхпроводящих резонаторов, работающих при температурах порядка 1К. В этом случае добротность объемного резонатора СВЧ-генератора может быть повышена на несколько порядков, что, в свою очередь, обеспечивает повышение стабильности частоты выходного сигнала и снижение уровня шумов.

Пока рано говорить об использовании реперов оптического диапазона в качестве эталона времени и частоты. Сегодня задача ставится иначе: одновременно с повышением стабильности необходимо измерить частоту существующих лазеров по эталону. Строится, как говорят, «частотный мост» из радиодиапазона в оптический. «Опорами» этого моста будут служить реперы, стабилизированные по частотам энергетических переходов атомов и молекул разных веществ, а «пролетами» — умножители частоты.

Освоение оптического диапазона важно не только для повышения точности эталона времени и частоты. Уже сегодня речь идет о создании единого эталона времени, частоты и длины и предполагается, что один и тот же репер будет определять в одном случае единицу длины (через число длин волн его излучения), а в другом — время (через частоту и фазу). В настоящее время единица длины — метр определяется количеством длин волн излучения изотопа криптона-86. ($1 \text{ м} = 1650763,73 \lambda^{86}\text{Kr}$).

Измерение частоты этого излучения по эталону времени с помощью «частотного моста» решит и другую задачу — уточнения значения скорости света, поскольку частота f и длина волны излучения λ связаны известным соотношением $f = c/\lambda$.

Естественно, затронутые проблемы не исчерпывают всего комплекса научных и технических задач, возникающих в процессе исследований по созданию новых эталонов времени, повышению точности измерения времени и частоты и освоению оптических диапазонов. Здесь, как и в любой другой области, новые достижения рождают новые проблемы.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

ВРЕМЯ И ЧАСТОТА. М., 1973.

Григорьянц В. В., Жаботинский М. Е., Золин В. Ф. КВАНТОВЫЕ СТАНДАРТЫ ЧАСТОТЫ. М., 1968.

Жаботинский М. Е., Радунская И. Л. ВРЕМЯ, ПО КОТОРОМУ МЫ ЖИВЕМ. М., 1962.

Жаботинский М. Е. КВАНТОВЫЕ СТАНДАРТЫ ЧАСТОТЫ И ВРЕМЕНИ. — «Квантовая электроника. Маленькая энциклопедия». М., 1969.

Зингер Дж. МАЗЕРЫ. М., 1964.

Константинов А. И., Флеер А. Г. ВРЕМЯ. М., 1971.

Ораевский А. Н. МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ. М., 1964.

НАУКА О СНЕ СЕГОДНЯ

В популярной литературе эпизодически появляются сообщения о людях, которые совсем не спят в течение месяцев и лет. Многие из таких сообщений нуждаются в проверке. Действительно, чаще всего при субъективных жалобах на полное отсутствие сна объективное исследование показывает, что сон сохранен, хотя и изменен по структуре и сокращен. В научной литературе был описан только один случай полного отсутствия сна. Испытуемый практически совсем не спал в течение многих месяцев и при этом не обнаруживал расстройств памяти и внимания, хорошо справлялся с различными психологическими задачами в эксперименте и сохранял ясность мысли. Правда, раз в сутки, в вечернее время, у него в течение одного-двух часов были галлюцинации, но трудно представить, чтобы этого было достаточно для компенсации полного отсутствия сна.

Сегодня совершенно не ясно, что это за феномен, и, как сказал при обсуждении

этого вопроса французский ученый М. Жуве, в лаборатории которого был зарегистрирован этот случай, «пока мы не поймем, почему он не спит, все разговоры о сне остаются на уровне догадок». Так или иначе этот загадочный феномен не может полностью перечеркнуть все, что сегодня известно о сне. Применение электрографических методов позволило расширить знания физиологов о сне, выделить в нем ряд состояний. Получены новые данные о тех процессах, которые происходят в человеческом мозгу во время сна. Однако что касается вопроса о функциональном значении сна, то здесь наука действительно находится пока в области предположений и гипотез.

О том, что сегодня известно о сне и ряде гипотез о функциональном значении этого состояния, и рассказывается в статьях Л. П. Латаша, В. С. Ротенберга, Л. М. Мухаметова и А. Н. Шеповальникова.

Функция сна: факты и гипотезы

Л. П. Латаш

До 50-х годов нашего столетия ответ на вопрос — для чего нужен сон — представлялся ясным и очевидным. Конечно же, для отдыха нервных клеток мозга, их покоя, во время которого клетки восстанавливают израсходованные за пе-

риод бодрствования энергетические ресурсы. Неясным был вопрос о механизмах мозга, ведущих включением и поддержанием состояния сна. К настоящему времени ситуация существенно иная в связи с появлением новых фактов. Более или ме-



Лев Павлович Латаш, доктор медицинских наук, и. о. заведующего лабораторией психофизиологии и фармакологии сна Научно-исследовательского института по биологическим испытаниям химических соединений Министерства медицинской промышленности СССР. Занимается проблемами психофизиологии состояний (сон, бодрствование, эмоции, память). Монографии: Электрические явления в спинном мозгу. М., 1962; Гипоталамус, приспособительная активность и электроэнцефалограмма. М., 1968.

нее изучены мозговые механизмы, вызывающие и контролируемые состояния сна. Непонятными и интригующими стали вопросы: для чего нужен сон? в чем его функциональная сущность? какое место он занимает в целостной деятельности мозга? Как метко заметил один из исследователей, чем больше мы изучаем сон, тем меньше понимаем, для чего он нужен (хотя и не сомневаемся в его необходимости).

ОСНОВНЫЕ ФАКТЫ

Выявление новых фактов в большой мере обусловлено развитием электрофизиологических методов исследования, которые позволили непосредственно — по биотокам, а не только по поведению — судить о том, что происходит в мозгу, его клетках и клеточных образованиях. Появилась возможность одновременной регистрации ряда процессов, происходящих в разных отделах мозга и системах организма.

Первая совокупность принципиально важных фактов связана с открытием разных видов (фаз) сна. Сон оказался не единым, однородным состоянием, а совокупностью нескольких фаз, отличающихся по своим проявлениям, механизмам возникновения и контроля и, очевидно, по функциональному назначению. Первой фазой, с которой начинается сон в обычных условиях, является так называемый «медленный» сон, характеризующийся замедлением (увеличением периода) колебаний потенциала — «волн» — в электроэнцефалограмме. Этот вид сна нередко называют «ортодоксальным». Характерная последовательность изменений электроэнцефалограммы позволила выделить в фазе медленного сна несколько стадий, отражающих «углубление» сна (если в качестве меры «глубины» взять, например, силу пробуждающего воздействия)¹. У человека таких стадий четыре.

Первая стадия соответствует дремотному состоянию и характеризуется исчезновением в электроэнцефалограмме доминирующего при бодрствовании альфа-ритма (с частотой 8—12 Гц); электроэнцефалограмма представляет собой почти ровную линию, на фоне которой появляются небольшие волны более низкой (по сравнению с альфа-ритмом) или более высокой частоты.

Вторую стадию — стадию «сонных веретен» — нередко рассматривают как начало собственно сна. В электроэнцефалограмме появляются веретенообразные по форме группы волн с частотой 13—14 Гц.

В третьей и четвертой стадиях нарастает количество медленных волн с частотой 0,5—4 Гц и относительно большой амплитудой (так называемых дельта-волн; отсюда общее название этих двух стадий — дельта-сон). В третьей стадии эти волны занимают от 1/4 до 1/2 всей длительности, нередко чередуясь с «сонными веретенами», а в четвертой стадии — более 1/2 этого времени, причем становятся еще более медленными.

В первых двух стадиях медленного сна замедляется сердечный ритм и дыхание, иногда появляются медленные движения глазных яблок. При пробуждении в этот период испытуемые нередко говорят о переживаниях — мыслях, связанных с продумыванием событий истекшего дня. В третьей и четвертой стадиях (дельта-сон), которые, собственно, и оправдывают

¹ Понятие «глубины» сна очень условно и потому малосодержательно. Оно не учитывает специфику стадий сна как качественно разных состояний. При использовании других показателей (тонус мышц, активность вегетативной нервной системы) ранжирование стадий сна по «глубине» будет существенно иным.

название всей фазы — медленный сон, движения глаз отсутствуют, тонус мышц существенно не меняется. При пробуждениях в этот период испытываемые обычно говорят об отсутствии какой-либо психической активности. За четвертой стадией, как правило, следует переходное состояние с проявлениями главным образом второй стадии медленного сна, после которого возникает следующая фаза сна.

Последняя была открыта в 50-х годах сначала у человека, а затем и у млекопитающих животных, обычно используемых в лабораторных экспериментах (кошка, кролик, крыса и др.). Ее называют «быстрым» сном (соответственно появлению более быстрых колебаний потенциала в электроэнцефалограмме, сопоставимых с проявлениями дремотного состояния и даже спокойного бодрствования), или «парадоксальным» (в связи с необычным сочетанием проявлений), сном с быстрыми движениями глаз, сном со сновидениями. Этот вид сна принято характеризовать проявлениями двоякого сорта: тоническими, т. е. длительно существующими в течение всего периода быстрого сна, и фазическими — кратковременными, быстро преходящими. К тоническим проявлениям относятся характерные изменения электроэнцефалограммы, резкое падение мышечного тонуса, особенно мышц шеи (до биоэлектрического «молчания» на электромиограмме), выраженное усиление мозгового кровотока. У лабораторных животных отмечены также подъем температуры мозга и появление особого регулярного ритма колебаний потенциала в нейронных образованиях, относимых к так называемому обонятельному мозгу, который играет весьма важную роль в организации инстинктивного поведения, эмоциональных процессов, мотивации, памяти.

Фазические явления представлены быстрыми, скачкообразными движениями глаз, подергиваниями мышц лица, конечностей, нерегулярностями в ритме сердца, дыхания, колебаниями кровяного давления. У животных зарегистрированы периодически возникающие импульсы нейронов зрительной системы мозга, которые имеют, однако, своим источником не сетчатку глаза, а задние отделы мозгового ствола, т. е. отнюдь не «зрительные» нервные образования. При пробуждениях из быстрого сна испытываемые, как правило (в 80—90% случаев), говорят, что видели сны (яркие, непосредственные, чувственные, по преимуществу зрительные переживания, с элементами нереальности, фантастики,

связанные по сюжету чаще с прошлым, чем с событиями истекшего дня).

«Парадоксальность» этой фазы сна в том, что ее практически невозможно квалифицировать в привычных понятиях «глубины» сна. Если судить по мышечному тонусу, то быстрый сон — самый «глубокий». Если же судить по силе пробуждающего воздействия, то он более «глубокий», чем начальные стадии медленного сна (стадии I и II), но менее «глубок», чем стадии III и IV. Наконец, если ориентироваться на характер электроэнцефалограммы и выраженность субъективно переживаемых психических процессов, то быстрый сон может быть сопоставлен по «глубине» с бодрствованием или дремотным состоянием (стадия I). Поэтому как курьез воспринимается сейчас имевшая место в начале 60-х годов попытка назвать быстрый сон «глубоким», а медленный — «легким». Сказанное позволяет считать обоснованной оценку быстрого сна как особого состояния. Таким образом, можно говорить о трех основных состояниях мозга и организма: бодрствование, медленный сон и быстрый сон. Возникающий иногда вопрос, как расценить быстрый сон: или как особый вид сна, или как «бодрствование, обращенное вовнутрь», — представляется не столь уж принципиальным.

Последовательность медленный — быстрый сон повторяется во время сна несколько раз, образуя своего рода биологический ритм. У человека период этого ритма равен в среднем 90—100 мин. В ночном сне он представлен обычно 4—6 циклами. При этом внутренняя структура цикла закономерным образом изменяется: в вечерних циклах доля быстрого сна минимальна и преобладают стадии III и IV медленного сна; к утру эти стадии (дельта-сон) редуцируются и могут, начиная с 4-го цикла, вовсе не появиться (тогда фаза медленного сна содержит лишь стадию II), доля же быстрого сна значительно возрастает. Имеются основания считать 90—100-минутный ритм одним из основных биоритмов, продолжающимся в менее очевидной форме и в бодрствовании.

Всего в ночном сне здорового взрослого человека быстрый сон занимает 15—25% времени, III и IV стадии медленного сна — 25—30%, стадия II — 40—50%. Описанная выше последовательность смены стадий и фаз сна отражает общую закономерность. Однако в течение сна индивида встречаются кратковременные возвраты к предшествующим стадиям (например,

кратковременный переход из фазы быстрого сна к стадии II медленного, после чего продолжается фаза быстрого сна).

Достаточная четкость разграничения стадий и фаз сна позволяет изучать последствия не только полного выключения сна, но и избирательного, с лишением либо только быстрого сна, либо стадии III и IV медленного сна. Оказалось, что как быстрый, так и дельта-сон являются необходимыми состояниями, за сохранение которых мозг ведет упорную борьбу. Это проявляется в том, что по мере продолжения эксперимента по лишению одного из указанных состояний сна имеет место все более частое его появление, в связи с чем возрастает необходимость все чаще производить пробуждение или «подбуживание» испытуемого. По окончании эксперимента во время восстановительного сна наблюдается своего рода «отдача» в виде значительного увеличения доли того состояния сна, которое перед тем исключалось (до 60—70% всего времени сна).

Если лишение сна было тотальным, то в восстановительном сне в первую очередь покрывался дефицит дельта-сна, а затем лишь быстрого сна. Иными словами, дельта-сон — наиболее «ценное», необходимое состояние мозга. Необходимость же в быстром сне проявляется лишь после удовлетворения потребности в дельта-сне.

В эволюционном отношении сон как совокупность фаз медленного и быстрого сна — сравнительно позднее приобретение. Он появляется только у млекопитающих и птиц. Некоторые признаки его отмечены и у высших пресмыкающихся (крокодилы). Основные закономерности отношений медленного и быстрого сна принципиально одинаковы у таких далеко расположенных по эволюционной лестнице представителей млекопитающих, как «живое ископаемое» опоссум (сумчатое животное) и человек. Интересно, что в процессе эволюции более усложнялся медленный сон, увеличивалась дифференциация его стадий.

Возрастные изменения структуры сна носят закономерный характер и представляют несомненный интерес. У новорожденного в первые дни (у человека — недели) жизни преобладает так называемый активный сон — возрастной аналог быстрого сна. Затем общая длительность быстрого сна с возрастом убывает, достигая нормы взрослого (в среднем 20% всего времени сна) в школьном возрасте. При этом

длительность дельта-сна продолжает нарастать до 20—30 лет, после чего происходит непрерывное постепенное снижение доли этой разновидности сна с возрастом. До 60-летнего возраста длительность быстрого сна существенно не изменяется, претерпевая затем более или менее выраженное снижение.

Вторая группа фактов связана с тем, что сон оказался деятельным, активным состоянием мозга, а не периодом угнетения активности, перерыва в ней. Само возникновение состояний сна оказалось результатом не столько угнетения мозговых механизмов поддержания бодрствования, сколько активирования специальных систем включения и поддержания разных видов сна. Для каждого из видов сна имеются определенные системы мозга, которые осуществляют их включение и таким образом организуют и контролируют активность других, в том числе и высших отделов мозга. Известна топография ключевых участков этих мозговых систем, которые расположены в разных отделах ствола головного мозга. Удалось определить нейрохимические характеристики этих зон.

Когда же обратились к изучению того, что происходит с нейронами высших отделов мозга (коры больших полушарий, подкорковых ядер), то оказалось, что во время сна нейроны не перестают работать, не отдыхают. Сон отличается от бодрствования не столько общим количеством импульсов, генерируемых нейронами, сколько особым характером их организации, распределения между разными группами нейронов. Так, в состоянии бодрствования активность многих нейронов разных зон коры больших полушарий характеризуется нерегулярными последовательностями импульсов. В медленном сне происходит группирование импульсов в пачки с паузами между ними. В быстром сне последовательности импульсов становятся сходными с теми, которые имеют место во время бодрствования, но частота импульсов существенно превышает частоту в спокойном бодрствовании. Отмечено, что описанная выше картина импульсной активности характерна лишь для нейронов, передающих возбуждение из коры мозга в другие его отделы. Для нейронов, передающих возбуждение внутри коры (так называемые вставочные нейроны), наиболее высокая средняя частота импульсов наблюдается в медленном сне, более низкая — в быстром сне и резко уменьшается при пробуждении.

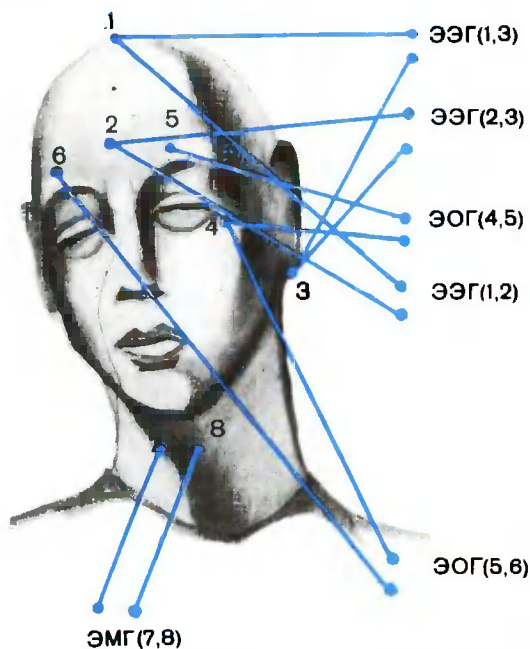
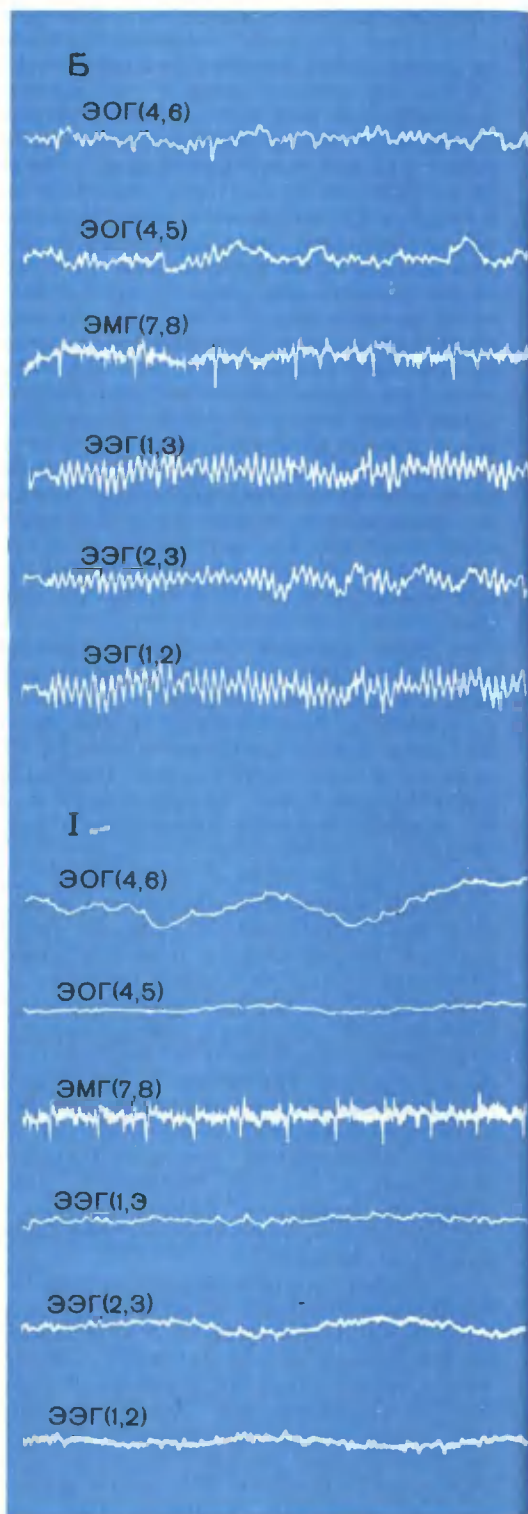
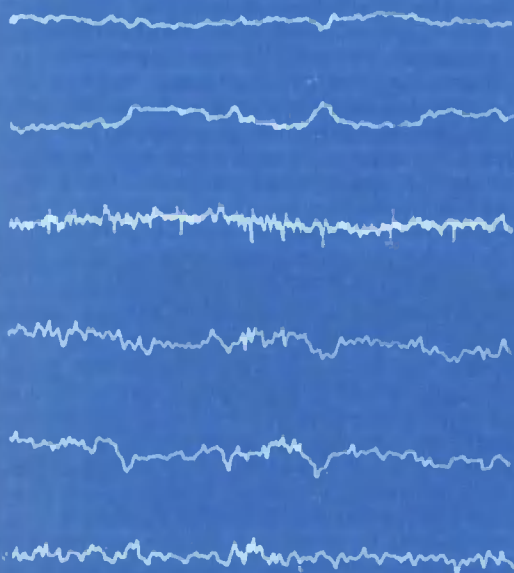


Схема одновременной регистрации биоэлектрической активности мозга [электроэнцефалограмма — ЭЭГ], движений глаз [электроокулограмма — ЭОГ], тонуса мышц шеи [электромиограмма — ЭМГ]. 1 — 8 — точки крепления электродов. 1, 2, 3 — для записи ЭЭГ, соответственно, затылочный, лобный и индифферентный [мочка уха]. 4, 5, 6 — для записи ЭОГ. 7, 8 — для записи ЭМГ.

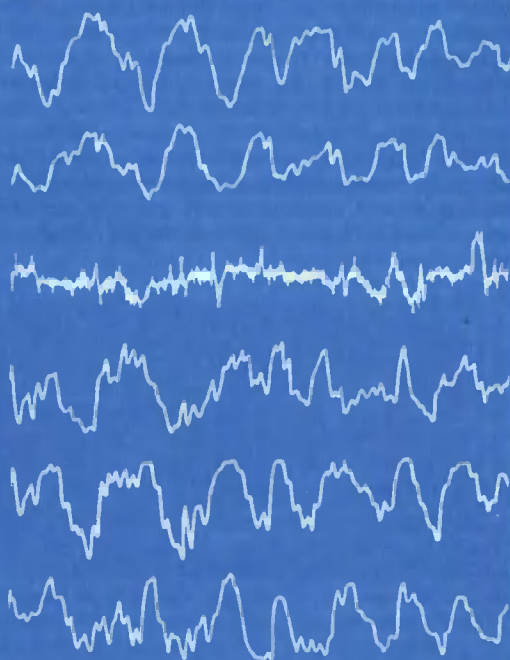
Общая картина биоэлектрической активности. Б — бодрствование [в ЭЭГ доминирование в затылочной области регулярного альфа-ритма с частотой 10 Гц]. Стадии медленного сна: I стадия [в ЭЭГ резкое снижение амплитуды волн. Движение глаз не регистрируется. Тонус мышц отчетливо выражен]; II стадия [в ЭЭГ вспышки сонных веретен с частотой 14—15 Гц. Движение глаз отсутствует. Тонус мышц несколько снизился]; III стадия [появление в ЭЭГ дельта-волн, которые занимают до 50% записи, видны включения сонных веретен. Тонус мышц шеи выражен. Амплитуда медленных волн такова, что они регистрируются и в ЭОГ]; IV стадия [дельта-волны занимают свыше 50% всей записи, показатели ЭОГ и ЭМГ сохраняются]. БС — фаза быстрого сна [в ЭЭГ колебания небольшой амплитуды, тонус мышц отсутствует полностью, регистрируются быстрые движения глаз].



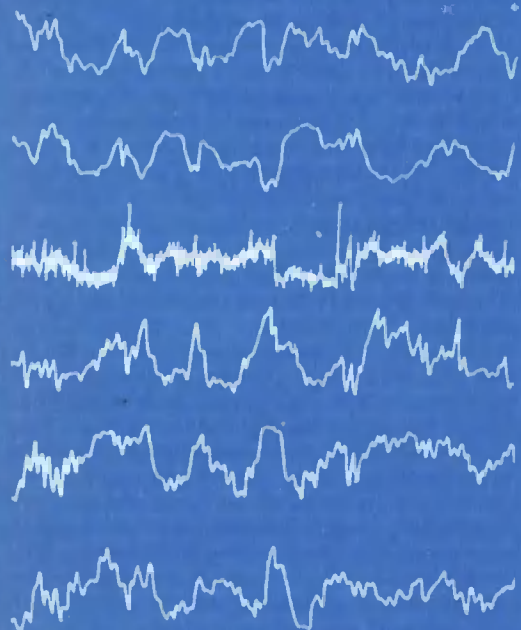
II



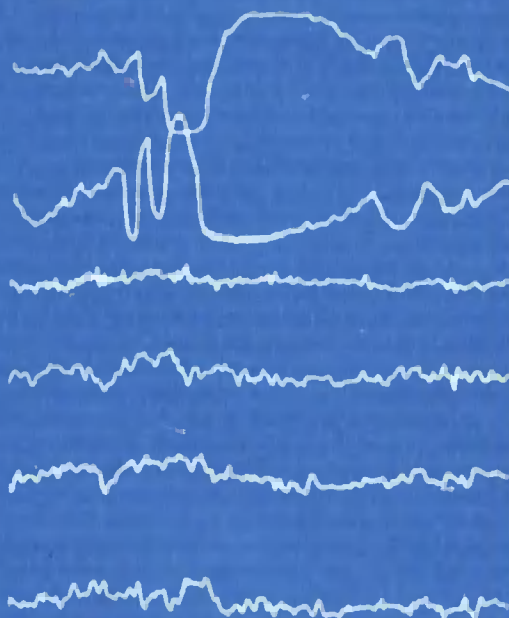
IV



III



БС



Нет, по-видимому, оснований полагать, что во сне понижается уровень энергетических затрат нейронов. Ни по косвенным показателям (кровообращение, поглощение кислорода), ни по данным непосредственных биохимических исследований не выявлено какого-либо снижения энергетического метаболизма в мозгу во время сна по сравнению с бодрствованием. Более того, кровообращение даже несколько увеличивается в фазе медленного сна и резко возрастает в фазе быстрого сна. Таким образом, во время сна нейроны не бездействуют.

ГИПОТЕЗЫ

Что же обозначает описанная выше деятельность мозга, его клеток и отделов во время сна? Какую функциональную нагрузку она несет? К сожалению, исчерпывающего ответа на эти вопросы нет. Имеется, однако, ряд гипотез.

Общим отправным пунктом для разных гипотез явилось представление об адаптационной (т. е. способствующей приспособлению к условиям среды) функции сна. Однако по вопросу о том, в чем именно состоит эта адаптационная функция, высказываются весьма противоречивые мнения. Очевидно, приспособительное поведение осуществляется главным образом в бодрствовании. Трудно говорить о поведенческой адаптации во время сна хотя бы в силу того, что в этом состоянии почти полностью отсутствует взаимодействие с внешним миром. Адаптационные процессы во время сна имеют главным образом внутреннюю направленность, их объектом является сам организм, а содержанием — изменения, обусловленные деятельностью (поведенческой активностью) в предшествовавшем бодрствовании или подготовке к активности в последующем бодрствовании. Такое понимание адаптационной функции сна было использовано при постулировании так называемой восстановительной функции сна. Однако понятие «восстановление» слишком неопределенно и многозначно, чтобы им можно было пользоваться без дальнейшей расшифровки и уточнения. Действительно, можно обсуждать восстановительные процессы как изменения метаболизма в тканях тела, мышечной системе и внутренней среде организма, не затрагивающие, однако, изменения, происходящие в нервной системе. Экспериментально показано, что некоторые такие изменения действительно имеют место.

Тем не менее в настоящее время никто из исследователей не ограничивается таким пониманием функционального назначения сна. Известное каждому из личного опыта и убедительно показанное в эксперименте влияние сна и его отдельных стадий на психическую продуктивность, внимание, память и эмоциональное состояние заставляет признать, что какие-то восстановительные процессы происходят и в самой центральной нервной системе. Но если наличие таких процессов в мозгу во время сна признается практически всеми исследователями, то по вопросу о сущности этих процессов мнения расходятся.

Существующие взгляды можно объединить в рамках двух принципиально различающихся позиций. Согласно одной из них, восстановительные процессы в мозгу заключаются только в подготовке условий для последующего бодрствования, без оказания прямого влияния на содержательную сторону активности в этом состоянии. Такая позиция, по существу, сближает процессы, происходящие в мозговой ткани во время сна, с процессами в других тканях организма и сводит их к восстановлению структуры и запаса энергии. Очевидно, что при таком понимании функции сна не остается места для какой-либо специфической роли психической активности во время сна. Более того, активность мозга во сне трактуется как направленная на прерывание психических процессов, «разгрузку» мозга от них.

Вторая позиция исходит из представления, что во время сна адаптационная деятельность мозга носит активный характер как раз по отношению к содержательной стороне психических процессов. В связи с этим предполагается, что в мозгу во время сна происходит переработка поступившей в период предшествовавшего бодрствования информации, отличающаяся от таковой в бодрствовании не столько количеством, сколько иным характером организации. Эта позиция не противоречит представлению о восстановительной функции сна, но «восстановление» при этом понимается не как отдых и накопление ресурсов, а как активная реорганизация восприятия информации, сказывающаяся в появлении чувства психической разрядки, «свежести», «отдыха» после сна. Именно во время сна, когда взаимодействие с внешним миром практически отсутствует, возникает возможность такой реорганизации воспринятого в бодрствовании материала, при которой наиболее значимые его компоненты легко могут быть извлечены из

памяти. В определенном смысле подобные процессы являются «восстановительными» («восстановление» эмоционального «равновесия», системы психической защиты и т. п.). Но при этом необходимо иметь в виду, что такое расширенное толкование восстановления стирает грань между бодрствованием и сном: каждое из этих состояний можно рассматривать как «восстановительное» по отношению к другому.

Можно заметить, что изложенные позиции кажутся несовместимыми только при максимальном заострении вопроса.

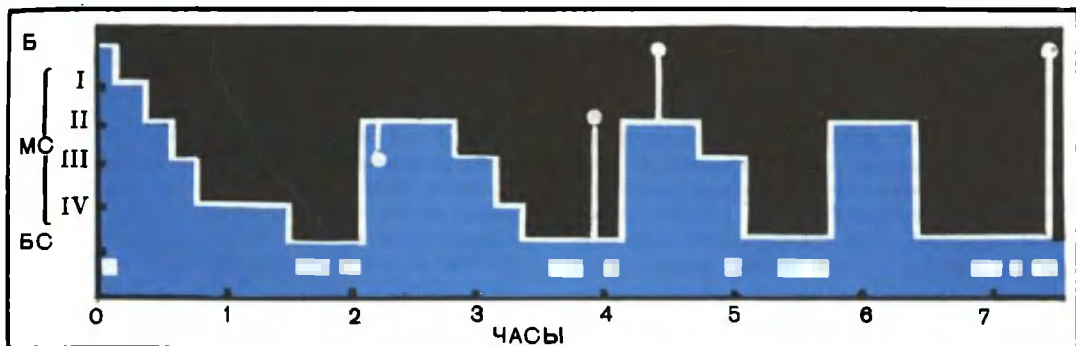


Диаграмма чередования стадий и фаз в циклах ночного сна взрослого. По вертикали — фазы (MC и BC) и стадии сна. Квадратами обозначено фиксируемое движение глаз. Кратковременные переходы в другие стадии сна и в бодрствование обозначены вертикальными линиями с точками.

В действительности, в рамках второй позиции признание психически активной функции сна само по себе не означает отрицания каких-либо структурно-восстановительных процессов в мозговой ткани. Напротив, эти процессы могут быть материальной базой для закрепления реорганизованной информации. В свете приведенных в предыдущем разделе статьи данных вряд ли может претендовать на признание положение о преимущественном накоплении энергии нейронами во время сна для последующей «разрядки» в период бодрствования. Биохимические исследования показали, что наиболее существенные изменения мозгового метаболизма во время сна связаны с синтезом белков и нуклеиновых кислот. Усиление их

синтеза в некоторых стадиях сна может говорить не только об усилении пластических процессов, но, учитывая свойства этих соединений как «информационных» молекул, и о создании особых возможностей для фиксации в субстрате результатов происходящей реорганизации усвоенного в бодрствовании материала.

В еще большей степени, на наш взгляд, справедливость позиции, отстаивающей психически активную функцию сна, обосновывается данными психофизиологических исследований. Установлено,

что во время почти каждого эпизода быстрого сна у здоровых людей имеет место осознаваемая психическая активность в виде сновидений. Согласно первой из разбивавшихся позиций сновидения лишены смысла и значения, между ними в течение одной ночи, а также между ними и психикой бодрствования отсутствует последовательная связь по содержанию. Следовательно, этот вид психической активности должен рассматриваться как своего рода психический «шум», являющийся пассивным следствием активации высших отделов мозга в быстром сне. Однако при таком подходе трудно объяснить факты, свидетельствующие о том, что такая психическая активность регулярно повторяется каждую ночь с определенными интервалами времени и является весьма ценной для мозга, который компенсирует ее искусственное подавление (нередко при лишении фазы быстрого сна сновидения начинают проявляться в фазе медленного сна), что степень такой компенсации находится в зависимости от психического состояния субъекта, а изменение фазы быстрого сна нередко сочетается с некоторыми психическими заболеваниями.

Учет этих обстоятельств, а также результатов изучения содержания сновидений заставляет признать, что в видимом их

хаосе есть своя система, которая пока недостаточно изучена. Поэтому гипотеза, с точки зрения которой сновидения расцениваются как содержательные значимая психическая активность, связанная с психической активностью бодрствования непрерывной цепью психических процессов, большей частью протекающих в сфере бессознательного, открывает широкий простор для исследований и должна рассматриваться более перспективной, чем ее альтернатива.

В пользу такого вывода говорят и факты, на основании которых обосновывается представление, что разные фазы сна имеют разное функциональное, психически содержательное значение. Так, в опытах на животных было показано, что, в отличие от тотального лишения сна, лишение только фазы быстрого сна вызывает растормаживание органических влечений, с явлениями гиперсексуальности, гиперфагии, двигательного возбуждения, агрессивности. При разрушении определенных ядер в стволе мозга, осуществляющих тормозной контроль двигательной функции, в фазе быстрого сна возникало резкое эмоциональное напряженное поведение, типа галлюцинаторного. В исследованиях на людях показано, что наличие или отсутствие дельта-сна перед фазой быстрого сна влияет на характер сновидений. Только в стадиях дельта-сна возникают такие психические состояния, как сомнамбулизм, ночные кошмары у детей. Угнетение дельта-сна сопровождается исчезновением этих состояний. Угнетение быстрого сна сочетается со снятием психической депрессии в бодрствовании. У здоровых людей устранение фазы быстрого сна снижает адаптацию к воздействию стресса.

Нередко сторонники гипотезы «отдыха» мозга во время сна стремятся занять компромиссную позицию. Они готовы признать, что во время быстрого сна этот отдых сменяется активной психической деятельностью, но зато в фазе медленного сна такая деятельность отсутствует и медленный сон, а особенно дельта-сон, представляет собой полный перерыв психической активности и, следовательно, отдых мозга в истинном смысле слова. Действительно, осознаваемая психическая активность в фазе медленного сна встречается реже и носит обычно иной характер. К тому же есть основания в ряде случаев предполагать, что она связана с включениями в фазу медленного сна компонентов быстрого сна. Тем не менее существуют косвенные доказательства непрекращаю-

щейся психической активности в медленном сне. Так, показано, что дельта-сон оказывает положительное влияние на сохранение и воспроизведение того материала, в отношении которого создана мотивация на запоминание. Это дает основание полагать — во время дельта-сна происходят какие-то манипуляции с воспринятым в бодрствовании материалом, с учетом его значимости, что нельзя не отнести к психической активности, пусть происходящей и без участия сознания. Возможно, что усиление ряда проявлений активности вегетативной нервной системы в дельта-сне связано с эмоциональной активностью, «обслуживающей» процессы классификации и отбора информации, полученной в период бодрствования.

В этой связи уместно вспомнить предположение З. Фрейда о «работе сна», которая осуществляется во время сна без сновидений и заключается в скрытой подготовке материала, используемого затем при формировании сновидений. Несомненный интерес представляет исследование психической активности во сне в плане анализа дифференцированного участия в ней правого и левого полушарий мозга (в свете данных о различиях их функций в состоянии бодрствования).

Рассмотренные гипотезы или, скорее, даже заявки на гипотезы, конечно же, весьма схематично отображают многообразие попыток объяснить полученные за последние годы факты. Многое, и может быть самое важное, остается пока неясным. В этом смысле функция сна может претендовать на титул «загадки века» в науках о мозге.

Активность клеток головного мозга во время сна

Л. М. Мухаметов



Лев Мухарамович Мухаметов, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Института эволюционной морфологии и экологии животных им. А. Н. Северцова АН СССР. Исследует активность клеток головного мозга в цикле бодрствование-сон, а также особенности физиологии сна у дельфинов.

Нервные клетки являются основным субстратом информационных процессов, и без знания того, как они меняют свою деятельность в цикле бодрствование-сон, едва ли можно понять механизмы сна и физиологическое значение его стадий. Поэтому одним из основных направлений в изучении сна становится исследование активности одиночных нейронов.

Эти исследования стали возможны благодаря развитию метода микроэлектродных регистраций импульсной активности отдельных нейронов у животных. Микроэлектрод, т. е. металлическую изолированную (за исключением конца) проволочку или стеклянный капилляр, заполненный электролитом, вводят в мозг через небольшое отверстие в черепе и передвигают с помощью миниатюрного микроманипулятора с дистанционным управлением. Когда кончик электрода, имеющий диаметр в несколько микрон, подходит достаточно близко в нервной клетке (размеры клеток составляют от нескольких микрон до нескольких десятков микрон), с помощью электронных усилителей можно зарегистрировать электрические импульсные разряды в этой клетке. Импульсные разряды отдельной клетки имеют приблизительно постоянную амплитуду, но следуют через разные промежутки времени. Они отражают распространяющиеся по

отросткам клетки нервные импульсы, с помощью которых нейроны «разговаривают» друг с другом.

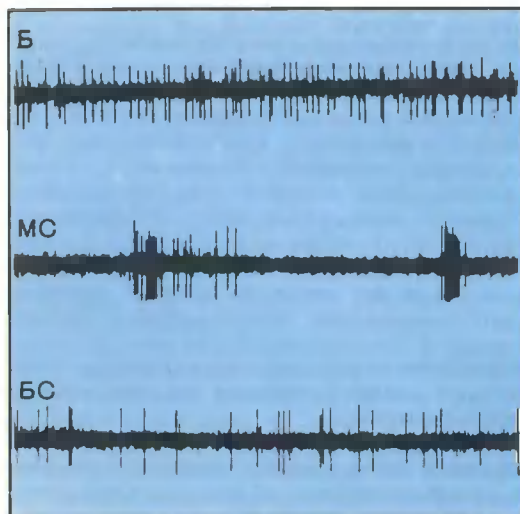
К настоящему времени насчитывается около сотни статей с описанием опытов, в которых нейроны разных отделов мозга исследовались на фоне цикла бодрствование-сон. Большинство работ выполнено на кошках — классическом объекте нейрофизиологических экспериментов. Однако до полной картины нейронной активности мозга еще далеко. И не только потому, что некоторые отделы мозга остаются пока еще «белыми пятнами», но и потому, что работы разных авторов, выполненные на аналогичных объектах, оказываются порой чрезвычайно противоречивыми. Тем не менее полученный экспериментальный материал позволяет сделать ряд обобщений, представляющих интерес для физиологии сна.

Анализ показал, что имеются четко выраженные особенности, присущие активности нейронов разных структур мозга. Эти особенности оцениваются как средней частотой импульсов, так и временной последовательностью импульсов — рисунком осциллограммы. Попытка суммировать существующие данные представлена в таблице. Из нее следует, что ни в коре больших полушарий, ни в подкорке нет полного прекращения активности клеток во время

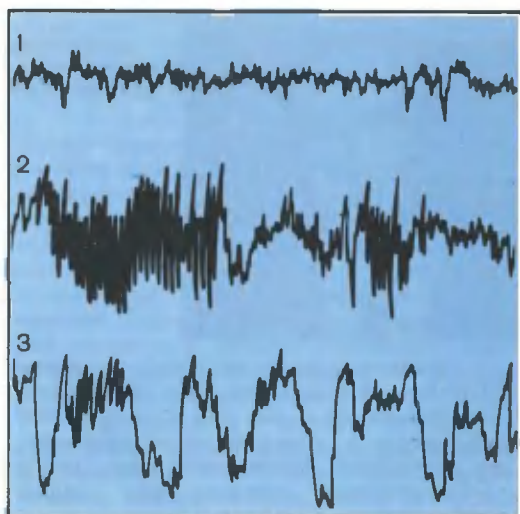
сна. Этот факт был обнаружен уже в первых исследованиях начала 60-х годов и сразу же привлек к себе внимание специалистов. Он был расценен как противоречие распространенным представлениям об отдыхе нервных клеток во время сна, сопровождающемся прекращением или значительным снижением их активности. Он рассматривался также как противоречие представлениям о сне, как «разлитом торможении» мозга. В настоящее время широко признан вывод, что механизм, генерирующий импульсные разряды кле-

турных мозга нейроны разряжаются значительно интенсивнее в быстром сне, чем в медленном. Это верно для клеток коры головного мозга, таламуса, гипоталамуса, мозжечка, для всех стволовых образований.

Из таблицы следует, что частота импульсных разрядов нейронов при бодрствовании во всех случаях, исключая гиппокамп и миндалину, выше частоты в медленном сне и ниже частоты в быстром сне. Однако известно, что частота импульсов нейронов зависит от уровня бодрствования,



Осциллограммы импульсов одной и той же клетки ретнулярного ядра таламуса кошки во время бодрствования (Б), медленного сна (МС) и быстрого сна (БС).



Три основных рисунка электроэнцефалограммы дельфина: 1 — низкоамплитудная высокочастотная активность мозга во время бодрствования; 2 — доминирующие сонные веретена в начальной стадии медленного сна; 3 — доминирующие дельта-волны в последней стадии медленного сна.

ток, во сне не отдыхает, что сон — это не разлитое торможение клеток мозга, а перестройка их продолжающейся активности, переход нейронов в другие, по сравнению с бодрствованием, режимы работы, причем принципиально разные в двух стадиях сна — медленном и быстром сне. Таким образом, признано, что мозг во время сна не менее активен, чем во время бодрствования.

Почти во всех исследованных струк-

и в активном бодрствовании она выше, чем в спокойном, и, по-видимому, равна частоте импульсов в быстром сне. На основании этого можно сказать, что мозг по крайней мере в одной фазе (быстром сне) работает столь же интенсивно, как и во время активного бодрствования.

Изменениями частоты не исчерпываются изменения нейронной активности в цикле бодрствование-сон. Меняется рисунок (последовательность импульсов во

		ЧАСТОТА			РИСУНОК		
		Б	МС	БС	Б	МС	БС
кора	зрительная	12,3	> 9,2	< 13,9			
	ассоциативная	11,2	> 9,5	< 12,3			
	двигательная	12,6	> 8,7	< 12,5			
	слуховая	>					
таламус	НКТ	21,2	> 16,7	< 36,3			
	РЕТ	35,6	> 19,2	< 40,0			
	ВЛ	21,8	> 8,1	< 25,4			
	ВБК	>	<				
	ПМ	>	<				
гиппокамп		<	>				
перегородка							
миндалина		0,2	< 0,6	> 0,4			
гипоталамус		8,0	> 6,5	< 11,0			
бледный шар		>	<				
мозжечок		47,9	> 43,4	< 53,7			
	МРФ	28,6	> 16,3	< 44,9			
	КЯ	8,3	> 6,6	< 16,8			
	ГКЯ	7,6	> 5,4	< 19,1			
ствол	ЯШ	11,1	> 5,7	< 15,9			
	ГП	4,5	> 4,2	< 10,1			
	ВЯ	>	<				
зрительный тракт		=	=				
обонятельная луковица		=	=				

Значения частоты (среднее число импульсов в секунду) и рисунок импульсов в разных структурах головного мозга во время бодрствования, медленного сна и быстрого сна. Сокращенные названия структур: НКТ — наружное коллатеральное тело; РЕТ — ретикулярное ядро таламуса; ВЛ — вентральное латеральное ядро таламуса; ВБК — вентро-базальный комплекс таламуса; ПМ — промежуточная масса таламуса; МРФ — мезенцефалическая ретикулярная формация; КЯ — красное ядро; ГКЯ — гигантоклеточное ядро покрышки моста; ЯШ — ядро шва; ГП — голубое пятно; ВЯ — вестибулярные ядра.

времени), который является не менее важным, чем частота, показателем активности нейронов. Мне представляется, что можно выделить несколько типов изменения нейронной активности в цикле бодрствование-сон. Причем эти типы хорошо соответствуют анатомическим объединениям структур мозга.

К первому типу можно отнести нижние этажи сенсорных систем: ганглиозные клетки сетчатки глаза и нейроны обоня-

тельной луковицы (можно ожидать, что в будущем этот перечень будет расширен). В этих структурах нейронная активность не меняется в разных стадиях сна и бодрствования ни по рисунку импульсов, ни по частоте. Конечно, имеются в виду такие условия, когда вход в сенсорную систему стабилизирован (для сетчатки — полная темновая адаптация, когда становится неважным, открыты веки или нет; для обонятельной луковицы — выключенное носовое дыхание, которое в разных состояниях различно и поэтому по-разному модулирует импульсные разряды обонятельных нейронов).

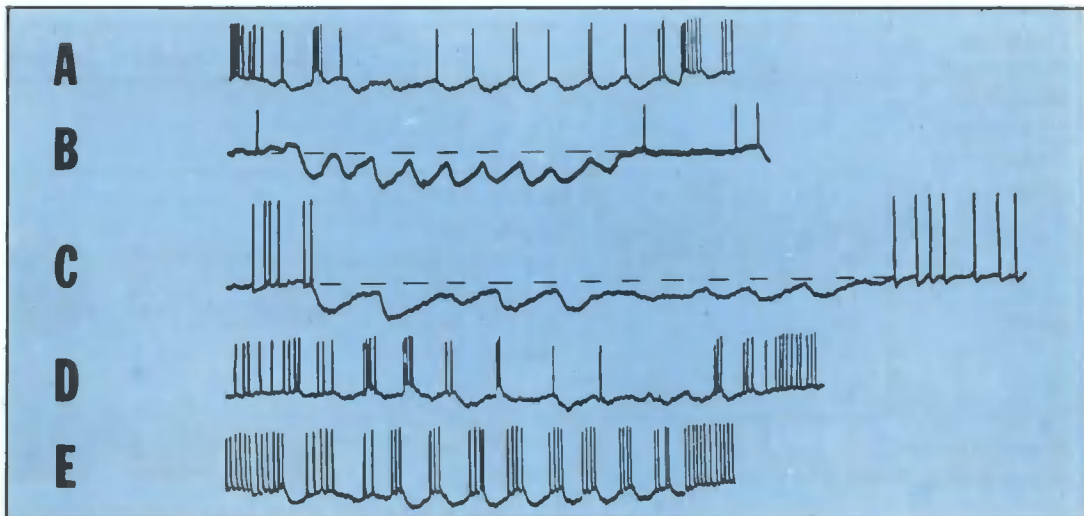
Ко второму типу я отнес бы стволовые образования. Характерный признак этого типа — изменение общей частоты импульсов без изменения их рисунка: во всех состояниях стволовые нейроны разряжаются нерегулярно (частота импульсов ниже всего в медленном сне, а выше всего в быстром сне).

Третий тип — изменение нейронной активности гиппокампа и перегородки.

В быстром сне и при бодрствовании большинство клеток разряжаются пачками импульсов соритмично с волнами регулярного тэта-ритма, характерного для этих структур, а в медленном сне импульсы нерегулярно следуют друг за другом.

И, наконец, к четвертому типу можно отнести кору больших полушарий и таламус. Главными особенностями изменения нейронной активности этих структур в цикле бодрствование-сон является, во-первых, возникновение в медленном сне рисунка «пачка-пауза», и, во-вторых, зна-

рый сон в психологическом отношении — состояния принципиально различные, а кортико-таламический отдел мозга имеет несомненное отношение к организации высших психических функций. В конкретных экспериментах полного тождества между бодрствованием и сном (быстрым), конечно, не получается, но выявленные различия в нейронной активности не существенны. Так, неравенство средней частоты импульсов при бодрствовании и в быстром сне вряд ли можно признать существенным, поскольку, меняя уровень ак-



Колебания мембранного потенциала у пяти (A, B, C, D, E) различных клеток таламуса крысы во время сонных веретен. Направленные вверх пики — импульсные разряды клеток. Тормозные постсинаптические паузы выглядят на рисунке как отклонения мембранного потенциала вниз. Во всех случаях сонное веретено — это ритмическая цепочка тормозных пауз и пачек импульсов.

чительное сходство нейронной активности при бодрствовании и в быстром сне (клетки коры и таламуса разряжаются преимущественно одиночными импульсами с нерегулярными интервалами между ними).

Обращает на себя внимание тот факт, что не удается обнаружить существенных различий между бодрствованием и сном в активности клеток коры и таламуса при бодрствовании и в быстром сне. Это интересно потому, что бодрствование и быст-

рство в состоянии бодрствования, всегда можно получить такую частоту импульсов, которая не будет отличаться от частоты в быстром сне. Для нейронов коры и таламуса характерно резкое усиление частоты импульсов во время быстрого сна в тот момент, когда он сопровождается быстрыми движениями глаз. Однако подобные движения глаз могут возникать и при бодрствовании (при соответствующем функционировании зрительной системы); при этом изменения частоты импульсов имеют тот же характер, что и во время быстрого сна.

Таким образом, несмотря на то что характер сознания во время бодрствования и быстрого сна качественно различен, активность клеток коры и таламуса, имеющих первостепенное значение в организации сознания, приблизительно одинакова. Возможно, что кора и таламус действительно работают одинаково во время бодрствования и быстрого сна, а психологические различия между этими состояниями опреде-

ляются какими-то другими структурами мозга. Но, пожалуй, более предпочтительно другое объяснение: нейрофизиологи просто еще не сумели выделить те характеристики нейронной активности коры и таламуса, которые существенно различаются в быстром сне и при бодрствовании.

Медленный сон коренным образом отличается от бодрствования и быстрого сна и на уровне коры, и на уровне таламуса. Электроэнцефалограмма медленного сна млекопитающих характеризуется высокоамплитудными медленными волнами, среди которых доминируют два ритма: сонные веретена с частотой 12—14 Гц и дельта-ритм с частотой 0,5—3 Гц. Установлено, что первичным генератором сонных веретен является таламус. В остальных структурах, в том числе и в коре, сонные веретена — это ответы этих структур на приходящие к ним ритмические пачки импульсов из таламуса. В это время активность клеток коры и таламуса характеризуется рисунком «пачка-пауза». Внутриклеточные регистрации в таламусе позволили более детально изучить механизм этих пульсаций. Оказалось, что рисунку «пачка-пауза» соответствует последовательность так называемых постсинаптических тормозных потенциалов, во время которых импульсы исчезают, снижается возбудимость нейрона. Другими словами, эти потенциалы отражают торможение клетки. Импульсные разряды могут возникать лишь на границе двух тормозных постсинаптических потенциалов. Клетка не может ответить на возбуждение, пришедшее к ней во время большей части тормозной паузы (поскольку возбудимость ее резко снижена). Клетка не ответит и во время пачечного разряда, поскольку она уже разряжается с максимальной частотой. Только в конце тормозной паузы возбудимость клетки восстановлена, т. е. она готова к восприятию сигнала. Приблизительно такая же картина наблюдается и в нейронах коры головного мозга.

Известно, что свойства внешних раздражителей кодируются в сенсорных системах частотой, рисунком, длительностью пульсаций. Именно в медленном сне эти характеристики не могут быть переданы через таламус в кору без серьезного искажения во время ритмической пульсации возбудимости таламических и корковых нейронов от максимального торможения до максимального возбуждения. В результате меняется информационное содержание импульсного потока. Поэтому рисунок «пачка-пауза» во время медленного

сна может рассматриваться как проявление частичной изоляции коры от направленной в нее информации.

Это предположение хорошо подтверждается целым рядом экспериментальных фактов. Например, Л. Маффей, Дж. Морuzzi и Дж. Риццоллатти¹ изучали импульсные реакции клеток наружного коленчатого тела (таламическое зрительное релейное ядро, проецирующееся на зрительную кору) на синусоидальные изменения яркости света. На фоне бодрствования частота импульсных разрядов нейронов коленчатого тела хорошо следовала за синусоидальными модуляциями яркости света, а на фоне медленного сна синусоида в изменениях частоты импульсных разрядов исчезала, т. е. кора частично лишалась возможности «видеть» колебания яркости света, как бы частично «слепа». Это функциональная «слепота» зрительной коры не зависит от закрытия век во время сна, а является следствием реорганизации нейронной активности таламуса по принципу «пачка-пауза».

Таким образом, на фоне рисунка «пачка-пауза» для нормального поступления информации в систему таламус — кора возникает барьер на таламическом уровне. По этим же причинам должно быть затруднено распространение информации по таламусу между его различными ядрами и по различным полям коры головного мозга. Следовательно, во время медленного сна на кортико-таламическом уровне обработка информации существенно затруднена. На этом основании можно высказать предположение, что во время медленного сна (в отличие от быстрого) невозможно координированное осуществление сложных психических функций.

¹ Maffei L., Moruzzi G., Rizzolatti G. — «Arch. ital. biol.», 1965, v. 103, p. 596—608.

Сон у детей

А. Н. Шеповальников



Александр Николаевич Шеповальников, доктор медицинских наук, старший научный сотрудник Института эволюционной физиологии и биохимии им. И. М. Сеченова АН СССР. Занимается проблемами онтогенеза физиологических механизмов сна. Монография: Активность спящего мозга. Л., 1971.

Один из эффективных методов эволюционной физиологии — изучение формирования функций в онтогенезе и, в частности, у детей. Вот почему во многих лабораториях, где изучается проблема сна, особое внимание уделяется исследованию вопросов становления цикла бодрствование-сон в процессе возрастного развития.

Глядя на электроэнцефалограмму взрослого, обычно нетрудно сказать, спит он или бодрствует. У новорожденных детей сложнее: в электроэнцефалограммах, зарегистрированных в состояниях сна и бодрствования, много общего, и их не всегда легко дифференцировать даже опытному специалисту. По мере развития ребенка постепенно исчезают признаки «незрелости» и формируется электроэнцефалографическая картина бодрствования и сна, последняя в более быстром темпе. Появление этих «ножниц» сопровождается увеличением различий в реализации функциональных возможностей мозга при бодрствовании и в состоянии сна. Например, бодрствующий младенец уже в 3—4-месячном возрасте способен на выработку прочных условных рефлексов, а функциональные возможности мозга во сне остаются как будто бы неизменными.

Впрочем, такое заключение можно сделать лишь весьма условно, поскольку

методы оценки функциональных возможностей мозга и во время сна еще мало разработаны, хотя имеются успешные попытки объективно исследовать даже такие субъективные показатели, как сновидения. (Мы имеем в виду возможность анализа у спящих нейрональной активности, которая регистрируется с электродов, вживленных в мозг больных людей по медицинским показаниям. Такие исследования проводятся в Ленинграде в Институте экспериментальной медицины АМН СССР под руководством Н. П. Бехтеревой.)

Примечательно, что электроэнцефалографические стадии медленного сна и фаза быстрого сна формируются в онтогенезе ребенка в разные сроки. Вначале, уже в первые дни жизни, завершается формирование электрографической картины быстрого сна, затем в первые недели и месяцы жизни формируется так называемый дельта-сон. Позже всех «созревает» электроэнцефалограмма той стадии сна, которая обычно регистрируется в дремотном состоянии.

Типичные примеры электроэнцефалограмм, зарегистрированных в различные возрастные периоды у детей и взрослых в состоянии спокойного бодрствования, глубокого медленного и быстрого сна, показывают, что меньше всего с возрастом изменяется электроэнцефалограмма, со-

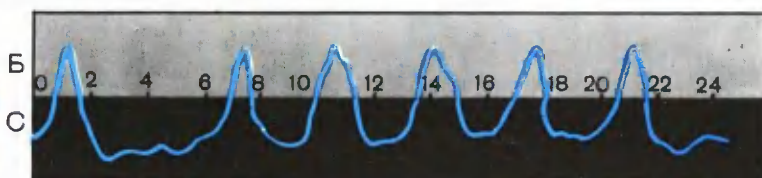
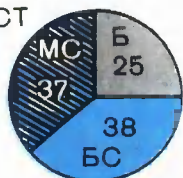
ответствующая быстрому сну. Если для состояния бодрствования характерно увеличение с возрастом частоты доминирующих ритмов, а для медленного сна — возрастание амплитуды и количества медленных волн, то электроэнцефалограммы быстрого сна у младенцев и взрослых почти не отличаются друг от друга. Это формальное электрографическое сходство быстрого сна у маленьких детей и взрослых породило немало гипотез, объясняющих этот феномен.

Однако переоценка возможностей

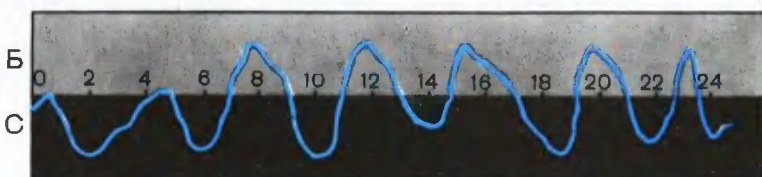
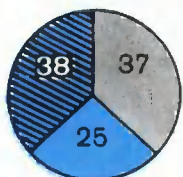
любого метода всегда рискованна, и электрографический метод — не исключение. Например, известно, что биоэлектрическая активность головного мозга может иметь примерно одинаковый вид при совершенно различных состояниях: при тяжелых опухолевых поражениях мозга, при наркозе или во сне здорового человека, а также в состоянии спокойного бодрствования у детей трехмесячного возраста — во всех этих случаях появляются медленные высокoамплитудные волны с частотой порядка 3—4 Гц.

ВОЗРАСТ

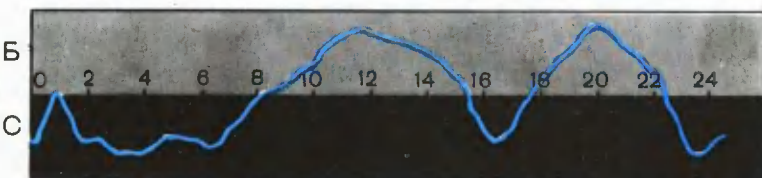
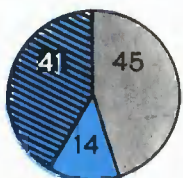
5
дней



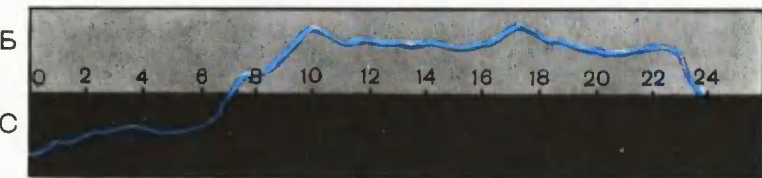
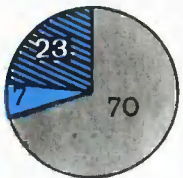
3
месяца



2
года



25
лет



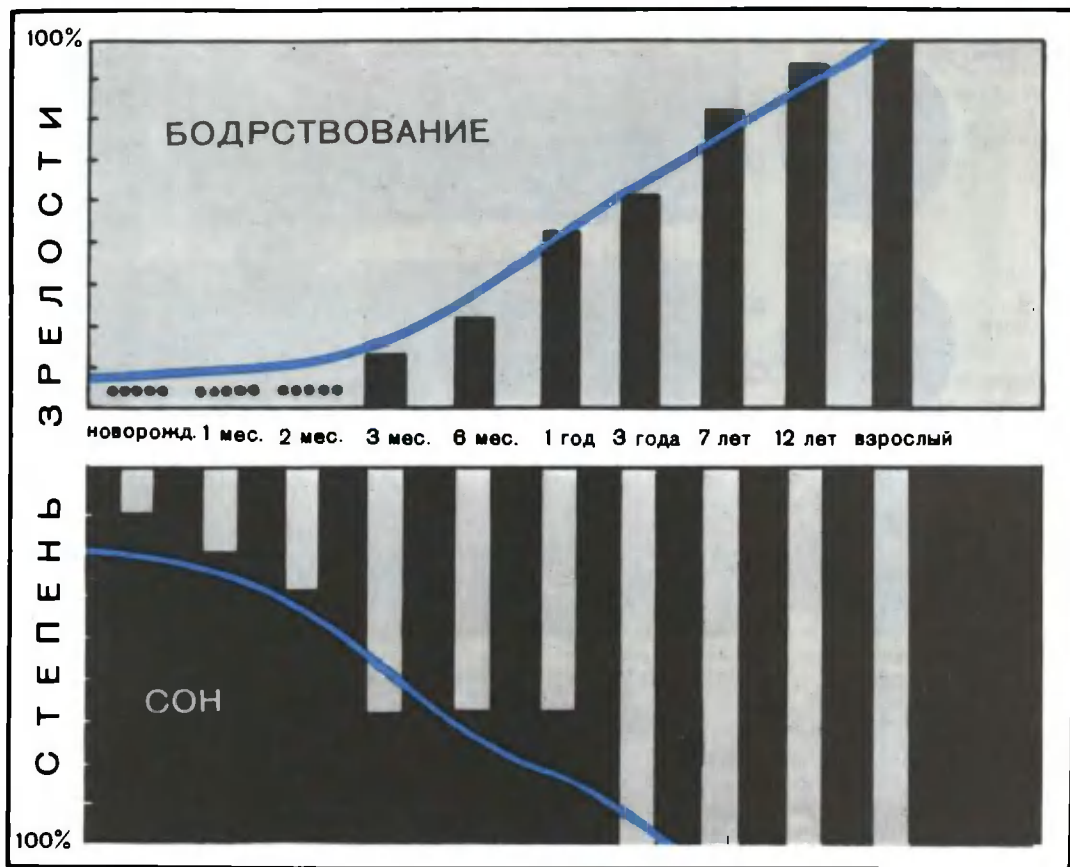
Возрастные изменения цикла бодрствование-сон. На диаграммах показано соотношение (в процентах) продолжительности бодрствования (Б), медленного (МС) и быстрого (БС) сна в течение суток в различном возрасте. Справа — чередование периодов бодрствования (Б) и сна (С) в течение суток.

Поскольку по некоторым нейрофизиологическим показателям быстрый сон напоминает бодрствование в большей степени, чем медленный сон, отмеченная «подозрительно ранняя зрелость» быстрого сна входила в логическое противоречие с мнением некоторых исследователей о важной роли высших отделов центральной нервной системы в генезе феноменов, непосредственно связанных с быстрым сном, так как у новорожденных детей кора го-

ловного мозга еще сильно недоразвита. С помощью одновременной регистрации электрической активности разных отделов мозга выяснилось, что быстрый сон у детей младшего возраста и у взрослых существенно различается. У новорожденного ребенка отдельные области мозга во время быстрого сна работают очень разрозненно и неустойчиво, а с возрастом стабильность и целостность в электрической активности разных структур в этот период сна возрастает. Обнаруженное повышение организованности в биоэлектрической активнос-

сти мозга по мере развития ребенка заставляет критически относиться к высказываниям об идентичности функций быстрого сна у маленьких детей и взрослых.

Поскольку сон — это прежде всего реорганизация деятельности центральной нервной системы, логично искать ответ на вопрос о причинах возрастных особенностей сна в наблюдающихся по мере развития ребенка морфофункциональных изменениях мозга. Головной мозг ребенка развивается удивительно быстро. К трем годам он уже достигает 80% веса мозга



Увеличение различий между электроэнцефалографическими признаками бодрствования и сна с возрастом ребенка. По вертикали — степень «зрелости» электроэнцефалограмм, соответствующих бодрствованию и сну (по комплексу электрографических признаков). Характерно относительно большое сходство электроэнцефалографических признаков бодрствования и сна в первые недели жизни новорожденного и быстрое увеличение различий по мере развития ребенка.

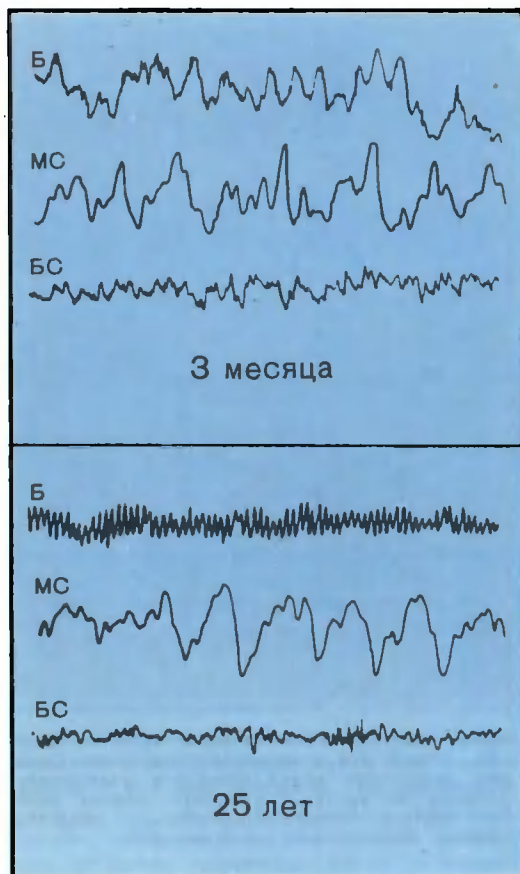
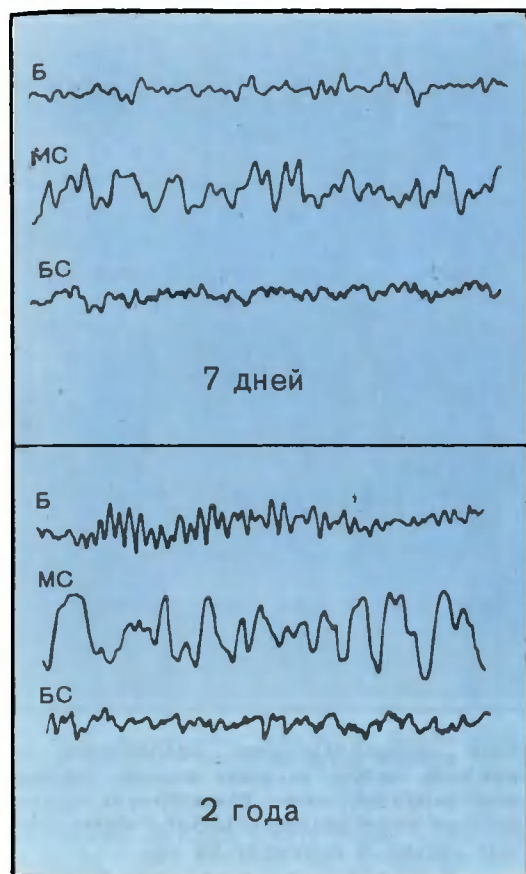
взрослого. Однако темп развития различных структур неравномерен: позже других достигают зрелости филогенетически более молодые образования, имеющиеся только у высших приматов и человека, а быстрее всего завершается развитие тех отделов мозга, которые филогенетически являются более древними, т. е. перешли в наследство от прародителей нашего вида — древних млекопитающих, рептилий, земноводных.

Многие черты строения и функций отдельных областей мозга сохраняются у потомков почти без изменения. Поэтому ряд самых важных функций, без которых не могли бы обойтись и наши отдаленные предки (например, регуляция дыхания и сердечной деятельности) имеют свои представители — нервные центры в древнейшем отделе головного мозга — в продолговатом мозгу.

Сон — жизненно важная функциональная потребность организма, представленная в своеобразной форме уже у зем-

новодных и даже у рыб. Следовательно, есть основания искать нервные структуры, обеспечивающие сон, в филогенетически старых образованиях — в стволе мозга, в подкорковых структурах. Действительно; в заднем, среднем и промежуточном мозгу обнаружено немало центров, стимуляция или разрушение которых в экспериментальных условиях существенно изменяет сон.

Однако твердо установлено, что и филогенетически наиболее молодой высший отдел головного мозга — кора боль-



Типичные примеры электроэнцефалограмм, зарегистрированных в различные возрастные периоды во время спокойного бодрствования (Б), глубокого медленного (МС) и быстрого сна (БС). Характерно значительное сходство электроэнцефалограмм быстрого сна в разном возрасте и медленное созревание электроэнцефалографической картины бодрствования.

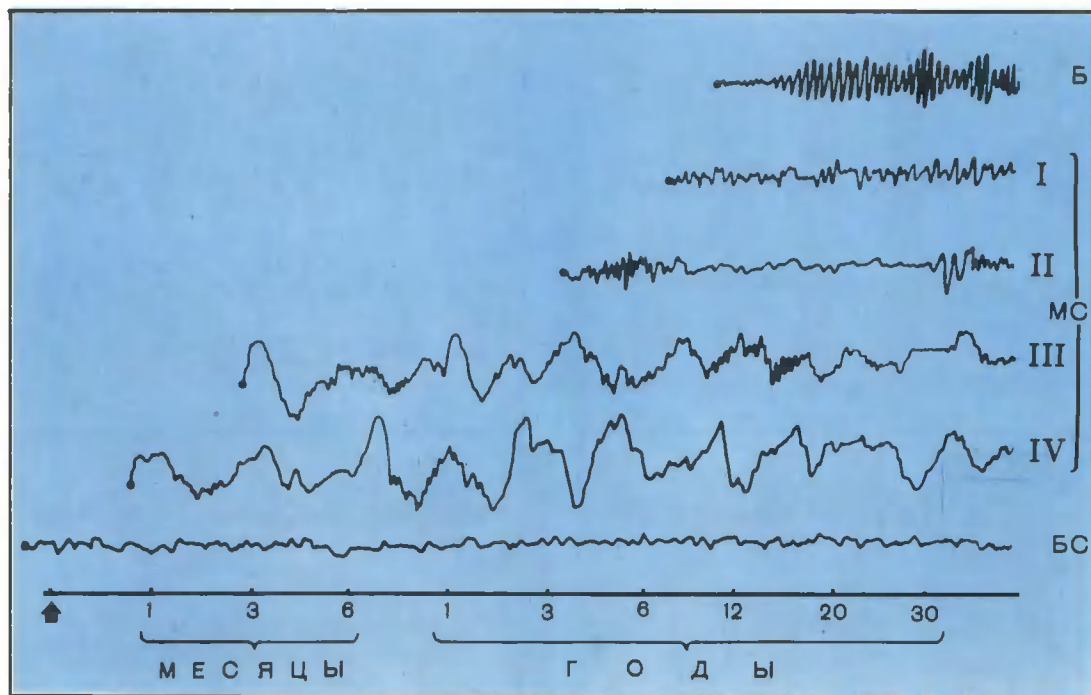
ших полушарий также активно организует сон (о чем прозорливо говорил И. П. Павлов). Она участвует в переключении отдельных фаз сна, вносит свой вклад в формирование различных феноменов, сопровождающих сон, и, наконец, важна для процесса пробуждения. Таким образом, сон — это целостная функция всего мозга (точнее было бы сказать — всего организма), и, очевидно, каждое филогенетически молодое образование — новая над-

стройка в центральной нервной системе — вносит свой вклад в организацию цикла бодрствование-сон.

Не углубляясь в детальный анализ нейрогуморальных механизмов сна (во многих отношениях еще не выясненных), попытаемся наметить контуры основных процессов, наблюдающихся в мозгу при наступлении и развитии сна, с учетом возрастных изменений, происходящих в организме ребенка. К моменту наступления сна происходят стереотипные сдвиги обмена веществ в организме и, в частности, изме-

новорожденного ребенка коры больших полушарий на подкорковые структуры мозга, очевидно, намного слабее, чем у взрослых, поэтому оно легче подавляется.

Сокращение потока раздражений из внешнего мира также приводит к уменьшению активности ретикулярной формации, чему способствует угнетающий эффект от структур, расположенных в продолговатом мозгу, в базальных отделах мозга. В результате уменьшения тонуса ретикулярной формации ее неспецифиче-



Сроки формирования электроэнцефалографических стадий сна в онтогенезе человека. Стрелкой обозначено время рождения доношенного ребенка. За критерий зрелости принята типичная картина электроэнцефалограмм соответствующих стадий и фаз сна у взрослых.

нение метаболизма в мозгу. По мере изменения гуморального фона и прогрессирующего утомления кортикальных нейронов ослабляется активирующее влияние коры, которое осуществляется по системе обратных связей на ретикулярную формацию ствола мозга. Активное угнетающее влияние на ретикулярную формацию оказывают таламические структуры, воздействующие также и на кору. Активирующее воздействие еще сильно недоразвитой у

ское «возбуждающее» воздействие на кору в целом в значительной степени редуцируется, что способствует дальнейшей реорганизации работы кортикальных систем и переходу ко сну.

В поддержании тонуса коры больших полушарий головного мозга во время бодрствования важную роль играют активирующие влияния от гипоталамуса и лимбической системы¹, которые также уменьшаются в условиях благоприят-

¹ Лимбическая система — морфофункциональный комплекс, объединяющий некоторые структуры коры и подкорки, активно участвующие в формировании эмоциональных реакций.

вующих сну. Чувство голода усиливает поток активирующих импульсов от гипоталамуса к коре, и это препятствует засыпанию, поэтому проголодавшегося ребенка нелегко усыпить. Звук, свет, холод, неудобное положение тела, активируя системы соответствующих анализаторов и усиливая неспецифическое влияние ретикулярной формации на кору в целом, также мешают понижению уровня бодрствования и засыпанию. Монотонные раздражения способствуют развитию сна.

По мере перехода ко сну деятель-

ные ансамбли, что характерно для сложнокоординированной деятельности в состоянии бодрствования. Многие нейроны в период сна, очевидно, находятся в более благоприятных условиях для реализации восстановительных процессов.

Временами, главным образом во время быстрого сна, в некоторых отделах мозга происходит кратковременная перестройка активности мозговых структур, в какой-то степени напоминающая состояние бодрствования. На короткий срок формируются межнейронные ансамбли,

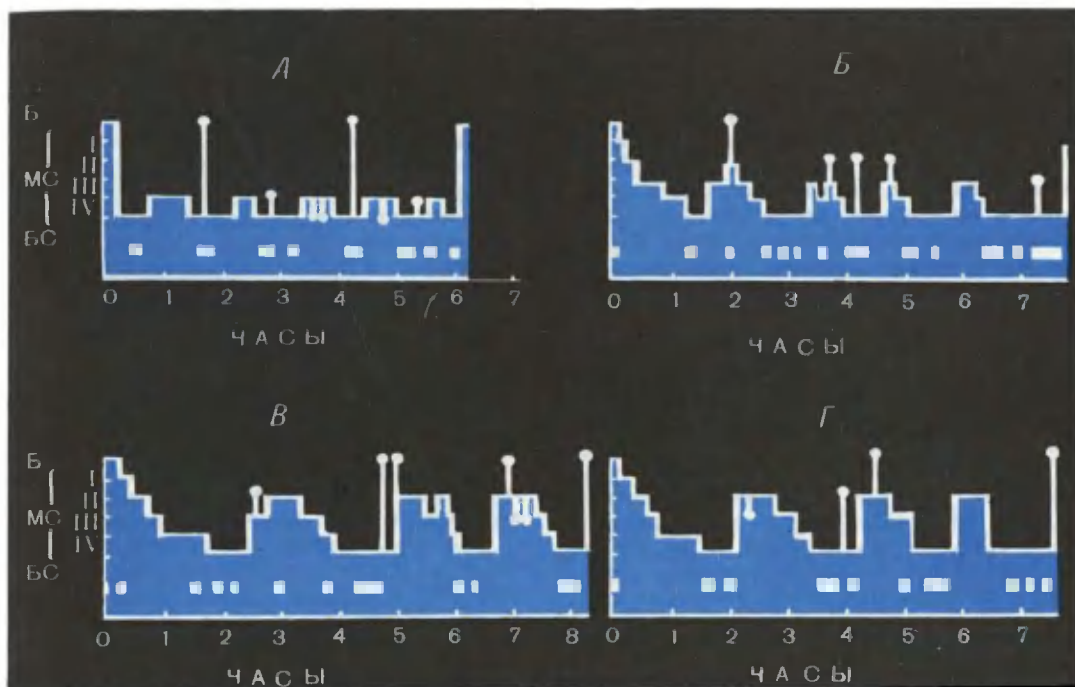


График циклических изменений биоэлектрической активности мозга во время ночного сна в разном возрасте. Возраст: А — 15 дней, Б — 3 года, В — 12 лет, Г — взрослый. По горизонтали — время в часах с момента начала наблюдения. По вертикали — I—IV стадии медленного сна; БС — фаза быстрого сна. Квадратами обозначено наличие фиксируемого движения глаз. Кратковременные переходы в другие стадии сна и в бодрствование обозначены вертикальными линиями с точками.

ность мозга быстро реорганизуется, отдельные нейроны получают большую свободу. По-видимому, перестает действовать механизм, подчиняющий разряды отдельных нейронов жесткой упорядоченности, заставляющий разобщенные клетки кооперироваться в динамичные нейрональ-

возможны координированные психические процессы, воспринимающиеся как сновидения. Судя по внешним проявлениям: улыбке во сне, вскрикиваниям, специфическим движениям — сновидения имеются и у самых маленьких детей, с первых недель жизни.

Фазы медленного и быстрого сна у взрослых чередуются в определенном порядке с периодом около 90 мин. У новорожденных детей эти циклы короче, продолжительностью около одного часа и с возрастом постепенно удлиняются. Всего за ночь наблюдается 4—5 таких циклов, однако хорошо выражены только первые два.

Для общего состояния человека в течение дня безразлично, когда он раз-

бужен. Например, после принудительного пробуждения из быстрого сна самочувствие намного лучше, чем пробуждение из так называемой стадии веретен (II стадия медленного сна). Те случаи, когда мы встаем «не с той ноги», очевидно, как раз связаны с пробуждением не в оптимальный период: можно проспать дольше, но чувствовать себя хуже, чем после менее продолжительного сна. Быть может, электроэнцефалографические циклы сна отражают какие-то нейрохимические циклы и их незавершенность во сне отрицательно сказывается на работоспособности мозга в период бодрствования.

Интенсивная психическая деятельность в периоде бодрствования, возможно, сказывается на средней продолжительности определенных фаз сна. Например, при выработке сложных условных рефлексов у шестимесячных детей было обнаружено, что быстрый сон у них удлинялся в тех случаях, когда обучение было успешным, и не изменялся, когда обучение было неэффективным. Продолжительность медленного сна в обоих случаях оставалась без изменений.

При правильно налаженном режиме сна организм привыкает к стереотипной перестройке жизнедеятельности в строго определенное время: циклы сна, чередуясь, завершаются оптимальным образом ко времени «запрограммированного» пробуждения. Быстрое засыпание и легкий подъем без будильника в определенный час — хорошая компенсация за дисциплину. Внутренние биологические часы работают с высокой точностью, вмешательство в их работу отнюдь не безразлично для организма. Имеются данные, что хроническое нарушение режима бодрствование-сон, например у летчиков при постоянной смене часовых поясов, способствует возникновению некоторых заболеваний.

С позиций современной нейрофизиологии и нейробиологии можно считать доказанным, что с переходом от одной стадии сна к другой существенным образом перестраивается как электрическая активность отдельных мозговых структур, так и характер биохимических процессов, там протекающих. Особенно важную роль в биохимии сна играют серотонин, норадреналин и их предшественники. Отмечены возрастные особенности метаболизма в мозгу на разных этапах онтогенеза при различных уровнях бодрствования, но функциональный смысл этих изменений еще не выяснен.

Распространено мнение, что во вре-

мя сна сенсорные входы остаются в большей или меньшей степени заблокированными, так же как и афферентные выходы, т. е. спящий не видит, не слышит, не двигается. Однако это заключение справедливо лишь до известной степени. При тщательной экспериментальной проверке выявляется способность мозга к дифференцировке раздражителей, сохраняющаяся даже в глубоком сне. Машинная обработка электроэнцефалограммы позволила установить, что не только у спящих взрослых, но также у грудных детей мозг с большим постоянством реагирует на вспышки света и другие раздражители, однако их воздействие вызывает едва заметный эффект и обычно не прерывает сон. Интересно, что новизна раздражителя иногда оказывается более существенной для пробуждения, чем его сила. Часто (и это подтверждено экспериментально) внешние раздражители не будят спящего, а гармонично вписываются в сюжет сновидения, так, шум воды из крана может трансформироваться в приятную прогулку возле водопада.

В последние годы получено много новых сведений об особенностях перестройки гуморальной регуляции на разных этапах цикла бодрствование-сон. Например, установлено, что соматотропный гормон — биологически активное вещество, продуцируемое гипофизом и стимулирующее рост — наиболее интенсивно выделяется в глубоком медленном сне.

В какой мере центральная нервная система влияет на железы внутренней секреции и в какой степени они в течение суток перестраивают свою активность автономно, либо под влиянием разнообразных нейрогуморальных факторов, еще не выяснено. Однако есть серьезные основания для предположения о важной роли эндокринного аппарата в организации не только циркадных, но и долговременных — многодневных, сезонных, годовых — биологических циклов. Возрастные изменения гуморального фона, в значительной степени обеспечиваемые эндокринными железами, происходят на протяжении всей жизни, но особенно интенсивно в детстве. Безусловно, эти факторы существенно влияют на организацию цикла бодрствование-сон, включаясь в общий ансамбль циклических процессов, происходящих в организме.

Место сна в системе адаптации

В. С. Ротенберг



Вадим Семенович Ротенберг, кандидат медицинских наук, младший научный сотрудник Отдела патологии вегетативной нервной системы 1-го Московского медицинского института им. И. М. Сеченова. Научные интересы лежат в области проблем неврозов и психофизиологии сна.

Необходимость сна для нормального существования организма не вызывает никаких сомнений и подтверждается драматическими изменениями в состоянии людей, лишенных сна. Так, после первых двух суток полного лишения сна возникают изменения поведения, свидетельствующие в основном о значительном снижении активности субъекта и нарушении направленного внимания: появляется бормочущая смазанная речь с повторениями и ошибками, спонтанное прекращение всякой активности, апатия, грубые ошибки при выполнении психологических проб, требующих тонкости анализа и быстроты реагирования.

Однако зависимость между числом ошибок и длительностью лишения сна не носит строго линейного характера: число ошибок нарастает с определенной периодичностью, как если бы у испытуемых время от времени при открытых глазах снижался уровень бодрствования, а затем по прошествии некоторого времени вновь незначительно повышался до следующего, еще более выраженного снижения. К описанной картине присоединяются более драматические изменения психики: появляются галлюцинации (чаще в предутренние часы), а в выраженных случаях развивается психотическое поведение. Признаки такого поведения проявляются также с определенной периодичностью. В эти же периоды

усиливается галлюциногенное действие наркотиков.

Как только субъекту дают возможность выспаться (а после длительного лишения сна компенсирующий сон может длиться 16—20 ч), все описанные изменения проходят бесследно при условии, что испытуемый до исследования был вполне здоров. У психически больных, даже находящихся в стадии ремиссии (т. е. при отсутствии внешних проявлений психического заболевания), психотическое поведение при лишении сна может, во-первых, развиваться значительно быстрее, и, во-вторых, оказаться достаточно устойчивым.

Итак, тотальное лишение сна резко нарушает адаптацию, вызывая выраженные и сложные расстройства психики и поведения. Как эти изменения могут соотноситься с современными данными о структуре сна и функции его отдельных фаз и стадий?

Поскольку медленный сон, как правило, предшествует быстрому, провесть изолированное полное лишение медленного сна невозможно. Изолированное же лишение дельта-сна осуществляется методом «подбуживания», т. е. подаются звуковые сигналы недостаточно сильные для окончательного пробуждения — но способные перевести испытуемого во вторую стадию медленного сна. Лишение дельта-

сна осуществлялось в относительно немногочисленных исследованиях¹. При этом в бодрствовании возникает состояние апатии, сонливости, чувство усталости — словом, снижение активности, т. е. эффект, близкий к такому при первых двух сутках тотального лишения сна, хотя и более слабо выраженный. Косвенным подтверждением этого сходства является бесспорно установленная первоочередная компенсация дельта-сна после одной бессонной ночи во время восстановительного сна у здорового субъекта. Можно, следовательно, предполагать, что описанный выше эффект полного лишения сна в течение первых двух суток во многом определяется дефицитом именно дельта-сна. По-видимому, в связи с этим дельта-сну приписываются преимущественно восстановительные функции. Предполагается, что во время сна происходит синтез белковых макромолекул и что задачей дельта-сна является противодействие «физическому утомлению»².

Мы не можем исключить роль медленного сна в организации восстановительных процессов в организме, однако эту функцию трудно считать единственной. Тем более что, кроме уже описанного чувства физического утомления и общего снижения активности, при лишении дельта-сна отмечаются такие сугубо психические расстройства, как снижение внимания и ухудшение психической продуктивности.

Встает вопрос о том, какие именно психические функции обеспечиваются дельта-сном. В исследованиях ряда авторов показано позитивное влияние дельта-сна на последующее воспроизведение в бодрствовании заученных перед сном материалов³. Можно предположить, что во время дельта-сна происходит формирование иерархии воспринятого материала по степени значимости, что устраняет информационную перегрузку⁴.

Возможно, именно устранение информационной перегрузки приводит не только к улучшению памяти, но и к об-

легчению восприятия нового материала и тому чувству «свежести головы», которое наступает после полноценного сна. Этой же цели может служить синтез некоторых белковых макромолекул. Если же такой процесс сортировки информации по каким-либо причинам не происходит (например, из-за лишения медленного сна или сна вообще, или из-за тревожного напряжения, препятствующего нормальному протеканию этого процесса), то можно предполагать, что выполнение задач на внимание, усвоение новой информации, извлечение из памяти требуемого материала будет происходить в неоптимальных условиях и потребует повышения энергозатрат. И действительно, экспериментами показано, что поддержание направленного внимания и успешное выполнение психологических задач при лишении сна сопровождается избыточным напряжением энергетических систем организма, причем даже при значительном ограничении физической активности⁵.

Подводя итог обсуждению роли дельта-сна для адаптации, можно предполагать, что восстановительное значение процессов, происходящих в организме в период дельта-сна, вполне реально. Что же касается процессов, происходящих в самом мозгу, то наряду с возможным усилением белкового восстановления, по-видимому, имеет место и специфическая активность по реорганизации информации, обеспечивающая оптимальность затрат энергии в период бодрствования. Разумеется, это только гипотеза, требующая дальнейшей проверки.

БЫСТРЫЙ СОН

Результаты первых исследований по лишению быстрого сна, казалось бы, давали возможность для объяснения целого ряда фактов и подтверждали некоторые известные гипотезы. На нескольких испытуемых, в частности, было обнаружено, что при длительном лишении быстрого сна могут развиваться психотические нарушения поведения, галлюцинаторные переживания. У животных также было выявлено усиление двигательного возбуждения, агрессивности с явлениями гиперсексуальности. Было очень заманчиво связать аналогичные проявления, возникающие на поздних этапах тотального лишения сна,

¹ Agnew H. W., Webb W. B., Williams R. L. — *Clin. Neurophysiol.*, 1964, v. 117.

² Hartmann E. *Functions of sleep. In: The Nature of sleep.* Stuttgart, 1973.

³ См., например, Латаш Л. П., Мано в Г. А. — «Физиология человека», 1975, № 2.

⁴ Доказано, что мозг сохраняет всю воспринятую информацию, однако эта информация подвергается иерархической организации по степени значимости для каждого конкретного периода времени.

⁵ Luby E. D., Grisell J. L., Frohmann C. E., Lees H., Cohen B. D., Gottlieb J. S. — *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 1962, v. 96, p. 71.

именно с дефицитом быстрого сна. Эти факты также хорошо укладывались в известную концепцию З. Фрейда, согласно которой сновидения представляют собой клапан для «психического отреагирования» и разрядки подавленных потребностей, которые из-за препятствий социальной среды не могут быть реализованы в бодрствовании. Закрывание этого клапана (в виде лишения быстрого сна) должно было бы вести к деформации поведения под воздействием нереализованных потребностей, к развитию нервных и психических расстройств, что как будто подтверждалось и в опытах.

Однако дальнейшие исследования с лишением быстрого сна эти данные не подтвердили, и иногда даже не удавалось выявить сколько-нибудь определенные психические и поведенческие последствия лишения быстрого сна.

В конце 60-х годов появились первые теоретические предположения и первые экспериментальные исследования, в которых сопоставлялись данные по лишению быстрого сна с личностными особенностями субъекта. Началось обсуждение не биологической роли сновидений как универсального клапана для разрядки общих для всех людей инстинктивных потребностей, а их психической роли, с учетом больших психических различий между людьми. Результаты этих исследований могут быть вкратце подытожены следующим образом: быстрый сон и связанные с ним сновидения играют важную роль в психической адаптации к среде, являясь одним из самостоятельных (или вспомогательных) механизмов так называемой психической защиты.

Смысл психической защиты проявляется в том, что в процессе жизнедеятельности под влиянием прошлого опыта, особенностей воспитания, вновь поступающей информации и т. п. у человека могут появляться настоятельные потребности и тенденции поведения («установки»), которые оказываются несовместимыми с его основными социально обусловленными жизненными принципами и установками. Вследствие этого такие тенденции поведения и мотивы неприемлемы для сознания субъекта, враждебны его самосознанию и самоуважению, представлению о самом себе. В своем неизменном виде они не могут быть осознаны, поскольку в таком случае в сознании, управляющем поведением, будут одновременно сосуществовать взаимоисключающие тенденции поведения, что может привести к его распа-

ду и появлению непереносимых чувств страха и вины. Механизмы психической защиты предотвращают возникновение этих чувств, обеспечивают цельность поведения. Это достигается самыми различными способами: либо человек не воспринимает информацию, которая может вызывать или активировать неприемлемые мотивы, либо эта информация и обусловленные ею тенденции поведения так трансформируются, что возникают в сознании не в истинном, а в искаженном виде, который уже не угрожает самосознанию.

Существует очень много конкретных механизмов психической защиты, и у разных людей они представлены в разных соотношениях, что во многом и определяет психические различия между людьми, делает одних субъектов более чувствительными к психологическим конфликтам (сензитивными), а других — менее чувствительными (малосензитивными, стрессоустойчивыми). Получены данные, что малосензитивные субъекты (особенно те, кто умеет игнорировать потенциально опасную для душевного равновесия информацию) довольствуются более коротким сном, с малой представленностью быстрого сна. Как правило, это высокоактивные, оптимистичные люди, не обремененные внутренними конфликтами. Эти субъекты характеризуются также бедностью сновидений, и именно они довольно благополучно переносят лишение быстрого сна.

Какую же функцию выполняет быстрый сон у людей противоположного психического склада, сензитивных? У таких людей он продолжительнее, сопровождается развернутыми и яркими сновидениями, и в эксперименте исключить эту фазу трудно: компенсация наступает не на следующую ночь, а во время эксперимента⁴. Показано, что если людей определенного психического склада лишить быстрого сна, это усилит один из механизмов психической защиты — так называемое вытеснение.

Суть этого важного механизма сводится к следующему: если какой-то мотив враждебен самосознанию и его не удается согласовать с основными установками поведения с помощью других психических механизмов, этот мотив активно удаляется из сознания — «вытесняется» вместе с той конкретной информацией,

⁴ Grieser C., Greenberg R., Harrison R. — «J. Abnorm. Psychol.», 1972, v. 80, № 3.

которая может его активировать. Но при этом мотив, хотя и не осознается, не перестает существовать. Оставаясь неудовлетворенным, он вызывает состояние непределенного беспокойства и психического напряжения, которое субъективно переживается как необъяснимая тревога. Согласно широко распространенной психодинамической концепции, такая тревога лежит в основе неврозов. Известно, что у чувствительных людей лишение быстрого сна вызывает усиление тревоги, а при тревоге и депрессии повышается потребность в быстром сне и если эта фаза представлена достаточно полно, тревога уменьшается.

Все это дает основание предполагать, что во время быстрого сна у таких субъектов происходят психические процессы, устраняющие необходимость в «вытеснении», т. е. происходит компенсация недостаточно действующего адаптивного механизма психической защиты. Разумеется, у субъектов с другими личностными особенностями быстрый сон может находиться в конкурентных отношениях с другими типами психической защиты. Можно предполагать, что при этом сохраняется основной принцип: быстрый сон и связанные с ним сновидения уменьшают необходимость в использовании менее эффективных защитных механизмов. В тех же случаях, когда в период бодрствования осуществляется более эффективная защита, потребность в быстром сне мала, а лишение быстрого сна мало меняет поведение и психический статус.

Из изложенного очевидно, что у людей с разным психическим складом бесполезно искать одинаковые по направленности и степени выраженности последствия лишения быстрого сна и что в некоторых случаях такое лишение действительно может вести к грубым психическим расстройствам.

Концепция о роли быстрого сна в механизмах психической защиты человека принципиально отлична от представлений Фрейда. Для Фрейда причиной подавления мотивов была социальная среда, подавленные мотивы были в основном сексуальные, и сновидения давали возможность обойти это внешнее препятствие. В действительности причиной «вытеснения» является внутренний конфликт, социальная потребность не навязана извне, а принимается личностью как неотъемлемая часть ее самой. Задача, следовательно, не в том, чтобы «обойти» эту потребность как внешнюю преграду и получить возможность для свободного проявления подав-

ленных мотивов, а в том, чтобы добиться компромисса между двумя (или более) равноправными для личности потребностями.

Проводя систематические исследования ночного сна у больных с разными формами неврозов, мы обнаружили, что, несмотря на чувствительность, для них характерно уменьшение, по сравнению со здоровыми, числа отчетов о сновидениях при пробуждениях в фазе быстрого сна. Во время быстрого сна у них наблюдается более редкий пульс и уменьшение числа быстрых движений глаз. Это побудило нас выдвинуть гипотезу о функциональной неполноценности быстрого сна при неврозах и, учитывая сказанное, обратную гипотезу: о роли такой неполноценности в возникновении неврозов. В дальнейшем, анализируя данные литературы, мы обнаружили, что как при психических (депрессия), так и при некоторых соматических заболеваниях (коронарная болезнь, эпилепсия, паркинсонизм и др.) также имеется функциональная недостаточность системы быстрого сна, и предположили, что это общий неспецифический фактор в возникновении многих заболеваний. Хотя было очевидно, что эмоциональные расстройства, нарушения психической адаптивности могут играть важную роль в развитии этих нервных и соматических заболеваний, конкретные механизмы действия таких расстройств на соматическую патологию оставались неясны.

Только в последние два года мы совместно с физиологом В. В. Аршавским рассмотрели и обобщили результаты целой серии исследований, а также данные литературы по экспериментальной и клинической патологии⁷. Все имеющиеся данные о влиянии различных типов поведения и эмоциональных состояний на течение разнообразной патологии (инфаркт, эпилепсия, аллергический шок, аритмия сердечной деятельности, паркинсоноподобный синдром и т. п., вплоть до влечения к алкоголю) могут быть сгруппированы так, что в одном ряду окажутся все типы поведения, характеризующиеся наличием так называемой поисковой активности, а в другом — отсутствием этой активности.

⁷ Аршавский В. В., Ротенберг В. С. Поисковая активность и ее влияние на экспериментальную и клиническую патологию. — «Журнал высшей нервной деятельности», 1976, т. XXVI, вып. 2.

Под поисковой активностью нами понимается активность, направленная на изменение данной ситуации или на изменение самого субъекта в данной ситуации при отсутствии стопроцентного прогноза результатов такой активности. У животных сюда относится все активнооборонительное поведение (и бегство, и агрессия). При всех этих формах поведения, разумеется, очень отличающихся по эмоциональному сопровождению и сходных только по наличию поискового компонента в поведении, резко уменьшается выраженность указанных форм патологии или же эти формы патологии исчезают полностью. Если же животное находится в состоянии пассивно-оборонительной реакции (т. е. негативно относится к ситуации, но не предпринимает никаких активных попыток преодолеть или избежать ее, замирает, забившись в угол клетки), все виды патологии расцветают пышным цветом и могут даже привести к гибели животного. Характерной чертой пассивно-оборонительной реакции, по нашему мнению, является отказ от поиска, что и оказывается губительным. По немногочисленным пока данным, полная пассивная удовлетворенность ситуацией при отсутствии поисковой активности, направленной на поддержание или дальнейшее улучшение ситуации, также оказывается вредной.

Необходимо заметить, что врачи всегда поражали некоторые удивительные факты. Во время войн, когда число отрицательных эмоций увеличивается, а условия жизни ухудшаются, многие психосоматические заболевания (язва двенадцатиперстной кишки и т. п.) исчезают тем быстрее, чем активнее человек участвует в военной или трудовой деятельности. В гитлеровских концентрационных лагерях, пока шла борьба за жизнь, психосоматические заболевания также исчезали и вновь появлялись после освобождения. Вообще нередко, пока человек ведет ожесточенную и изнуряющую борьбу (за истину, карьеру и т. д.) он вполне здоров, но достаточно борьбе закончиться (причем не только с плохим, но и с хорошим результатом), как он заболевает.

Эти факты могут быть поняты с позиции представлений о наличии и отсутствии поисковой активности.

Лидеры психосоматической медицины вплотную подошли к этим же вопросам, сформулировав представление о неспецифическом эмоциональном состоянии по типу «отказа-депрессии», которое предшествует развитию разных форм патологии.

Однако они недостаточно ясно определяли термин «отказ» и не ввели представлений о купирующей роли поисковой активности.

Возникает вопрос, как все эти положения связаны с проблемой адаптивной функции сна? Мы обратили внимание, что при наличии поисковой активности в бодрствовании в период сна наблюдается выраженная тенденция к уменьшению фазы быстрого сна, причем после этого не наблюдается эффект «отдачи», характерный для искусственного лишения быстрого сна. Можно поэтому предположить, что чем активнее выражена поисковая активность в период бодрствования, тем меньше потребность в быстром сне. На основании этого мы выдвинули обратную гипотезу о том, что задачей быстрого сна является компенсация отказа от поиска в бодрствовании, поскольку такой отказ ведет к болезни. Косвенные аргументы этой гипотезы следующие.

1. Потребность в быстром сне повышена у больных с депрессией и невротической тревогой.

2. Лекарственные средства, вызывающие депрессию, одновременно приводят к увеличению длительности быстрого сна, а выраженный эффект антидепрессантов сопровождается уменьшением длительности быстрого сна.

3. Наблюдение за группой студентов показало, что они по-разному реагировали на сдачу экзамена. Если до экзамена у всех регистрировались признаки эмоционального напряжения (повышение мышечного тонуса мимических мышц, повышение артериального давления и учащение пульса), то после экзамена у части студентов все эти показатели практически сразу нормализовались, а у другой части, наоборот, наблюдалась тенденция к дальнейшему повышению эмоционального напряжения. Студенты всей группы не отличались ни по объективным результатам сдачи экзамена, ни по субъективной удовлетворенности полученными оценками. По-видимому, у первой части эмоциональное напряжение реализовалось в деятельности и, следовательно, отражало мобилизацию для этой деятельности («поисковая активность»), тогда как у второй части студентов такой реализации не произошло (аналог невротической тревожности). И действительно, именно у студентов второй части группы длительность быстрого сна увеличилась после экзамена как по сравнению с фоновой ночью, так и по сравне-

нию с длительностью быстрого сна после экзамена студентов первой части.

4. Наконец, электрофизиологические показатели, характеризующие быстрый сон у животных, также свидетельствуют в пользу нашей гипотезы. У животных в быстром сне на электроэнцефалограмме регистрируется так называемый гиппокампальный тэта-ритм, он же характерен для всех состояний в бодрствовании, сочетающихся с поисковой активностью.

Предлагаемая нами гипотеза (в быстром сне реализуется поисковая активность, компенсирующая отказ от поиска в бодрствовании) помогает объединить представления о функциональном назначении быстрого сна у человека и животных. В экспериментах было обнаружено, что если разрушить те структуры в мозгу, которые снижают мышечный тонус во время быстрого сна, то животное начинает во сне двигаться (можно предполагать — участвует в собственных сновидениях). При этом оно ведет себя так, как будто преследует жертву или сексуального партнера, или убегает от противника, т. е. имитирует высокомотивированные действия. Вспомним, что если животных лишить быстрого сна, то в период бодрствования у них усиливается проявление сексуальности, агрессивности, обжорства. Допустимо предположение, что во время быстрого сна на психическом уровне, на уровне галлюцинаторных представлений реализуются те мотивы, которые не удалось реализовать и пришлось подавить в бодрствовании из-за необходимости приспособляться к среде.

Предложенная гипотеза дает возможность объяснить явления, связанные с эффектом лишения быстрого сна. Известно, что ни у животных, ни у человека в восстановительную ночь после одной или нескольких ночей лишения этой фазы сна не наблюдается полной ее компенсации по длительности. «Отдача» осуществляется в лучшем случае на 60%. Этому факту можно дать несколько объяснений. Возможно, что нам не удается полностью устранить сновидения, которые могут иногда присутствовать в фазе медленного сна, особенно при устранении быстрого. Тем самым уменьшается потребность в компенсации. Возможно также, что в восстановительную ночь сновидения оказываются более «насыщенными» на единицу времени быстрого сна, и потому нет необходимости в полной компенсации его длительности. Но возможно и еще одно предположение: лишение быстрого сна

у животных приводит к частичной реализации в период бодрствования тех мотивов, которые должны быть в естественном состоянии подавлены и реализованы в быстром сне, т. е. усиливается поиск в бодрствовании. У человека лишение быстрого сна, по-видимому, активизирует не только защиту по типу вытеснения, требующуюся для компенсации быстрого сна, но и другие типы защит, что приводит в конечном счете к частичному уменьшению потребности в быстром сне.

Возникает вопрос, какие же конкретные психические механизмы реализуют поисковую активность в быстром сне и сновидениях у человека. В последние годы в психологии произошла революция, связанная с открытием материальных носителей двух типов мышления: вербально-логического и образного. Существование этих двух способов переработки информации — аналитико-дискретного, использующего специальный набор знаков (букв и слов), и синтетического, использующего реальный нерасчлененный образ предмета — было известно давно, но сейчас они оказались в центре внимания. С вербальным мышлением связывают левое полушарие, а образным — правое, причем имеются серьезные основания считать, что образное мышление особенно тесно связано с творчеством. Его язык можно назвать языком только очень условно, поскольку он не может служить надежным средством передачи информации от одного субъекта другому, а является только способом переработки информации, более древним, чем речь. Когда рациональное решение ситуации с использованием логического мышления оказывается невозможным, например не удастся осуществить примирение конфликтных мотивов и установок поведения, наш мозг, по-видимому, обращается к образному мышлению. Можно предположить, что поиск во время быстрого сна осуществляется на базе невербального мышления и отражение этого поиска — своеобразная, причудливая мозаика образов и смена сюжетов в сновидениях. На сегодняшний день (а может быть, и в принципе) сказать что-либо более определенное об этом процессе не представляется возможным.

В литературе неоднократно ставился вопрос о роли сновидений в процессах творчества в связи с многочисленными сенсационными сообщениями об открытиях, совершаемых во сне (таблица Менделеева, бензольное кольцо, стихотворные и музыкальные образы и т. п.). Вопрос вполне

правомерен. Совсем недавно было показано, что лишение быстрого сна отрицательно сказывается именно на тех задачах, которые требуют творческого подхода, что доля быстрого сна увеличивается у людей, находящихся в ситуациях, требующих нестандартного решения, когда известные из прошлого опыта способы решения оказываются непригодными⁸. Эти данные можно рассматривать в пользу вывода о том, что в быстром сне как раз и решаются такие задачи и что именно в этом и заключается основная функция быстрого сна.

Мы далеки от намерений априорно отрицать этот вывод, но хотели бы обратить внимание на следующее. С точки зрения эволюции было бы в высшей степени нелогично приурочить к сну такой важный фактор приспособления к среде, как творческое мышление (сон характеризуется исключением из среды). И здесь мы подходим к нашим представлениям о роли быстрого сна и сновидений в творчестве. Задача, которая не может быть решена заранее известными методами, вызывает не только активизацию творческого мышления, но может также на определенном этапе вызывать отказ от поиска. Совершенно независимо от того, вызван ли отказ от поиска самой задачей или случайными приходящими обстоятельствами, он определенно мешает творческой продуктивности и требует компенсации, в частности в быстром сне. Эта компенсация сама по себе есть особый вид творчества, но с вполне локальными задачами. Мы не можем исключить, что параллельно со снятием пассивной реакции, в качестве побочного эффекта возникают какие-то новые ассоциации, которые могут помочь найти решение задачи, но не считаем их возникновение ни обязательным, ни решающим.

Аналогичным образом мы объясняем позитивное влияние быстрого сна и сновидений на память и обучение — как следствие устранения факторов, мешающих оптимальной работе мозга при этих процессах. Поэтому естественно, что лишение быстрого сна может отрицательно влиять на эти функции, в частности и на функции, которые обеспечиваются медленным сном.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Бассин Ф. В. ПРОБЛЕМА БЕССОЗНАТЕЛЬНОГО. М., 1968.

Бехтерева Н. П. ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАФИЯ В КЛИНИКЕ.— В кн.: Физиологические методы в клинической практике. Л., 1966.

Близиценко Л. А. ВВОД И ЗАКРЕПЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ В ПАМЯТИ ЧЕЛОВЕКА ВО ВРЕМЯ ЕСТЕСТВЕННОГО СНА. Киев, 1966.

Вейн А. М. БОДРСТВОВАНИЕ И СОН. М., 1970.

Вольперт И. Е. СНОВИДЕНИЯ В ОБЫЧНОМ СНЕ И ГИПНОЗЕ. Л., 1966.

Латаш Л. П. ГИПОТАЛАМУС, ПРИСПОСОБИТЕЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ И ЭНЦЕФАЛОГРАММА. М., 1968.

Шеповальников А. Н. АКТИВНОСТЬ СПЯЩЕГО МОЗГА. Л., 1971.

⁸ Greenberg R., Pearlman C.— Perspective in Biology and Medicine», 1974, v. 17, № 4.

Землетрясение 63 г. до н. э. на Керченском полуострове

В. Д. Блаватский

Доктор искусствоведения

Институт археологии АН СССР
Москва

Большое значение для прогноза сейсмических катастроф имеет сбор сведений о землетрясениях, происходивших в прошлом. Комплексный подход, базирующийся на изучении письменных источников и сопоставлении сообщений древних авторов с данными археологических раскопок, позволяет говорить о происшедшем в 63 г. до н. э. землетрясении на территории Крыма.

Два древних автора: живший во II—III вв. н. э. грек Дион Кассий Коккедан и писавший в первой половине V в. н. э. испанец Павел Оросий передали очень ценные сведения о грандиозном землетрясении в Северном Причерноморье. Первый из них описал последние годы правления царя Митридата VI Евпатора (132—63 до н. э.), когда, после ряда поражений в войне с Римом, от его обширных владений остались только Крым и Таманский п-ов. По словам Диона Кассия, в то время, когда в Риме были консулами Марк Цицерон и Гай Антоний, на территории Боспорского царства произошло «сильнейшее» землетрясение. Это землетрясение разрушило многие из городов, находившихся во власти Митридата¹.

Сообщение Диона Кассия дает возможность установить год, когда произошло землетрясение. Известно, что в Риме одновременно два консула назначались сроком на



Примерные границы района (обозначен штриховкой) землетрясения 63 г. до н. э. на территории Крыма.

один год. Совместное консульство Марка Цицерона и Гая Антония относится к 63 г. до н. э. Таким образом, на основании этого свидетельства землетрясение в Северном Причерноморье следует отнести к 63 г. до н. э.

Второй автор — Павел Оросий сообщил, что когда на Боспоре отмечался праздник Цереры, внезапно произошло очень сильное землетрясение, вызвавшее, как говорят, грандиозное разрушение городов и полей². Это сообщение позволяет уточнить временные границы обсуждаемого события. Масштабы разрушений,

причиненных сейсмической катастрофой 63 г. до н. э., надежнее всего показывает общий характер развалин, выявленных раскопками боспорской столицы — Пантикапея, производившихся после Великой Отечественной войны. Древний Пантикапей находился на месте нынешней Керчи. Археологические работы преимущественно велись на возвышающейся над городом довольно крутой горе, в минувшем столетии названной «Митридатовой».

Еще в древности было известно, что Митридатова гора была застроена и обрамлена

¹ Дион Кассий. Римская история, XXXVII, II, 4. — «Зап. Рус. археол. общ.-ва». СПб, 1900, т. XI, вып. 3 и 4, кн. 4, с. 616.

² Павел Оросий. История против язычников. VI, 5, 1. — «Зап. Клас. отд. Рус. археол. общ.-ва». СПб, 1906, т. II, вып. 1 и 2, с. 401.

террасами. Раскопки показали существование таких террас, во всяком случае с IV в. до н. э. до II в. н. э. (и отчасти III в. н. э.). Этими же работами установлено, что в первой половине I в. до н. э. произошли грандиозные разрушения не только всех зданий, существовавших в то время, но даже подпорных стен, сдерживавших насыпи террас.

Для восстановления разрушенного города прежде всего потребовалось заново соорудить систему террас, составлявших в то время основу планировки Пантикапея. Это вызвало очень трудоемкие обширные земляные и строительные работы, производившиеся во второй половине I в. до н. э. — I в. н. э. При этом нередко приходилось начать срыwać почти все или даже все остатки древних городских напластований, иногда глубоко врезающихся в материк.

Другим показателем сильных разрушений Пантикапея в 63 г. до н. э. является характер кладки двух стен, сооруженных в I в. до н. э. (вероятно, во второй половине столетия). Обе стены были сложены из разновременных каменных блоков, ранее принадлежавших постройкам VI—II вв. до н. э. Столь большая разновременность строительных материалов в одной кладке не наблюдалась в зданиях, сооруженных как в более раннее, так и в более позднее время.

В небольшом городке Мирмикии, находящемся в 5 км к северо-востоку от Пантикапея, при раскопках в 1950 г. были замечены следы сильного разорения, вызванного тем же бедствием.

Все сказанное позволяет заключить, что землетрясение, разразившееся в 63 г. до н. э. на территории Боспорского государства, вызвало катастрофические разрушения городов, а также, как замечает Оросий, отразилось и на полях.

Возможно, об этой же сейсмической катастрофе говорит в своем сочинении «Об удивительных явлениях» живший в середине II в. н. э. Флегонт

Тралийский³. Он сообщает о внезапном землетрясении на Киммерийском Боспоре, т. е. на берегах Керченского пролива, в результате которого осел холм, обнажились очень большие кости; из них якобы был сложен скелет животного размером более 10 м.

Попытаемся уточнить время года боспорского землетрясения в пределах 63 г. до н. э. Для этого нужно остановиться на упоминании Оросия о том, что землетрясение совпало с праздником Цереры, справлявшимся Митридатом.

Как показали результаты исследований, в пределах Боспора преобладало культивирование мягкой пшеницы (*Triticum vulgare*), а твердая (*T. durum*) применялась значительно реже. Феофраст сообщает⁴, что мягкая пшеница в припонтийских странах (а следовательно, и на Боспоре) была озимой. Равным образом и в Греции преобладало культивирование озимых пшеницы и ячменя. Конечно, сеяли там и яровые пшеницу и ячмень, но весенний посев обычно имел вспомогательное значение.

Согласно отмеченному свидетельству Оросия, землетрясение произошло в то время, когда Митридат справлял праздник Цереры. Это указание позволяет уточнить время года. Церера — латинское наименование богини Деметры, покровительницы хлебопашества. Как известно, в представлениях древних женщина, имеющая потомство, уподоблялась пашне, приносящей урожай. Поэтому большая часть праздников Деметры справлялась женщинами, причем обычно возбранялось не только какое-либо участие, но и присутствие мужчин.

Но одно очень важное сакральное действие произво-

дилось всегда жрецом. Это была священная вспашка небольшого поля, посвященного Деметре, производившаяся перед посевом. Вероятно, Митридат, являвшийся жрецом богини Деметры, выполнял свои обязанности, вспахивая поле, когда на Боспоре произошло большое землетрясение.

В Греции время работ земледельца определялось не весьма несовершенным гражданским календарем, а движением небесных светил. Так, согласно Гесиоду⁵, жившему около конца VIII в. до н. э., сев озимых нужно начинать в начале захода созвездия Плеяд (первая декада ноября). Перед этим происходила священная вспашка, после чего с началом осенних дождей приступали к севу. Таким образом, вспашка производилась примерно в конце октября.

В Северном Причерноморье, безусловно, приходилось сеять озимые значительно раньше.

По данным исторической климатологии, в V—II вв. до н. э. началось потепление, продолжавшееся до IV в. н. э.⁶ Вряд ли это потепление смогло сильно сказаться на климате 63 г. до н. э.

Все сказанное приводит к выводу, что грандиозное землетрясение в Боспорском государстве произошло в первой половине осени 63 г. до н. э.

³ Гесиод. Работы и дни. — В кн.: Вересев В. В. Эллинические поэты. М., 1929, с. 343—344.

⁶ Борисов А. А. Климатология Советского Союза. Л., 1970, с. 304.

³ Флегонт Тралийский. Об удивительных явлениях. XIX, 48. — «Зап. Рус. археол. общ-ва». СПб., 1900, т. XI, вып. 3 и 4, кн. 4, с. 511.

⁴ Феофраст. Исследование о растениях. VIII, 4, 5. М., 1951.

ОСНОВАТЕЛЬ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПЕТРОГРАФИИ

В годы первых пятилеток в геологической науке возникла новая отрасль, тесно связанная с промышленностью, — техническая петрография. Становление и развитие этой ветви петрографии тесно связано с именем академика Дмитрия Степановича Белянкина. В этом номере читатель прочтет воспоминания о Д. С. Белянкине и познакомится с развитием его идей в современной технической петрографии.

Встречи с Д. С. Белянкиным

А. В. Сидоренко



Александр Васильевич Сидоренко, академик, вице-президент АН СССР, специалист в области литологии, проблем развития и комплексного использования минерально-сырьевой базы страны. Автор работ о генетических типах континентальных отложений пустынь, о древних корках выветривания, о земной коре как части окружающей среды человека. Развивает новое направление — литология и осадочная геология древнейших метаморфических пород. Почетный доктор Горно-металлургической академии Польской Народной Республики. Президент Всесоюзного минералогического общества. Лауреат Ленинской премии. В «Природе» опубликовал статью «Осадочная геология докембрия», 1976, № 6.

Советская геологическая наука может по праву гордиться плеядой ученых — геологов, которые в годы предвоенных пятилеток вели экспедиционные и научные исследования страны и в короткие сроки 20—30-х годов превратили совершенно не исследованную в геологическом отношении страну в одну из крупнейших минерально-сырьевых баз мира. Однако о многих корифеях геологической науки теперь говорят почему-то мало и их имена изве-

стны, пожалуй, только узкому кругу специалистов. Одно из таких имен — имя академика Дмитрия Степановича Белянкина, замечательного отечественного геолога-петрографа, крупного теоретика, чьи работы были тесно связаны с практикой, основателя новой отрасли науки на грани техники и геологии — технической петрографии.

Всех, кто знал Дмитрия Степановича и работал с ним, всегда поражала широта



Дмитрий Степанович Болянкин. 11(23). VIII.1876— 20.VI.1953.



Д. С. Белянкин — студент Юрьевского университета.

его научных интересов, всесторонность изучения минерального вещества земной коры и искусственных минералов. Работы Д. С. Белянкина охватывают большой круг проблем минералогии и петрографии. Его внимание привлекали, казалось бы, диаметрально противоположные минеральные образования, начиная от экзогенных пород, как глины, и кончая классическими работами об изверженных породах и глубинных магматических процессах.

Д. С. Белянкин родился в семье священника в селе Ламаниха Вологодской губернии 11(23) августа 1876 г. Начальное образование он получил в Вологодском духовном училище и продолжил его в Вологодской духовной семинарии. Затем Дмитрий Степанович поступил на физико-математический факультет Юрьевского (Тартуского) университета, который окончил в 1901 г. со степенью кандидата химии. Прослушенный им в университете курс лекций по геологии и минералогии, прочитанный замечательным петрографом Францем Юльевичем Левинсон-Лессин-

гом, вероятно, и определил в дальнейшем его научную работу. Затем был арест за участие в студенческих выступлениях и ссылка (в тюрьме и ссылке Дмитрий Степанович перевел «Химическую минералогию» Р. Браунса) и, наконец, в 1903 г. — Петербург, Политехнический институт, где Д. С. Белянкин стал лаборантом кафедры минералогии и геологии металлургического факультета. В этом институте Дмитрий Степанович проработал 32 года, уделяя много времени не только научной, но и преподавательской работе. Ежегодно выезжал в экспедиции на Урал и Кольский п-ов, в Карелию и на Кавказ. С 1920 г. Д. С. Белянкин — профессор вновь созданной в Политехническом институте кафедры минералогии. В 30-х годах Д. С. Белянкин читает курс лекций по минералогии в Металлургическом институте, возглавляет кафедру петрографии Ленинградского химико-технического института, затем становится заместителем директора Петрографического института (ПЕТРИНа). При этом не прекращает летней экспедиционной работы на Урале и Кавказе. В 1933 г. Д. С. Белянкина избрали членом-корреспондентом АН СССР.

Вместе с ПЕТРИНом в 1934 г. переехал в Москву, где практически возглавлял работу института. Во время войны работал в Казани и на Урале. В 1943 г. Д. С. Белянкина избирают действительным членом Академии наук СССР. После возвращения в Москву Дмитрий Степанович возглавлял петрографический отдел Института геологических наук АН СССР; затем стал директором этого института, а с 1948 г. возглавил также Кольский филиал АН СССР. С 1949 г. Д. С. Белянкин возглавлял Отделение геолого-географических наук АН СССР.

Многим Д. С. Белянкин казался кабинетным ученым. Это, может быть, связано с тем, что он никогда не подчеркивал свое административное положение. На самом же деле он руководил многими научными коллективами и был очень хорошим организатором науки, умело сплачивая вокруг себя учеников. Невозможно в короткой статье даже перечислить всех тех крупных научных учреждений, которыми руководил Д. С. Белянкин, не говоря уже об огромном числе общественных комиссий, редколлегий и т. п., в которых он принимал не формальное, а деятельное участие. При такой интенсивной организационной работе, он никогда не прекращал научной деятельности. Д. С. Белянкин внес в науку поистине выдающийся



В минералогической лаборатории Политехнического института. Слева направо: И. А. Преображенский, А. С. Гинзбург, И. И. Гинзбург, Б. В. Залесский, Д. С. Белянкин (1910-е годы).

вклад. Прежде всего ему удалось много сделать в области петрографии неметаллических полезных ископаемых. Из общего числа работ Дмитрия Степановича — а их насчитывается более 400 — примерно 250 он посвятил этой теме. Следует обратить внимание на то, что это было в период, когда большая часть геологов была увлечена петрографией изверженных пород, магматизмом и связанными с ними рудными месторождениями. В то время неметаллические ископаемые были не «в моде», осадочная петрография только зарождалась.

Немало его работ посвящено проблеме генезиса магмы, процессам ее дифференциации. Д. С. Белянкин один из первых начал говорить о роли газового пере-

носа, в течение многих лет занимался проблемой поведения воды в геологических процессах, проблемой взаимодействия диабазов с гранитами, влиянием давления на минералообразование. Целая группа работ Д. С. Белянкина посвящена кремнекислоте и кварцитовым породам, — важнейшим материалам для изготовления огнеупорного кирпича. Исследования Д. С. Белянкина глин и полевых шпатов до сих пор имеют большое значение. Много лет Дмитрий Степанович изучал геологические свойства строительных материалов, обосновал методику изучения строительного камня, интересовался вопросами его долговечности и ценности.

Мы хорошо помним Дмитрия Степановича как одного из зачинателей и основателей науки о искусственном минеральном сырье — технической петрографии. В 20-е годы, когда Д. С. Белянкин начал работать с техническим камнем, казалось, что эти работы имеют лишь косвенное отношение к петрологии и вообще геологии и носят чисто прикладной, частный харак-



Группа преподавателей и студентов Политехнического института. За столом сидят: П. М. Низковский, Д. С. Белянкин, Ф. Ю. Левинсон-Лессинг, А. С. Гинзберг.

тер. Сейчас это направление выросло в самостоятельную крупную научную отрасль геологического знания, обеспечивающую многие нужды металлургии, промышленности строительных материалов. Я не буду останавливаться подробно на этой стороне деятельности Д. С. Белянкина, поскольку ей посвящена отдельная статья в этом номере журнала.

Экспедиционная работа Д. С. Белянкина была связана с нашими важнейшими горно-рудными базами, такими как Кольский п-ов, Урал, Кавказ и др. При этом, изучая местные геологические особенности пород, Д. С. Белянкин умел делать широкие общегеологические выводы.

Мне посчастливилось работать с Дмитрием Степановичем в последние годы его жизни. После смерти академика А. Е. Ферсмана он стал председателем Президиума Кольского филиала Академии наук СССР и вскоре пригласил меня быть его заместителем. Мне не было дано согласие переключиться с работ в Караку-

мах на Кольский п-ов. При этом я говорил, что у меня как литолога нет научных интересов на Балтийском щите. Помню, как Дмитрий Степанович, прищурившись, сказал: «Именно пора глазами литолога посмотреть на метаморфические толщи докембрия». После в беседах он не раз возвращался к этой проблеме. Мне кажется, что толчком в развитии нового научного направления — литология и осадочная геология докембрия — была беседа с Д. С. Белянкиным.

С Д. С. Белянкиным было приятно работать. Не чувствовалось отрыва от руководителя. Несмотря на свой преклонный возраст, а Дмитрию Степановичу было уже близко к 70 годам, он регулярно приезжал на зимние сессии на Кольский п-ов и всегда очень глубоко интересовался жизнью Кольского филиала, его научными достижениями, жизнью коллектива, у него хватало времени заслушать все научные доклады сотрудников. Его беспокоило, что первое время в филиале развивалось одностороннее только одно петрографическое и эндогенное направление. Председатель всегда стремился к тому, чтобы были тесные связи ученых с производством комбината «Апатит», медно-никелевыми предприятиями. Он, будучи беспартийным, настоятельно рекомендовал мне держать деловые контакты с Мурманским обкомом

КПСС и другими общественными организациями.

Будучи академиком-секретарем геолого-географического отделения Президиума АН СССР, он был очень занят, и тем не менее все мы, приезжая в Москву, находили у него ответы на все наши вопросы. Он очень помогал решать все наши просьбы в Совете филиалов и в Президиуме АН СССР.

Дмитрий Степанович был человек долга и обладал высоким чувством ответственности за порученное ему дело. Будучи председателем целого ряда комиссий, а также членом Комитета по Государственным премиям, он очень сильно устал. Иногда приходил с заседаний комитета глубоко за полночь, но на другой день уже был на работе в своем кабинете на Старомонетном. Несмотря на преклонные годы, Дмитрий Степанович каждый день регулярно приходил на работу (это качество, заметим, в наше время становится редкостью). Однажды летом, в конце субботнего дня, уезжая на дачу, он сказал: «Я бы очень хотел, как и многие другие, остаться на даче и поработать там, но у меня есть обязанности и эти обязанности я должен исполнять». И он их действительно исполнял.

Буквально за две или три недели до кончины Дмитрий Степанович принял меня дома. Я рассказал о наших делах. Он глубоко переживал реорганизацию геологической службы. Это был сложный период в нашей стране, когда было ликвидировано Министерство геологии, а в Академию наук передали всю работу, связанную с геологической съемкой. Д. С. Белянкин тогда считал, что это может серьезно отразиться на развитии всех геологических исследований и на расширении минерально-сырьевой базы нашей страны.

Многие представляют себе Дмитрия Степановича как человека очень обаятельного, мягкого, доброжелательного, уступчивого. Да, он таким и был. Но, когда речь заходила об основных жизненных и научных принципах, он был непреклонен.

Таким мне запомнился Дмитрий Степанович Белянкин. Вспоминая сегодня о нем, я бы хотел обратить внимание на то, что мы очень мало занимаемся историей советской геологической науки.

В текущем году, когда страна и все прогрессивное человечество мира отмечает славное 60-летие Великой Октябрьской социалистической революции, стоит вспомнить плеяду выдающихся русских ученых и естествоиспытателей, которые после ре-

волюции активно включились в экономическое, социальное и научное преобразование нашей страны, внесли существенный вклад в изучение природных ресурсов Советского Союза и особенно их минеральных богатств, заложили основы советской науки, тесно связанной с жизнью и активно влияющей на практическую деятельность. Они не отделяли науку и преподавание в высшей школе и в короткие сроки подготовили научные и производственные кадры нашей страны.

Чем больше проходит времени, тем все полнее мы осознаем научный и гражданский подвиг А. П. Карпинского, В. И. Вернадского, А. Е. Ферсмана, Ф. Ю. Левинсон-Лессинга, В. А. Обручева, И. М. Губкина, А. Н. Заварицкого, С. С. Смирнова, Ю. А. Билибина, Д. И. Щербакова.

В этой плеяде замечательных русских и советских ученых достойное место занимает и Дмитрий Степанович Белянкин.

К сожалению, на географической карте нашей страны не найдешь таких имен, как С. С. Смирнов, А. Д. Архангельский, А. Н. Заварицкий, Д. С. Белянкин. Нет этих имен ни в названиях московских улиц, ни даже в названиях тех мест, где работали эти замечательные геологи. Комиссия по геологической изученности Академии наук СССР, которая работает совместно с Министерством геологии СССР, должна, как мне кажется, обратить большее внимание на историю отечественной геологии, историю создания минерально-сырьевой базы страны, на освещение роли выдающихся геологов, ученых и производственников, в развитии науки и экономики Советского Союза. Настало время создать историю советской геологии, показать, как в короткие сроки советские геологи, не прибегая к иностранной помощи, изучили нашу страну и создали самую крупную в мире минерально-сырьевую базу для развития экономической и оборонной мощи первого в мире социалистического государства.

Роль трудов Д. С. Белянкина в развитии современной технической петрографии

В. В. Лапин



Владимир Васильевич Лапин, профессор, доктор геолого-минералогических наук, научный консультант Института геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии АН СССР. Специалист в области технической петрографии. Ученик Д. С. Белянкина.

Д. С. Белянкин в 1941 г. так писал о появлении у него интереса к петрографическому изучению технического камня: «До революции и даже в первые ее годы также и мы лично относились довольно прохладно к техническим каменным продуктам. Активный интерес наш к петрографическому их изучению возник не раньше как в середине 20-х годов, что совпадает примерно с периодом начальных успехов осуществляющейся ныне грандиозной индустриализации нашей страны»¹.

В это время объектами изучения петрографов стали различные разновидности технического камня — огнеупоры, шлаки, керамика и керамическое сырье, цемент, промышленные стекла, так необходимые развивающейся промышленности молодой республики. Уже первые работы по петрографии технического камня вы-

явили большие возможности этого нового раздела петрографической науки. Тогда же обозначились и два более или менее самостоятельных направления в использовании получаемых данных.

Во-первых, оказалось, что петрографическое изучение технического камня полезно для геологии, помогая судить о структурах горных пород и путях их формирования, и во-вторых, петрографический анализ дает возможность контролировать технологический процесс и совершенствовать технологию изготовления того или иного продукта. Успехи первого направления технической петрографии, как и развивавшейся параллельно с нею экспериментальной петрографии, хорошо известны в среде геологов. Вряд ли мы ошибемся, считая, что современные представления о природе Земли и магмаобразования в основном базируются на экспериментах, проводимых при высоких давлениях и температурах. Такого рода высокотемпературные «эксперименты», но при обычном давлении, издавна проводились в промышленности при производстве технического камня.

Д. С. Белянкин всегда стремился получать из наблюдений над микроструктурами технического камня некоторые, по его выражению, «наведения» и использовать их для параллелей с природными

Фотографии искусственных минералов сделаны Н. Н. Алексеевым в петрографическом музее Института геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии АН СССР.

¹ Белянкин Д. С. Современные успехи советской технической петрографии — основа дальнейших ее перспектив. — Труды Института геологических наук АН СССР, 1941, вып. 40, петрограф. сер., № 13.



Д. С. Белянкин и С. С. Кузнецов на полевых работах на Кавказе [1930-е годы].

процессами и породами. Например, твердые включения в шлаках и стеклах, по его мнению, попадали туда подобно ксенолитам в породы, взаимодействие жидкого стекла и шлака с огнеупорной футеровкой печей давало ему возможность сделать выводы о контактных взаимодействиях жидкой магмы с окружающими породами и др. Таким образом, работа с техническим камнем помогала Д. С. Белянкину при петрографических исследованиях горных пород, облегчая понимание процессов их минерального и структурного образования.

Менее известно в среде геологов второе направление технической петрографии, целью которого является помощь, оказываемая петрографами для развития и совершенствования промышленных про-

цессов. Именно на этом направлении мы остановимся подробнее. Напомним, что сегодня курсы кристаллографии, минералогии и петрографии введены в программу многих технических институтов, кроме того, большое число геологов привлекается к работе по технической петрографии. Крупные петрографические кабинеты и группы существуют в металлургических научно-исследовательских институтах, петрографию цемента изучают в специализированных ячейках институтов цемента и на кафедрах вяжущих материалов, минералогия и петрография огнеупоров, а также стекло и продуктов их кристаллизации широко представлена в ряде специализированных институтов огнеупорной и стекольной промышленности. С петрографами неизменно советуются по вопросам усовершенствования производства, изыскания новых материалов и повышения эффективности существующих.

А начиналась эта работа с проведения консультаций и краткосрочных курсов для работников промышленности, регулярно



Разъединение шамотного пода стекловарной печи.



Динас из шлакового колодца стекловарной печи.

организуемых, начиная с 30-х годов в институтах АН СССР, главным образом благодаря трудам Д. С. Белянкина.

Первые работы Д. С. Белянкина, относящиеся к технической петрографии, появились в начале 20-х годов². Они были посвящены полиморфизму кремневой кислоты и микроскопии плавленного алунда (корунда)³. Характерно, что эти работы не были эпизодом, а обе получили развитие в сериях работ по минералогии кварцитовых огнеупоров (так называемого

динаса), с одной стороны, и микроструктурам корундовой керамики, с другой, и оказали помощь металлургической и силикатной промышленности.

В самом начале своей деятельности в области технической петрографии Ф. С. Белянкин столкнулся с традиционным использованием в промышленности при расчетах технологических процессов и составлении шихт чисто эмпирических, часто научно необоснованных формул и коэффициентов, характеризующих лишь химическую сторону процессов и только валовый химический состав получаемых продуктов.

Дмитрию Степановичу, к тому времени уже крупному специалисту-петрографу, была совершенно ясна необходимость обязательного учета не только (и часто не столько) химического, но и фазового состава и структуры технического камня, которые целиком определяют те или иные ценные его свойства.

Д. С. Белянкин убеждал технологов

² Белянкин Д. С. К полиморфизму кремневой кислоты. Доклад сделан в петрографической секции Геологического комитета 16 января 1920 г., опубликован в «Известиях Геологического комитета», 1924, т. 43, № 9; Белянкин Д. С. К микроскопии алунда. Л., 1921, Главсिलкат, № 6—7.

³ Корунд — минерал, безводный глинозем Al_2O_3 . Искусственные корундовые материалы получают при плавлении бокситов и другими способами.



Натеки кристобалитовый на динасе из стекловаренной печи.



Динасовый огнеупорный кирпич из свода мартеновской печи.

не только доводами, но и конкретными примерами своих исследований технического камня, и в первую очередь динасового огнеупора, имеющего весьма простой химический состав: 98% SiO_2 и 2% CaO .

В 30-х годах в мартеновских цехах Ижорского и Балтийского заводов технологи столкнулись с неразрешимой загадкой: отечественный динас при высоких температурах трещал и разваливался. Решили, что причина в низком качестве динаса, и выписали динас из Англии. Выглядел он великолепно, был белоснежным и мраморовидным, однако также разваливался при высоких температурах, как и менее красивый отечественный. Дмитрий Степанович, тщательно изучив под микроскопом различные динасы, установил наличие в них различных модификаций кремнеза, как полезных, так и вредных для их службы в мартеновских печах. Он же дал технологам и практические советы, как создать такие условия изготовления этого

огнеупора, которые бы учитывали конкретные полезные свойства модификаций кремнезема и тем самым обеспечивали высокое качество динаса при использовании его в металлургических печах.

В настоящее время требования к качеству огнеупоров растут все быстрее в связи с намечающимся укрупнением плавильных агрегатов в черной металлургии и расширением использования кислородного дутья. В Кривом Роге построена самая крупная в мире доменная печь объемом 5 тыс. м^3 . Укрупняются и другие агрегаты — конверторы, электропечи и др. В таких крупных печах растут температуры, усиливается воздействие печной пыли, расплавов и газов. Петрографы должны дать производственникам на основе знания физико-химических свойств элементов, окислов и их комбинаций рекомендации для получения прочных и химически стойких огнеупоров. Теоретические и практические исследования Дмитрия Степановича в области фазового анализа и струк-

тур главных типов огнеупоров помогали и до сих пор помогают в решении этой проблемы. Так, в последнее время были предложены огнеупоры с «прямой связью» минеральных зерен, входящих в состав огнеупоров,— периклаза, шпинелей, хромшпинелида. Непосредственное, без легкоплавких и химически менее стойких прослоек, соприкосновение высокотемпературных минеральных зерен друг с другом задерживает проникновение в глубь огнеупора агрессивных агентов и удлиняет срок службы огнеупорной облицовки печей. Для получения таких огнеупоров необходимо повышать требования к чистоте минерального сырья и к его обогащению.

Совсем недавно технологи, при участии петрографов, разработали новый вид огнеупора — периклазшпинельный, обладающий повышенной химической и температурной стойкостью. В работе были использованы данные Д. С. Белянкина и Н. Л. Дилакторского, относящиеся к 1932 г. Этот огнеупор в сталеплавильной печи оказался значительно более (на 20—30%) стойким по сравнению с применявшимися до сих пор.

Сегодня помощь петрографов металлургии не ограничивается исследованиями огнеупоров. В Институте металлургии АН СССР Т. Я. Малышевой и В. Я. Лядовой проведены работы, помогающие улучшить подготовку железных руд к плавке. Изучение области стабильности компонентов сырья для плавки — магнетита, гематита и тройного феррита кальция — позволило сотрудникам этого института определить параметры сырья с прогнозированным оптимальным минеральным составом, обеспечивающим максимальную производительность восстановительно-тепловых агрегатов и высокие свойства металла. Эти данные помогают улучшить качество агломератов и так называемых железорудных окатышей — спекшихся шариков из железной руды. Загруженные в доменную печь, они свободно пропускают нагретые газы, восстанавливающие металл из руды. В начале января 1977 г. на КМА пущена первая очередь шестой в СССР и самой крупной в мире по проектной мощности фабрики по производству окатышей из окомкованных железных руд. Окатыши позволяют исключить из производства процесс превращения концентрата в агломерат и значительно сократить время прохождения пути от руды до металла. Таким образом осуществляется записанное в решениях XXV съезда КПСС

увеличение производства окатышей в текущем пятилетии.

Серия работ Д. С. Белянкина по микроструктурам корундовой механики также получила дальнейшее развитие. Необходимо в связи с этим остановиться на вопросе о минерализаторах при производстве подобной керамики и на так называемой стеклоцементной керамике. Еще в 1936 г. Д. С. Белянкин изучил минерализующую роль таких веществ, как криолит, $B(OH)_3$ и $AlCl_3$, в процессе получения искусственного корунда. Введением хлорного железа в качестве минерализатора удалось получить самый хороший продукт, не уступающий по микроструктуре и свойствам высококачественному немецкому зинтер-корунду. Эта работа Д. С. Белянкина послужила основой при разработке во время Великой Отечественной войны 1941—1945 гг. технологии получения корундовых изоляторов запальных свечей авиационных моторов.

Тесно связаны работы Д. С. Белянкина по корундовой керамике и с вопросами получения стеклоцементной керамики, изготовляемой на основе кристаллической фазы (корунд и др.), зерна которой связаны тем или иным количеством стекла. Когда началась теоретическая и практическая разработка такой керамики, очень многие специалисты высказывали сомнения в практической ценности этого нового типа керамических материалов. В печати была проведена дискуссия по этому вопросу, некоторые специалисты указывали, что стеклокорундовая керамика не может выдерживать высоких температур, так как более легкоплавкая, чем корунд, стекловидная связка вытечет и прочность изделия потеряется.

Д. С. Белянкин в ряде своих работ по микроструктурам корундовой керамики показал, что высказывавшиеся опасения не основательны, что стекловидные пленки определенного состава хорошо цементируют зерна корунда и при весьма высоких температурах. Эти его работы заслуживают особого упоминания, если учесть, что на них в известной мере основаны технология стеклокристаллических материалов, а затем и промышленное получение ситаллов.

Ситаллы — новый тип материалов — получают при тонкозернистой кристаллизации стекол, причем кристаллизация осуществляется за счет разделения однородной жидкости (или стекла при метастабильной ликвации) в определенном температурном интервале на две несмешива-

ющихся жидкости (или два различных по составу стекла), находящихся в тесном и весьма тонком взаимном прорастании, или за счет катализированной кристаллизации. Последняя возникает, например, при введении в расплав труднорастворимых примесей, легко выпадающих при понижении температуры в виде мелких кристалликов, служащих затравками. Весьма мелкие кристаллики различных соединений, образующихся в ситаллах и прочно сросшихся между собой как непосредственно, так и через тончайшие пленки стекла, обуславливают необычно высокие механические, термомеханические и иные свойства ситаллов.

Некоторые исследования Дмитрия Степановича и его сотрудников по петрографии различных металлургических и топливных шлаков осветили минеральный состав и структуры некоторых малоизученных разновидностей шлаков, например ферровольфрамовых, феррохромовых, феррованадиевых, сланцево-зольных и др., а также позволил ему предложить петрографические методы контроля за ходом процесса выплавки мартеновской стали и за качеством быстротвердеющего глиноземистого цемента.

Начатые еще в 1930-е годы работы Д. С. Белянкина по изучению металлургических шлаков также получили в дальнейшем развитие. В те годы, чтобы получать оптимальные по плавкости и вязкости шлаковые расплавы, Д. С. Белянкин рекомендовал металлургам применять методы расчета шлаков, образующихся в металлургических процессах, с учетом не только их химического, но и фазового состава.

Во время Великой Отечественной войны Д. С. Белянкин с сотрудниками провел исследования высокоглиноземистых доменных шлаков Урала, имевших большое оборонное значение. Эти доменные шлаки быстро твердели и достигали максимальной прочности за очень короткие сроки. Таким образом, был получен быстротвердеющий цемент, незаменимый в условиях фронта.

Исследования Д. С. Белянкина и его учеников, совместно с технологами-строителями и металлургами, позволили установить возможность использования отвальных шлаков для получения разнообразных строительных материалов. Однако темпы использования отвальных шлаков в нашей стране до сих пор явно недостаточны (используется примерно половина шлаков).

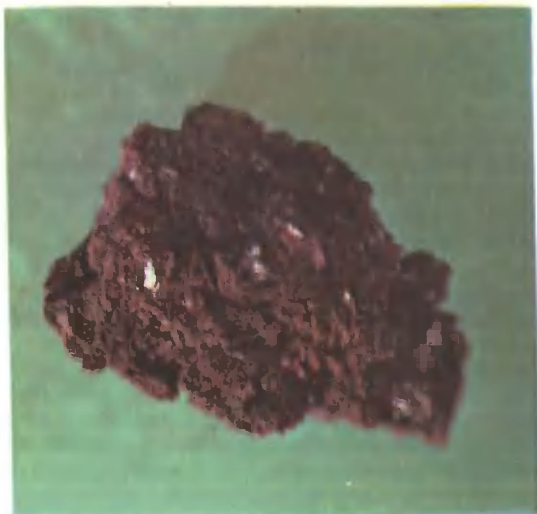
Насколько эффективным может быть такое использование, видно на примере

металлургического завода «Азовсталь». Полная реализация шлаков на этом заводе дала ему в 1972 г. 7,5 млн руб., что составило примерно 10% всей прибыли завода, а таких заводов в СССР десятки. При полной переработке всех доменных и сталеплавильных шлаков для нужд народного хозяйства может быть получен экономический эффект порядка 350—400 млн руб. Полностью используется шлак и на соседнем с Азовсталью заводе им. Ильича. В связи с этим на XXV съезде КПСС в «Основные направления развития народного хозяйства СССР на 1976—1980 годы», был включен пункт об увеличении переработки доменных и сталеплавильных шлаков.

Следует иметь в виду также и экологическое значение изучения шлаковых отвалов, засоряющих окружающую среду вредными газами и пылью. Шлаковые отвалы, как известно, занимают большие пространства около давно существующих металлургических заводов, сейчас проводятся исследования для выяснения пригодности таких отвалов, например, в качестве оснований при сооружении на них производственных зданий. Для решения этого вопроса один из институтов Госстроя СССР обратился в Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии АН СССР с просьбой провести петрографическое изучение отвальных шлаков Череповецкого металлургического комбината, которое и было осуществлено в 1976 г.

Среди установленных нами в череповецких шлаках минералов особого внимания заслуживает двухкальциевый силикат, который может отрицательно влиять на механическую прочность камня. Дело в том, что при переходе высокотемпературной полиморфной его модификации в низкотемпературную гамма-модификацию, он сильно (до 12%) изменяется в объеме. Этот переход часто сопровождается рассыпанием шлака в порошок при его охлаждении.

Однако оказалось, что в череповецких образцах прочность не нарушается. Это обусловлено стабилизацией высокотемпературных модификаций двухкальциевого силиката при вхождении в структуру мартеновских шлаков железа и фосфора (это так называемое «кристаллохимическое торможение» полиморфного превращения). В доменных шлаках наблюдалось «механическое торможение» полиморфного перехода, так как гексагональные кристаллы высокотемпературной формы



Шлак от выплавки металлического хрома.



Сростки марганцевой шпиннели из шлака от выплавки марганцевого сплава.

двухкальциевого силиката плотно окружаются стеклом, в свою очередь зажатые внутри растущих кристаллов мелилита⁴.

Обнаружены были и некоторые вторичные изменения при выветривании шлаков в отвалах.

Конечно, подобные исследования должны быть проведены и на других заводах, шлаки которых имеют состав, отличающийся от шлаков череповецкого комбината. В результате станет ясно, можно ли строить производственные сооружения на заводских шлаковых отвалах.

На прилагаемых рисунках демонстрируются примеры изучавшихся Д. С. Белянкиным разновидностей технического камня: шлаков черной и цветной металлургии, различных огнеупоров после их служ-

бы в металлургических и стекловарных печах.

Из наших экспериментальных исследований шлаков, проводившихся ряд лет и законченных в 1974 г., назовем работу В. В. Лапина, И. П. Солововой о природе твердых растворов в минералах группы мелилита и по явлениям частичного их распада. Установлено, что кобальт (Co^{2+}) способен полностью, а никель (Ni^{2+}) и марганец (Mn^{2+} и Mn^{3+}) лишь частично входить в структуру мелилита, что представляет, например, интерес при выяснении вопроса о возможных потерях никеля и кобальта с шлаковыми фазами при производстве этих металлов, а также при выяснении возможности применения отвалных мелилитовых шлаков для получения различных строительных материалов; интересны эти данные также и для познания природных мелилитов и мелилитсодержащих пород.

Другим примером взаимосвязи изучения технических и природных образова-

⁴ Мелилит — минерал, силикат кальция, магния и алюминия переменного состава. Встречается в горных породах и обычен в шлаках.



Монокристаллы периклаза, полученного плавкой в электрической печи.



Фаялит из шлака медеплавильной печи.

ний является проводимое в настоящее время В. В. Лапиным, Н. И. Овсянниковой и И. П. Солововой в развитие предыдущих исследований Д. С. Белянкина по форстеритовым и хромитовым огнеупорам экспериментальное изучение процессов кристаллизации и ликвации в составах, отвечающих природным хромитовым рудам.

Касаясь дальнейших перспектив развития технической петрографии, следует отметить, что эти перспективы весьма благоприятны, поскольку они непосредственно обусловлены все возрастающими темпами развития нашей промышленности, и в частности металлургической и силикатной. Здесь речь идет не только о количественной стороне дела, т. е. увеличении объема минералого-петрографических исследований существующих видов технического камня, но и в особенности об участии петрографов в повышении эффективности и качества этого камня и в разработке новых его разновидностей, способных удовлетворить все усложняющиеся запросы.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Академик Белянкин. ИЗБРАННЫЕ ТРУДЫ. М., 1956.

Белянкин Д. С., Иванов Б. В., Лапин В. В. ПЕТРОГРАФИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО КАМНЯ. М., 1952.

ИДЕИ АКАДЕМИКА Д. С. БЕЛЯНКИНА В ОБЛАСТИ ПЕТРОГРАФИИ И МИНЕРАЛОГИИ И ИХ ДАЛЬНЕЙШЕЕ РАЗВИТИЕ. М., 1971.

Лапин В. В., Рашин Г. А. СОВРЕМЕННЫЕ ЗАДАЧИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПЕТРОГРАФИИ И ЕЕ РОЛЬ В НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОМ ПРОГРЕССЕ. В сб.: Эксперимент в области технического минералообразования. М., 1975.

Роль иммунитета в селекции растений

Ю. Т. Дьяков



Юрий Таричанович Дьяков, доцент кафедры низших растений биологического факультета Московского государственного университета. Работает в области генетики и физиологии фитопатогенных грибов и иммунитета растений.

Прежде чем познакомить читателя с проблемами, стоящими сегодня перед фитопатологами и селекционерами, остановимся немного на самом понятии фитоиммунитета и на его отличиях от иммунитета животных и человека.

Невосприимчивость растений к возбудителям болезни и продуктам их жизнедеятельности проявляется в устойчивости и выносливости растений и обусловлена генетически. Отсутствие у растений иммунных тканей, вырабатывающих антитела, и гуморальной системы ограничивает использование приобретенного иммунитета, ставшего ведущим в защите человека от ряда инфекционных заболеваний. Вместе с тем перенесение основного внимания с заботы об индивидууме на заботу о популяции дает фитопатологу невиданные в медицине и ветеринарии возможности использования природного иммунитета. В отличие от медика, растениевод может заражать практически неограниченное число растений и отбирать единичные выжившие; путем межвидовых и даже межродовых скрещиваний он может переносить в культурные сорта гены устойчивости к болезням из диких видов, имеющих благодаря длительной эволюции высокий уровень устойчивости. Поэтому селекция на устойчивость к болезням имеет длительную историю и большие успехи.

Однако, как это бывает обычно, широкие возможности в выборе путей к созданию иммунитета толкнули селекционеров и фитопатологов на самый легкий и быстрый путь — выделение абсолютно непоражаемых растений и перенесение генов их устойчивости на коммерческие сорта. Сочетание устойчивости к болезням с другими хозяйственными качествами привело к широкому распространению этих сортов. Выращивание на огромных площадях иммунных растений вызвало, в свою очередь, большие изменения в популяциях паразитических организмов, в частности грибов. Существовавшие ранее расы паразитов сменялись новыми расами, которые оказывались вирулентными и для прежде иммунных сортов.

Наряду со сменой расового состава грибов обеднялась их популяция. Устойчивость к разным заболеваниям у обычных неиммунных сортов культурных растений обусловлена многими генами, в связи с чем популяция паразита полиморфна по генам вирулентности. Конкурентные взаимоотношения между расами патогенов делали ее устойчивой, не давая возможности отдельным расам грибов вытеснять другие. Присутствие одного и того же гена устойчивости у сортов, выращиваемых на огромных площадях, наоборот, выравнивает популяцию паразита, в которой многочисленные

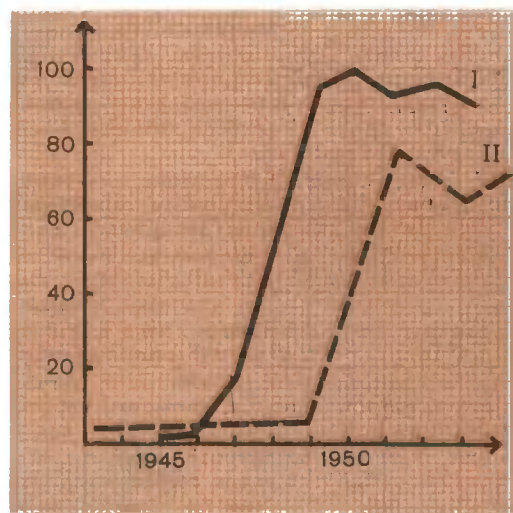
прежние расы не могут существовать, а отдельные вирулентные расы в отсутствие конкуренции и при наличии растений с одинаковым генотипом накапливаются до угрожающего уровня. Поэтому в годы с благоприятными для развития болезни погодными условиями возникают массовые поражения — эпифитотии, уничтожающие не только годовой урожай, но и многолетние усилия селекционеров. Яркой иллюстрацией этому служит история североамериканских сортов пшеницы и овса за последние 50 лет¹.

Один из первых иммунных к стеблевой ржавчине сортов мягкой пшеницы Церес был выведен в 1926 г. и вместе с сортами, выведенными на его основе (потомки сорта), занял большие площади в Северной Америке. Через два года фитопатологи обнаружили новую расу ржавчины, поражающую Церес. К 1934 г. эта раса стала преобладающей в популяциях, а в 1935 г. вызвала гибель иммунного сорта на больших площадях. На смену сорту Церес пришел сорт Хоун и его потомки. Однако в 1939 г. появилась вирулентная и для них раса, уничтожившая в начале 50-х годов 25% посевов этих сортов.

Болезни послужили также основной причиной, вызвавшей два крупных поворота в селекции овса в США². В послевоенные годы там широко распространились сорта, созданные на основе сорта Виктория. Наряду с хорошими хозяйственными качествами Виктория была иммунна к экономически наиболее важной болезни овса — корончатой ржавчине. В 1945 г. потомки этого сорта занимали, например, в штате Айова 92% площадей под овсом. Однако ген устойчивости к ржавчине одновременно делал растения сильно восприимчивыми к ранее неизвестной болезни овса — гельминтоспориозному ожогу. С распространением потомков Виктории значительно участился гельминтоспориоз, потери от которого за два года выросли с 5 до 32%, после чего сорт Виктория уступил место сорту Бонд. Площади под потомством сорта Бонд стали молниеносно увеличиваться. Только один потомок сорта Бонд Клинтон занимал в США в 1950 г. 75% всех площадей под овсом! Такое по-

всеместное выращивание привело к перераспределению рас паразита, и вирулентная для сорта Бонд раса уже в 1953 г. составила 80% всех выделенных в США изолятов корончатой ржавчины.

В нашей стране известный селекционер П. П. Лукьяненко в 1967 г. вывел сорта пшеницы Аврора и Кавказ, иммунные к стеблевой, бурой и желтой ржавчинам. Сочетание иммунитета к важнейшим болезням с высокой продуктивностью вызвало широкое распространение этих сортов в Краснодарском крае и других районах



Зависимость накопления рас возбудителя корончатой ржавчины от распространения восприимчивых и иммунных сортов овса в штате Айова (США). По оси абсцисс — годы; по оси ординат — проценты площадей овса, занятых под сортами, которые выведены с участием сорта Бонд, и проценты рас, поражающих сорт Бонд, в полевых популяциях паразита: 1 — сорта овса, 2 — расы возбудителя ржавчины.

выращивания озимой пшеницы. Вскоре после выведения этих сортов в ряде мест были обнаружены вирулентные расы возбудителя бурой ржавчины, от которых в 1972 г. в Краснодарском крае сильно пострадали новые сорта.

Повторение подобных случаев привело к поиску новых путей селекции. Один из них — использование так называемой горизонтальной устойчивости. Давно известно, что растения обладают по крайней мере двумя формами устойчивости³, названными Я. ван-дер Планком верти-

¹ Стекмен Э., Харрар Дж. Основы патологии растений. М., 1959.

² Browning A., Frey K. J. Multiline cultivars as a means of disease control. — «Ann. Rev. Phytopathol.», 1969, v. 7.

³ Планк Я. ван дер. Болезни растений. М., 1966.

кальной и горизонтальной. Вертикальная, или качественная, устойчивость характеризуется, как правило, полным иммунитетом, но преодолевается вирулентными расами. Этот тип устойчивости управляется олигогенами, или главными генами, ибо наличие одного только гена может сделать сорт из сильно поражаемого полностью устойчивым. Вероятно, в связи с моногенным контролем устойчивости в популяциях паразита часто возникают мутанты, способные поражать такие сорта. Если новый сорт отличается от старого одним геном устойчивости, то новая раса гриба, поражающая его, отличается от старых также только одним геном вирулентности. Поскольку над каждым гектаром посевов находятся миллиарды спор грибов-паразитов, среди них всегда возникают мутанты по многим генам.

Вторая форма устойчивости — горизонтальная, или количественная, характеризуется разной степенью восприимчивости к болезни. При такой форме устойчивости обычно растение не бывает абсолютно иммунным, а поражается в слабой степени и поэтому даже в благоприятные для развития болезни годы может сформировать удовлетворительный урожай. Эта устойчивость контролируется большим числом генов, каждый из которых не дает почти никакого видимого фенотипического эффекта, но общее их число определяет степень поражаемости. Чем больше таких генов, тем выше устойчивость. Возможно, в связи с полигенным контролем горизонтальная устойчивость гораздо стабильнее и универсальнее вертикальной, ибо она проявляется в равной степени ко всем расам паразита.

Селекция на вертикальную устойчивость технически проще и на первый взгляд эффективнее, ибо легче перенести из донора устойчивости в культурный сорт один ген, чем накапливать много генов. Растения с геном, придающим четкие признаки, легко отобрать в расщепляющемся гибридном потомстве и т. д. Однако когда стала ясна порочность селекции только на вертикальную устойчивость, селекционеры обратили внимание и на горизонтальную. Хотя селекция на горизонтальную устойчивость значительно сложнее, уже создано много сортов картофеля, кукурузы и других культур, имеющих горизонтальную устойчивость к опаснейшим болезням. Однако направление современной селекции входит подчас в противоречие с повышением уровня горизонтальной (неспецифической) устойчивости.

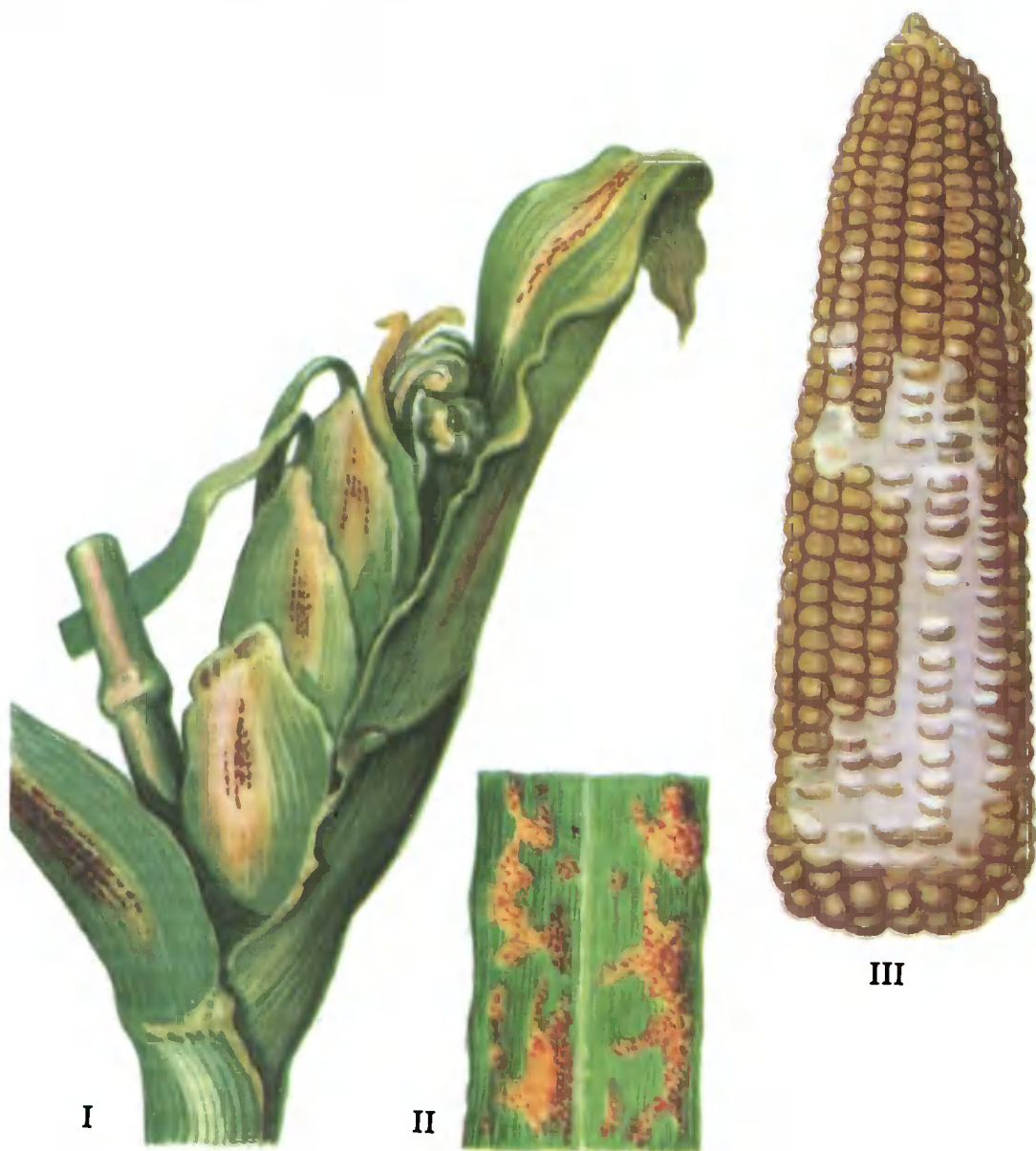
ТЕНДЕНЦИИ СОВРЕМЕННОЙ СЕЛЕКЦИИ

Как известно, последнее десятилетие ознаменовалось выдающимися успехами в селекции растений, широким использованием в практике достижений генетики, физиологии растений, биохимии. Все это позволило селекционерам приступить к созданию сортов, обладающих высокой фотосинтетической способностью, оптимальным соотношением вегетативной и репродуктивной частей, высокой отзывчивостью на почвенное питание, накоплением веществ, имеющих пищевую ценность, лишенных ядовитых или плохо усвояемых соединений и пр. Внедрение таких сортов привело к резкому росту урожаев, особенно в развивающихся странах, где с ними связана так называемая «зеленая революция». Однако замена местных малопродуктивных сортов-популяций новыми высокопродуктивными чистолинейными сортами нарушило природный баланс между растениями и их паразитами. В основе нарушения лежат две главные причины.

Первая причина связана с так называемой селекцией на качество.

В последние годы одной из основных задач селекционеров стало изменение химического состава растения. При такой селекции важен не просто рост урожая, но и увеличение содержания определенных химических веществ в урожае. В природе оптимальное для растения количество питательных веществ регулируется естественным отбором. Селекционер же ведет отбор на максимальное содержание нужных ему веществ. Однако богатство белками с незаменимыми аминокислотами, витаминами и другими соединениями полезно не только для тех, ради кого растения выращиваются, — человека и сельскохозяйственных животных, но и для армии паразитов и хищников, живущих за счет растений. Недавно даже предложен метод определения незаменимых аминокислот в белке зерна по анализу личинок шкурок личинок мучного хрущака, питавшихся этим зерном⁴. И вот получается, что при селекции растение теряет такой важный фактор, как неспецифическая устойчивость. Уже появились данные, что мутан-

⁴ Davis I. R. Good protein? Ask the Yellon mealworm. Canada Agriculture, 1973, v. 18, № 4.



Некоторые болезни кукурузы: I — северный гельминтоспорноз (возбудитель *Helminthosporium turcicum*), II — ржавчина (возбудитель *Raccinia maydis*), III — фузариоз початков (возбудитель *Fusarium moniliformae*).

Рисунок Л. С. Новикова.

ты кукурузы, имеющие большое количество лизина, легко поражаются грибными возбудителями гнилей семян и початков, и поэтому для их сохранения необходима

быстрая уборка и тщательное просушивание.

Повышая питательную ценность растений, мы лишаем подчас их и другого оружия — вторичных метаболитов. Для ряда сельскохозяйственных культур селекционеры стремятся снизить содержание веществ, ухудшающих пищевые качества: алкалоидов, гликозидов, фенолов и др. Однако эти вещества играют немалую роль в иммунитете растений, обеспечивая

неспецифическую защиту против многих патогенов. Например, гликозиды злаков из группы бензоксизалинов защищают рожь от снежной плесени, пшеницу от стеблевой ржавчины, кукурузу от гельминтоспориоза и стеблевого мотылька. Фенол хлопчатника госсипол и продукты его распада отвечают за устойчивость к хлопковой совке, вертициллезному вилту и др. В США недавно были получены безгоссипольные мутанты хлопчатника. Это — выдающееся достижение, позволяющее включить в пищевой рацион высококачественную белковую пищу — хлопковые семена. Однако для промышленного выращивания этих мутантов необходимо сначала решить проблему борьбы с хлопковой совкой, которой они поражаются очень сильно. Такая же ситуация сложилась и в селекции люпина. Это высокоурожайное бобовое растение обогащает почву азотом, однако не может быть использовано на корм из-за высокого содержания токсичного алкалоида. Отсюда и название люпина — волчий бобы. Еще в 30-х годах были получены безалкалоидные мутанты люпина, но широко их применение тормозится сильным поражением фузариозом и вирусами, насекомые-переносчики которых охотно питаются лишенными алкалоида листьями.

Из животноводства мы знаем много примеров выведения беспомощных уродов, все свойства которых направлены на службу человека. Таковы, например, коротконогие анконские овцы, облегчающие жизнь пастухам, или бесперьевые мутанты кур, которых не надо ощипывать. Нечто подобное, хотя и менее наглядно, происходит сейчас в растениеводстве. Но ведь для того чтобы защищать коротконогих овец от хищников, существуют пастухи и овчарки, а идея получать голых цыплят возникла после создания системы промышленного бройлерного птицеводства. Беспомощные же для патогенов растения выводятся на фоне растущего беспокойства по поводу насыщения среды ядохимикатами и стремления ограничить применение пестицидов.

Нарушение природного равновесия между растениями и патогенами связано также с сужением генетической основы. При современной селекции и наличии международных связей селекционеры отдельные гены, придающие растениям желательные свойства, распространяются глобально. Хотя большинство этих генов непосредственно не связано с восприимчивостью к болезням, они могут влиять

и на иммунитет растений. Кто мог, например, ожидать, что цитоплазматическая мужская стерильность (ЦМС) техасского типа сделает кукурузу высокоустойчивой к южной гельминтоспориозной гнили и филлостиктозу — болезням, ранее настолько незначительным, что о них не упоминалось во многих учебниках по фитопатологии. Мужская стерильность лишает растения возможности самоопыления и тем самым облегчает получение высокоурожайных гетерозисных гибридов. Поэтому в США линии кукурузы, имеющие ЦМС, доминировали в посевах. К сожалению, почти все они получили фактор мужской стерильности из одного источника (техасский тип), который оказался сильно восприимчивым к Т-расе возбудителя южного гельминтоспориоза. Накопление этой расы привело к эпифитотии 1970 г., которая вызвала огромный недобор урожая кукурузы на сумму около 1 млрд долл. После этого селекционеры серьезно задумались о возможных последствиях широкого использования отдельных генов.

Можно привести несколько примеров таких глобально распространяющихся генов. Это гены отсутствия волосков у фасоли, высокого содержания лизина у кукурузы и ячменя, мужской стерильности у кукурузы и пшеницы, карликовости у риса и пшеницы, односторонности у сахарной свеклы и др.

Сейчас можно уже сказать, к чему приведет или уже привело повсеместное распространение некоторых из этих генов, влияние других трудно предсказать. Техасский тип ЦМС кукурузы вызвал эпифитотию гельминтоспориоза в Америке. Укорочение соломины пшеницы изменяет форму листа, что приведет к восприимчивости растений к болезням, возбудители которых передаются дождевыми брызгами — ринхоспориозу и септориозу. В Индии распространение короткостебельных пшениц стало причиной вспышки ринхоспориоза, — болезни, не имевшей ранее экономического значения. Выращивание карликовых и полукарликовых пшениц повлечет за собой увеличение использования азотных удобрений, что может усилить вред от мучнистой росы и ржавчины. Вместе с тем прочный стебель может защитить растения от церкоспореллезной ломкости стеблей и некоторых насекомых-вредителей. Линии сорго и пшеницы с ЦМС оказались сильно восприимчивыми к болезням, возбудители которых передаются через цветки, — к спорынье и пыльной головне, ибо при неполном пе-

рекрестном опылении цветки долго остаются открытыми. Повышенное содержание лизина делает кукурузу чувствительной к фузариозу початков и т. д. Следовательно, новые веяния в селекции создают новые проблемы, которые из местных переходят в разряд глобальных.

Таким образом, новые тенденции в селекции ряда культур потребуют дополнительных мероприятий по защите растений и дополнительных улучшений новых сортов. Если раньше опасность состояла в том, что на больших площадях в пределах страны выращивались сорта с одинаковыми генами устойчивости, то сейчас, наряду с сохранением единообразия по генам устойчивости, сорта на огромных площадях становятся единообразными и по другим генам, которые могут весьма серьезно и неожиданно повлиять на поражаемость болезнями и вредителями. Поэтому проблема поддержания генетического разнообразия, создания сортовой популяции, частой сортосмесы стоит сейчас очень остро и значительно усложняет работу по конструированию сортов с оптимальными свойствами.

Таким образом, выдающееся достижение селекции — чистотинейная селекция — входит в противоречие с биологическими особенностями сорта как компонента экосистемы.

Покорблен и другой, казавшийся незыблмым принцип — выведение абсолютно непоражаемых сортов. Слишком часто такая невосприимчивость оказывалась эфемерной. Случилось это потому, что утилитарный взгляд на сорт вошел в противоречие с требованиями к сорту как к определенной экологической нише. Утилитарная задача — получить абсолютно непоражаемый сорт — может оказаться не только практически не осуществимой, но и теоретически порочной. Растение, культурное или дикое, является экологической нишей, определяющей существование ряда взаимно связанных организмов (консортов) ризосферы в почве и филлосферы над почвой. Исчезновение какого-либо из членов этого ценоза может вызвать перераспределение ролей других.

Этот вопрос, к сожалению, слабо обсуждается фитопатологами, тем не менее нельзя исключить его значения в появлении новых болезней. Ведь тот факт, что широкое распространение сорта, имеющего вертикальную устойчивость против важнейшей болезни, обычно кончается или появлением новой расы или выдвиганием на первый план новой болезни, ранее

неизвестной или не имевшей экономического значения. В начале нашего века в Канаде был выведен прекрасный сорт мягкой пшеницы Маркиз, и, по свидетельству американского фитопатолога Э. Стекмена, сразу же на опытную станцию посыпались запросы о «новой болезни» (фузариозе колосьев), поражающей только этот сорт. Заболевание это ранее встречалось столь редко, что большинству фермеров оно было попросту неизвестно... На сорте Маркиз ранее второстепенное заболевание оказалось вдруг в числе самых главных болезней. В то же время такие распространенные заболевания, как твердая головня, потеряли свое бывшее значение. Другой пример — история отечественного подсолнечника⁵. При введении его в культуру в прошлом веке главным препятствием расширения посевных площадей была ржавчина, попавшая в Россию вместе с культурой подсолнечника из Америки. В результате народной селекции были созданы местные сорта, слабопоражаемые ржавчиной. Затем появилась проблема повреждения семян огневкой (подсолнечной молью), перешедшей на новую культуру с диких сложноцветных. Создание панцирных сортов устранило и это препятствие, однако с полны на подсолнечник перешел цветковый паразит зарази, урон от которой сделал выращивание подсолнечника во многих районах экономически невыгодным. Борьба селекционеров с заразой продолжается уже 50 лет, однако и сейчас появляются сообщения о новых расах зарази, поражающих ранее устойчивые сорта. Усилиями Г. В. Пустовойт, получившей межвидовые гибриды с дикими американскими видами подсолнечника, были созданы сорта, устойчивые к этой болезни. Однако вскоре появились потери от новой для подсолнечника болезни — белой ржавчины и от гелихрисовой тли. Были созданы иммунные к этим патогенам гибриды, но и они недавно пострадали от пепельной гнили — заболевания, не имевшего ранее экономического значения. Как видно, селекция подсолнечника — это непрерывная борьба не только с новыми расами, но и с новыми видами фитопатогенов.

Таким образом, можно сказать, что

⁵ Гешеле Э. Э., Пустовойт Г. В. Генетические основы селекции подсолнечника на иммунитет. — В сб.: Генетика и селекция болезнестойчивых сортов культурных растений. М., 1974.



Некоторые болезни зерновых культур: I — корончатая ржавчина овса (возбудитель *Puccinia coronata*), в центре показаны увеличенные фрагменты пораженного стебля; II — стеблевая ржавчина ржи (возбудитель *Puccinia graminis* f. sp. *secalis*); III — фузариоз колоса пшеницы (возбудители *Fusarium* spp.).

Рисунок Л. С. Новикова.

хотя выведение иммунных сортов вряд ли служит причиной появления новых болезней растений, но исчезновение распространенных рас патогенов освобождает место для новых вирулентных рас паразитов. Поэтому решение задачи полной ликвидации той или иной болезни растений требует серьезных раздумий, а возможно, и экспериментов в этом направлении. Ведь главная задача фитопатологов

и селекционеров — не полная ликвидация болезни, а защита от эпифитотий. И поскольку эпифитотии — порождение рук человека, нарушившего природный баланс между растениями и их паразитами, его руками они должны быть и ликвидированы. Отсюда парадоксы в современной селекции на иммунитет.

ПАРАДОКСЫ СЕЛЕКЦИИ НА ИММУНИТЕТ

Гены устойчивости, по выражению П. М. Жуковского, будучи рассыпанными среди членов популяции, более эффективны, чем при совмещении в каждом члене популяции. В первом случае отдельные растения окажутся устойчивыми к одним расам и восприимчивыми к другим. Во втором случае все растения сорта устойчивы ко всем расам. Однако выращивание абсолютно непоражаемого чистотлинейного сорта приведет к тому, что при возникновении вирулентной для него расы паразита она в отсутствие конкуренции получит много шансов накопиться до эпифитотийного уровня. Наличие же сложной популяции растений, различающейся генами устойчивости, создает условия для сохранения сложной популяции паразита. Каждая отдельная раса в этой популяции способна поражать лишь часть растений, равномерно распределенных в посеве, и поэтому не представляет большой опасности. В этих условиях супервирулентная раса, опасная для всех растений, имеет мало шансов накопиться до эпифитотийного уровня, ибо встречает конкуренцию со стороны менее вирулентных рас. На этом основании создана теория и разработаны методы получения так называемых многолинейных сортов-популяций. В районированный в данной местности сорт с помощью многократных скрещиваний и отборов на инфекционном фоне вводят разные гены устойчивости к болезням, создавая тем самым линии, идентичные по всем генам, но различающиеся генами устойчивости. Смесь семян этих линий и будет составлять многолинейный сорт. Его композицию можно ежегодно менять в зависимости от расового состава в полевых популяциях паразита.

Другим парадоксом в создании иммунитета можно считать преимущество частичной устойчивости сорта. Если в распоряжении селекционера имеется два гена устойчивости к ржавчине, один из которых придает растению абсолютную устойчивость к распространенным расам ржав-

чины, а второй — лишь частичную устойчивость, то вопреки кажущемуся «здоровому смыслу» второй ген предпочтительнее первого. В случае введения первого гена старые расы паразита будут сведены к минимуму, и вновь возникшая раса накопится до эпифитотийного уровня. Во втором случае старые расы патогена сохранятся, хотя и не смогут вызвать эпифитотии, и будут ограничивать накопление вновь появившейся вирулентной расы.

Чем эффективнее ген устойчивости, тем опаснее его повсеместное введение. Если новый сорт устойчив к полевой популяции паразита, это значит, что введенный в него ген эффективен против всех рас популяции. В такой популяции, несомненно могут постоянно возникать расы, вирулентные к новому сорту, но вследствие незначительных площадей, занимаемых им, вирулентные расы не способны занять доминирующего положения в популяции и накопиться до угрожающего уровня. Сейчас ставится задача территориального районирования генов устойчивости к эпифитотийным паразитам. При этом должны учитываться места зимовки инфекции, направления господствующих ветров и пр., чтобы выращивать на путях миграции паразита сорта, несущие разные гены. Поскольку для возникновения эпифитотии необходимо накопление инфекционного начала, пестрота генов устойчивости приведет к тому, что при попадании с одного посева на другой популяция паразита должна перестраиваться, и общего накопления инфекции не будет. В идеале необходимо, чтобы не только отдельные зоны, но даже отдельные хозяйства выращивали несколько сортов каждой культуры, отличающихся по генам устойчивости. Чтобы это не привело к снижению урожайности, вместо разных сортов лучше выращивать несколько линий наиболее урожайного в данной зоне, районированного сорта, отличающихся генами устойчивости.

Таким образом, решение проблемы защиты культурных растений от эпифитотий лежит на пути расширения генетической основы сортов, с тем чтобы восстановить нарушенное чистотлинейной селекцией равновесие между растениями-хозяевами и их паразитами.

Как наследуется окраска яиц кайры

Л. В. Богданов



Лев Васильевич Богданов, кандидат биологических наук, заведующий лабораторией генетики Тихоокеанского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ТИНРО) Министерства рыбного хозяйства СССР. Последние исследования посвящены выяснению внутривидового генетического полиморфизма рыб, промысловых беспозвоночных, водных млекопитающих и морских птиц.

Вряд ли яйца какого-нибудь другого вида птиц на земном шаре могут больше, чем яйца кайры, поразить человека разнообразием окраски скорлупы.

Вот как описывает яйца тонкоклювой кайры (*Uria aalge*) орнитолог А. И. Гизенко: «Окраска скорлупы беловатая или голубовато-зеленая, иногда ярко-аквамариновая, очень редко желтовато-коричневая со всевозможными крапинками коричневого, бурого или черного цвета. Крапинки, мазки, струйчатые черточки располагаются на инфундибулярной (утолщенной) и, меньше, на утонченной части»¹.

Примерно та же палитра красок потребовалась и канадскому орнитологу Л. Такку, чтобы передать разнообразие яиц рода *Uria*: «Фоновая окраска отдельных яиц варьирует от почти чисто-белой до различных оттенков синего, зеленого, коричневого. Крапинки, в свою очередь, варьируют от совсем маленьких пятнышек до фантастических каракуль и клякс коричневого, сиреневого или черного цветов»².

Яйца кайры, крупные (в среднем больше 100 г), прочные и «теплые» (благодаря

отсутствию гляцевитости), отличаются, кроме того, характерной клиновидной формой. Такие яйца лучше удерживаются на покатых террасах и выступах обрывистых берегов, где обычно гнездятся кайры. В процессе насиживания центр тяжести заметно перемещается в острый конец яйца, и оно становится еще устойчивее. Это очень важно для продолжения рода, поскольку в ходе насиживания способность к снесению второго яйца взамен утраченного у кайры прогрессивно снижается.

Насколько разнообразна окраска яиц у кайры, настолько однообразно оперение их туловища. У каждой птицы голова, шея и спинка с крыльями матово-черные, как бы припудренные толченым углем, а на широкой груди и на брюшке — белая манишка. Пингвины сочетание окраски, не правда ли? Да и форма тела несколько пингвиная, и та же вертикальная, трогательно неуклюжая, но деловитая походка вперевалочку. Вот только пингвины совсем не могут летать — разучились или никогда не умели, а кайры летают, натужно, с большой затратой энергии, неманевренно, но все же летают. У них широкий короткий хвост и небольшие острые крылья, с помощью которых они стремительно передвигаются под водой.

Кстати, пингвины и кайры — обита-

Гизенко А. И. Птицы Сахалинской области. М., 1955, с. 115.

² Tuck L. M. The Murres. Ottawa, 1960, p. 26.



Общий вид колонии тихоокеанской тонкоклювовой кайры на о-ве Тюленьем.

Фото В. З. Белова.

тели холодных районов (первые — Южного, вторые — Северного полушария) — являют собой пример конвергентной эволюции. Они ведь совсем не родственники (во всяком случае относятся к разным отрядам), но одинаково узкая специализация к подводной охоте за мелкой рыбешкой и сходные условия существования привели к их внешнему сходству.

Большое количество яиц тонкоклювовой кайры нам удалось наблюдать в июне 1975 г. на о-ве Тюленьем.

Тюлений — небольшой островок в Охотском море, в геологическом смысле является продолжением мыса Терпения о-ва Сахалин (в хорошую погоду маяк этого мыса виден с Тюленьего). Мало найдется еще островов, столь малых по величине (Тюлений — вытянутая почти с севера на юг узкая полоса суши длиной около 600 м и шириной 60—90 м), но столь интересных и важных в биологическом и экономическом отношениях. Тюлений известен прежде всего как лежбище второго по величине на советских островах стада северного морского котика. Котики

летом плотно занимают восточную «пляжную» полосу во всю длину и даже часть верхнего плато северной половины острова. Их вместе с приплодом в последние годы на острове бывает до 100 тыс.

Известен Тюлений и большой колонией обитающих здесь тихоокеанских тонкокловых кайр (*Uria aalge inornata*). Все лето над островом стоит густой запах зверья и птичьего базара. Один сахалинский капитан в шутку сказал, что он в абсолютном тумане, без локатора, может безошибочно выйти на эту точку, ориентируясь только по запаху. Неугомонное кайровое общество располагается на верхнем ярусе острова, каменистом, довольно ровном плато. Гнездятся кайры и на покатах террасах северной оконечности острова.

Когда-то кайры занимали сплошь весь второй «этаж» острова. Их количество в послевоенные годы достигало здесь полумиллиона. Потом, к сожалению, остров был передан на откуп одному зверосовхозу. Результаты откровенно потребительского отношения к кайрам (непомерные сборы яиц и заготовка тушек для скормливания клеточным зверям) не замедлили сказаться. В 1960 г. на Тюленьем насчитывалось всего около 30 тыс. кайр³. В настоящее время число кайр, вероятно, стабилизировалось и составляет примерно 80—100 тыс. взрослых птиц и перезимовавшего молодняка.

Ежегодно в июне на острове заготавливают яйца для местных пищевых нужд (летом на острове живут промысловики-зверобой и научные сотрудники ТИНРО). Собирают в последние годы не более 2—3 тыс. штук, что, вероятно, вполне допустимо. Кайра, как говорилось выше, имеет эволюционно закрепленный механизм — потеря яйца стимулирует снесение второго (чем раньше это происходит, тем надежнее срабатывает этот механизм). К тому же кайровое плато на южной половине острова, где собирают яйца, достаточно ровное, и чрезмерной естественной потери яиц от скатывания здесь не наблюдается.

...Вот прошел период первого изум-

ления и бездумного созерцания совершенно неожиданного сочетания красок (перед нами лежало около тысячи кайровых яиц), и возник вопрос — а как же наследуется окраска яиц у этой птицы?

Прежде всего было решено абстрагироваться от крапчатости и иметь дело только с фоновой окраской скорлупы, поскольку крапчатость — явление вторичное и образуется она на скорлупе во время прохождения уже сформировавшегося яйца по яйцеводу. Без особых трудностей по окраске скорлупы все яйца можно было разделить на три типа: белые, зеленые и промежуточные (бело-зеленые или голубые). Коричневых яиц у кайры, очевидно, не существует. Лишь иногда плотная мелко-точечная крапчатость по всей поверхности яйца создает иллюзию фоновой коричневой окраски. При внимательном рассмотрении такие яйца чаще всего оказываются белыми, реже голубыми; зеленая окраска вообще не маскируется подобной крапчатостью.

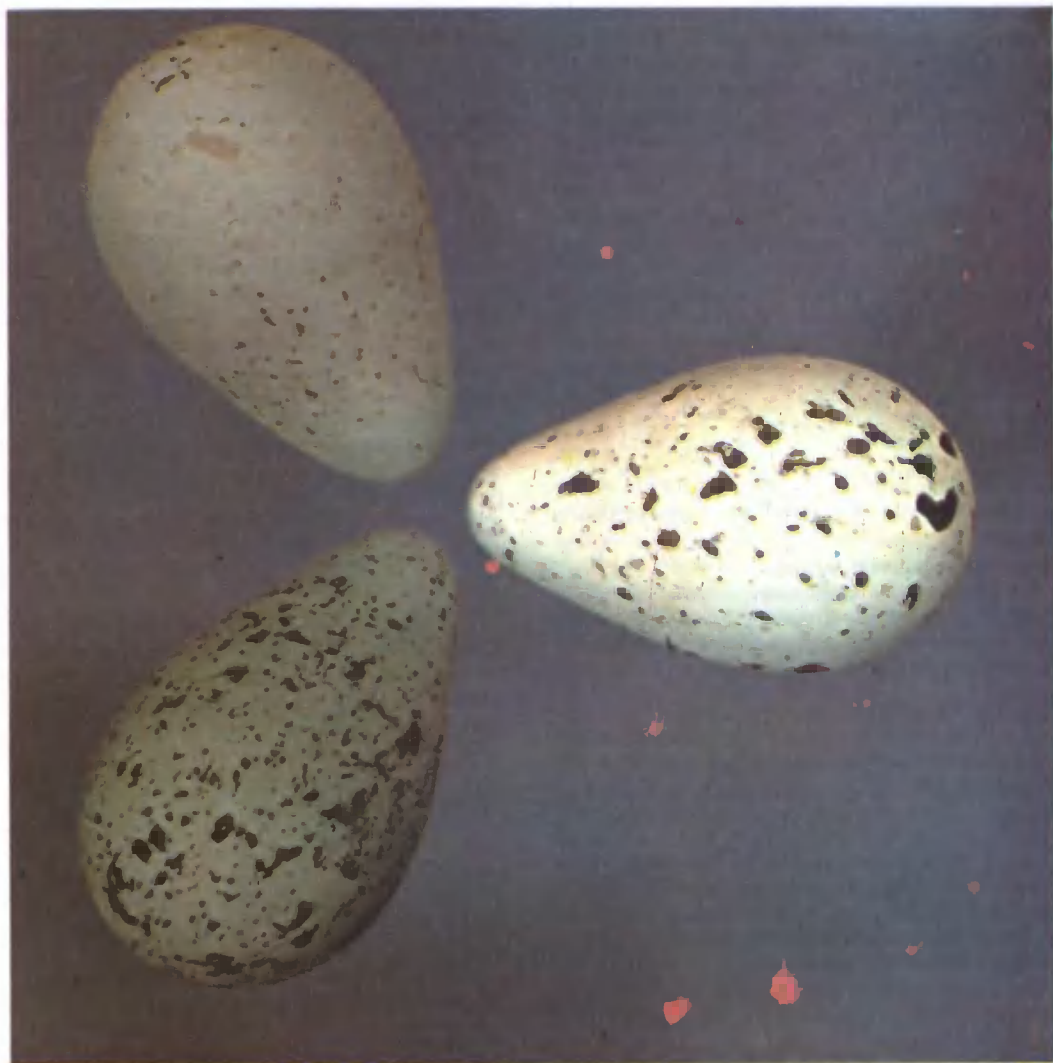
Итак, всего три фенотипа! Сама собой напрашивалась гипотеза о простом менделевском моногибридном наследовании этого признака с кодоминированием⁴.

Для удобства изложения и последующего анализа введем необходимые обозначения. В соответствии с предложениями Международной генетической номенклатуры, признак окраски скорлупы яиц обозначим *Sc*, а локус, детерминирующий синтез пигментов белой и зеленой окраски, соответственно *Sc* (по начальным буквам английских слов *Shell colour* — окраска скорлупы). Обнаруженные три фенотипа обозначим так: *Sc W* (White — белый цвет), *Sc G* (Green — зеленый) и *Sc WG* (промежуточный бело-зеленый цвет, проявляющийся как голубой). По нашей гипотезе, фенотипу *Sc W* соответствует генотип Sc^W/Sc^W , фенотипу *Sc G* — генотип Sc^G/Sc^G , а фенотипу *Sc WG* — генотип Sc^W/Sc^G .

Из 830 кайровых яиц кладки 1975 г., просмотренных на острове, 161 яйцо (19,4%) было белым (фенотип *Sc W*, генотип Sc^W/Sc^W), 236 (28,4%) зеленых (*Sc G*, Sc^G/Sc^G) и 433 (52,2%) голубых

³ Карташев Н. И. Краткий обзор методов учета запасов чаек и чистиковых птиц. — В кн.: Организация и методы учета птиц и вредных грызунов. М., 1963, с. 103.

⁴ Менделевское моногибридное наследование с кодоминированием означает, что признак детерминируется парой аллельных кодоминантных генов, т. е. без рецессивной подавленности одного из них в гетерозиготном сочетании, что, в свою очередь, приводит к фенотипическому проявлению всех трех возможных генотипов.



Яйца кайры.

Фото Н. Н. Алексеева

($Sc^W G$, Sc^W / Sc^G). Следует помнить, что речь идет о генотипе матери, снесшей яйцо. Потенциальный генотип зародыша яйца по данному локусу здесь ни при чем и установить его невозможно; определенно можно говорить только, что он включает фактор W , если мать гомозиготна по белой окраске скорлупы, фактор G , если мать гомозиготна по зеленой окраске, и факторы W или G с вероятностью 50%, если мать гетерозиготна по этому признаку.

Как проверить правильность предложенной гипотезы? Классический метод генетики — гибридологический анализ (или, как его часто называют, семейный) здесь не применим. Кайра — дикий вид, и этот метод проверки гипотез о наследовании признаков основан на строгом учете и анализе потомства от родителей с известными фенотипами.

Окраска скорлупы яиц — признак, связанный с полом. Чтобы установить генотип отца по такому признаку, нужно иметь от него достаточно большое количество дочерей. Это условие выполнимо, пожалуй, лишь при работе с домашними курами, с их полигамностью и громадной яйценоскостью. Кайры строго моногамны. От одной родительской пары, при соот-

ношении полов в потомстве 1:1, появляется одна дочь за два года. А с учетом естественной смертности от одной родительской пары можно ожидать всего двух дочерей за 5—6 лет, из которых только одна за этот период станет половозрелой.

Остается проверить гипотезу непрямой метод, т. е. рассчитав и оценив соответствие фактического распределения генотипов распределению, теоретически ожидаемому на основании закона Харди — Вейнберга. По этому основополагающему в популяционной генетике закону в панмиксной популяции⁵, полиморфной по признаку, детерминированному парой кодоминантных аллелей Sc^W и Sc^G , частота каждого из генотипов Sc^W/Sc^W , Sc^W/Sc^G и Sc^G/Sc^G определяется величиной, соответствующей $(pSc^W)^2 + 2(pSc^W) \cdot (pSc^G) + (pSc^G)^2$ 1 (или 100%), где pSc^W и pSc^G — частоты генов белой и зеленой окраски.

По нашей выборке $pSc^W = 0,455$ и $pSc^G = 0,555$. Отсюда теоретически рассчитанное количество генотипов будет равно $Sc^W/Sc^W = 20,3$, $Sc^W/Sc^G = 49,5$ и $Sc^G/Sc^G = 30,2\%$.

Соответствие с выше приведенным фактическим распределением вполне удовлетворительное⁶.

В конце сентября 1975 г. нам снова довелось побывать на Тюленьем. Плато опустело. Взрослые кайры давно увели в море своих еще по-настоящему не научившихся летать птенцов...

Совершенно случайно в подвале

⁵ Популяция называется панмиксной, когда образование родительских пар в ней относительно какого-либо признака происходит случайным образом.

⁶ Полиморфные популяции, генотипы которых распределяются в соответствии с законом Харди — Вейнберга, находятся, как принято говорить, в состоянии генетического равновесия. Причем полиморфизм «равновесной» популяции может быть или селективно нейтральным, когда ни один из генотипов не испытывает избирательного действия отбора, или балансируемым, когда он поддерживается в ряду поколений за счет лучшей приспособленности гетерозигот при равной или различающейся между собой приспособленности гомозигот. Подавляющее большинство природных полиморфных популяций находится в состоянии генетического равновесия.

свального жилого дома мы обнаружили кайровые яйца, как выяснилось, сбора 1973 г. С испорченным содержимым, многие надтреснутые, но в общем с удовлетворительно сохранившейся скорлупой. 754 яйца! Они были отмыты, рассортированы и проанализированы по окраске фона так же, как в свое время яйца сбора 1975 г. Значения частот генов белой Sc^W и зеленой (Sc^G) окраски оказались очень близкими к уже полученным.

В 1976 г. анализ окраски скорлупы 1330 яиц тонкокловых кайры на Тюленьем, по нашей просьбе, провели сотрудники ТИПРО В. А. Черноиванов и Т. И. Чупахина. Частоты генов повторили частоты по выборке 1975 г.

Следует отметить только, что во всех случаях наблюдался избыток «гетерозиготных» голубых яиц, незначительный в сборах 1975 и 1976 гг. и значительный среди яиц сбора 1973 г.

Род *Uria* составляют два внешне очень похожих вида — тонкокловая кайра *U. aalge* и толстокловая кайра *U. lomvia*. Очень похожи по форме и разнообразию окраски скорлупы и их яйца. Толстокловая кайра — птица преимущественно холодных арктических вод, ее ближайшая родственница — более теплолюбивая. В северо-западной части Тихого океана ареалы обоих видов перекрываются.

В 1976 г. на территории Камчатской области, на о-вах Верхотурова и Медный, были обследованы гнездовья толстокловой кайры. На Верхотурове удалось исследовать 81 яйцо, на Медном — только 20. Первая выборка достаточно репрезентативна, и на основании ее был сделан вывод, что у тихоокеанской толстокловой кайры (*U. lomvia agga*) полиморфизм по окраске скорлупы яиц сдвинут в сторону преобладания гена зеленой окраски; другими словами, толстокловые кайры по сравнению с тонкокловыми сносят больше зеленых и, соответственно, меньше белых яиц.

Фоновая окраска скорлупы яйца определяется материнским генотипом, и нет ничего удивительного в том, что кайрасамка, если теряет яйцо, сносит второе, точно такого же цвета, как и первое, т. е. фактически близнецовое по окраске яйцо. Впервые единообразие окраски яиц, следовательно снесенных одной кайрой,

описал Ю. М. Кафтановский⁷. Позднее Л. Такк привел этот факт как единственное в то время доказательство наследственной природы окраски кайровых яиц. Да и вообще на протяжении всей жизни кайрасамка, наверняка, несет яйца одинаковой фоновой окраски.

Очевидно, в общих чертах повторяется и характер крапчатости яиц, снесенных одной самкой. Но наследуется крапчатость, вероятнее всего, как количественный полигенный признак (нам, например, не удалось выделить среди кайровых яиц сколько-нибудь четкие типы крапчатости, к которым можно было бы применить простой менделевский анализ).



После того как описан полиморфизм и достаточно определенно показана его наследственная природа, попытаемся ответить на вопросы: когда сложился этот полиморфизм, имеет ли он приспособительное значение, каковы механизмы его поддержания? Но именно, только попытаемся. Всегда значительно легче описать конкретный полиморфизм, чем исследовать эволюционный или микроэволюционный аспект этого полиморфизма.

Поскольку полиморфизм по окраске яиц присущ обоим видам рода *Uria*, можно предполагать, что он возник очень давно и связан с историей предкового вида. Когда-то предковые кайры на севере Сибири представляли собой единое стадо, которое затем стало разделяться на северную и южную формы. Репродуктивной изоляции этих форм способствовал климатический барьер, связанный с оледенением в плейстоцене. Однако нельзя исключить и возможность того, что одинаковый полиморфизм сложился в уже разошедшихся видах, в порядке конвергентной эволюции гомологичного признака.

Имеет ли окраска яиц кайры непосредственное приспособительное значение? Избирательный отбор яиц по цвету может быть связан с нападением только пернатых разбойников, прежде всего крупных чаек (четвероногим хищникам места обитания кайр мало доступны).

Л. Такк проводил такие наглядные полевые опыты. Он располагал на земле в беспорядке кайровые яйца разной окраски, провоцируя тем самым больших

морских чаек на легкую и вкусную добычу. Установлено, что хищницы хватали в первую очередь яйца ярких окрасок, особенно белые (правда, в качестве чисто-белых яиц использовались яйца тупика).

Таким образом, казалось бы, что на поставленный выше вопрос напрашивается однозначный утвердительный ответ. В действительности же ситуация не так проста.

На гнездовьях, где кайры образуют плотные колонии, являющиеся достаточно эффективным средством коллективной обороны от нападений с воздуха, окраска яиц скорее всего не имеет существенного приспособительного значения. К тому же в таких условиях яйца очень скоро загрязняются до такой степени, что становятся абсолютно одинаковыми по цвету, сплошь неопратно-серыми. Такие плотные колонии, как правило, на платообразных участках больше характерны для тонкоклювой кайры. А вот при рассредоточенном гнездовании на небольших выступах скалистых материковых или островных берегов (так обычно высиживают потомство толстоклювые кайры) чайки и вороны, очевидно, могут оказать заметное селективное влияние на яйца.

Может быть, именно поэтому в кладках толстоклювых кайр значительно меньше, чем у тонкоклювых кайр, бывает белых яиц (в северо-восточной Атлантике у толстоклювой кайры Кафтановский совсем не встречал белых яиц).

В случае приспособительного характера окраски яиц полиморфизм по этому признаку может быть балансируемым и поддерживаться в ряде поколений за счет лучших шансов на неприкосновенность яиц с промежуточной (голубой) окраской. Тогда по привлекательности или доступности для хищных птиц яйца, вероятно, располагаются в таком порядке: белые, зеленые, голубые. Другими словами, формула относительной приспособленности W трех постулированных нами генотипов имеет вид:

$$WSc^W/Sc^G > WSc^G/Sc^G > WSc^W/Sc^W.$$

Балансированный полиморфизм такого типа будет очень устойчивым: несмотря на наименьшую «приспособленность» «гомозиготных» белых яиц, ген белой окраски (Sc^W) прочно удерживается в популяции за счет самой высокой «приспособленности» гетерозиготных яиц. Худшей, по сравнению с зелеными, «приспособленностью» белых яиц можно объяснить сдвиг частот генов в сторону преобладания гена

⁷ Кафтановский Ю. М. Чистиковые птицы Восточной Атлантики. М., 1951.

Гнездятся кайры на каменистых покатых террасах острова.

Фото В. Е. Гилпенрейтера.



зеленой окраски, особенно заметного у толстоклювой кайры.

Для тех популяций современных кайр, которые не испытывают заметного воздействия со стороны хищных птиц, полиморфизм по окраске яиц можно было бы назвать реликтовым, т. е. сложившимся в прошлые времена истории вида, и селективно-нейтральным (такой полиморфизм передается из поколения в поколение именно благодаря своей нейтральности; нарушить его может только генетический дрейф, когда вследствие каких-либо причин резкое сокращение репродуктивной части популяции случайно приводит к преобладающему вкладу отдельных генотипов в следующее поколение).

Генетически обусловленный полиморфизм тонкоклювой и толстоклювой кайры по окраске скорлупы яиц*.

* Примечание. χ^2 — критерий соответствия фактического и теоретического распределения генотипов; высокое значение χ^2 по выборке яиц кладки 1973 г. (23,5) говорит о значительном несоответствии фактического и теоретически ожидаемого распределения из-за избытка «гетерозиготных» яиц.

Остров	Год	Кол-во яиц	Фенотип
			Генотип
Тюлений	1973	754	{ фактическое
			{ теоретическое
	1975	830	{ фактическое
			{ теоретическое
	1976	1330	{ фактическое
			{ теоретическое
Медный	1976	20	{ фактическое
Верхотурова			{ теоретическое
	1976	81	{ фактическое
			{ теоретическое



ScW
 Sc^W/Sc^W



ScWG
 Sc^W/Sc^G



ScG
 Sc^G/Sc^G

Тонкоклювая кайра (*U. aalge inornata*)

115 (15,3%)	438 (58,1%)	201 (26,7%)
146 (19,4%)	372 (49,3%)	236 (31,3%)
161 (19,4%)	433 (52,2%)	236 (28,4%)
168 (20,3%)	411 (49,5%)	251 (30,2%)
239 (18,0%)	712 (53,5%)	379 (28,5%)
289 (20,2%)	659 (49,6%)	402 (30,2%)

Критерий со-
ответствия,
 χ^2

Частоты ге-
нов pSc^W

23,5	0,44
2,4	0,45
8,9	0,45

Толстоклювая кайра (*U. lomvia arctica*)

4 (20,0%)	7 (35,0%)	9 (45,0%)
6 (7,4%)	35 (43,2%)	40 (49,4%)
7 (8,6%)	33 (40,8%)	41 (50,6%)

0,28

0,29

Но генотипы кайр, соответствующие трем фоновым расцветкам яиц, могут испытывать действие отбора на основании физиологических различий. Причем различия эти могут касаться как непосредственно материнского организма, так и развивающегося эмбриона, влияние материнского генотипа на который осуществляется через белок яйца. Например, кайры, несущие яйца какого-то одного цвета, могут быть в среднем более яйценоскими, более заботливыми мамами, или окраска яйца может находиться в связи с выводимостью и жизнеспособностью птенцов в первые дни после вылупления.

Следующие данные можно истолковать в пользу существования именно такого, по всей вероятности, также балансируемого полиморфизма. Гетерозиготные тонкоклювые кайры оказались гетерозисными по яйценоскости: в сборах 1973, 1975 и 1976 гг., как говорилось выше, наблюдался избыток голубых яиц. Некоторый гетерозисный эффект проявился и по величине голубых яиц. Длина и ширина яиц тонкоклювой кайры составила (объединены данные за 1975 и 1976 гг.): голубых — (88) $84,9 \pm 0,4$ и $51,9 \pm 0,2$, зеленых (63) $84,0 \pm 0,5$ и $52,8 \pm 0,4$, белых (37) $83,7 \pm 0,5$ и $51,9 \pm 0,2$ мм, соответственно.

Вполне возможно, что полиморфизм по окраске яиц является балансируемым у обоих видов рода *Uria*, т. е. отбор по физиологическим различиям в популяциях как тонкоклювой, так и толстоклювой кайры идет в пользу гетерозигот при неодинаковой приспособленности гомозигот — $WSc^G/Sc^G > WSc^W/Sc^W$. В тех популяциях (преимущественно толстоклювой кайры), которые испытывают на гнездовых воздействиях пернатых хищников, непосредственный избирательный отбор по расцветке яиц идет в том же направлении, и, таким образом, полиморфизм становится как бы дважды балансируемым.

рыбой, не имеющей промыслового значения, и в этом смысле не является конкурентом для человека. В то же время оба вида кайр, *U. aalga* и *U. lomvia*, обладая большой биомассой (около полумиллиона центнеров), вносят заметный вклад в поддержание равновесия экосистем «фитопланктон — зоопланктон — рыбы — птицы» на обширных акваториях. Поэтому кайру можно смело назвать индикатором благополучия в таких экосистемах, а также индикатором степени чистоты среды (кайры, например, очень чувствительны к загрязнению воды нефтью).

Хотелось бы обратиться ко всем читателям «Природы», советским и зарубежным, биологам и небиологам, имеющим возможность наблюдать кайр на гнездовых, с просьбой подсчитать, не нарушая самого процесса гнездования, соотношение яиц с белой, голубой и зеленой скорлупой и сообщить нам в ТИНРО или опубликовать такие данные самостоятельно. Желательно, чтобы выборка была не менее 50—100 яиц. Во-первых, каждый, кто откликнется на нашу просьбу, бесспорно получит лично для себя удовлетворение от такого наблюдения. Во-вторых, эта работа позволит коллективными усилиями изучить фено- и геногеографию окраски яиц кайры в масштабах бореальной и арктической зон Северного полушария.

Кайры украшают величественную и суровую северную природу. А скольким сотням и тысячам известных и неизвестных пионеров освоения северных широт на протяжении последних веков мясо и яйца кайр разнообразили скудный зачастую рацион, а в ряде случаев и просто спасали от голодной смерти... Даже в наше время ежегодно в мире заготавливается около 2 млн кайровых яиц.

Питается кайра в основном мелкой

Лубанская равнина в каменном веке

И. Лозе

Кандидат исторических наук

Институт истории АН Латвийской ССР
Рига

Лубанская равнина, простирающаяся на сотни квадратных километров, составляет северо-западную и среднюю часть Восточно-Латвийской равнины, которая расположена между Центрально-Видземской возвышенностью и Вильяско-Крустпилским поднятием. В центре Лубанской равнины, отличающейся монотонным рельефом, находится озеро Лубанас; еще не так давно во время весенних и осенних разливов оно представляло грозную опасность для окружающих селений, а теперь заросло камышом, так что лишь местами просматривается гладкое зеркало воды. Болотистую низменность вокруг озера пронизывают целых девять рек, впадающих в него, и только одна вытекает из озера — Айзиексте, правый приток крупнейшей в Латвии реки Даугавы (Западной Двины).

Обширная низменность вокруг оз. Лубанас, или «лубанские кланы», как называют ее местные жители, представляет большой интерес для археологов, ибо эти места, как оказалось, были заселены уже в каменном веке, и притом весьма густо. Об этом свидетельствуют данные, полученные еще в конце 30-х годов, когда после понижения уровня озера на его дне местными жителями было собрано около трех тысяч костяных и роговых изделий — наконечники всевозможных гарпунов, дротиков и стрел, в том числе «птичьи» стрелы с кремневыми вкладышами, роговые топоры, кинжалы и многое другое. Эти предметы составили часть лубанской коллекции, которая украшает ныне экспозицию



Стилизованная скульптура рыбки, изготовленная из костяной пластины. Стоянка Абора-1, II тыс. до н. э.

Фото А. Цауне.

Музея истории Латвийской ССР и представляет одно из наиболее богатых собраний изделий эпохи камня в странах бассейна Балтики.

Район Лубанской равнины стал объектом тщательного археологического обследования лишь в 60-х годах. Зеленые просторы с лугами и кустарниками, зачастую топкие и труднопроходимые, были мало доступны для изучения не только археологами, но и специалистами других дисциплин. Археологические поиски могли начаться здесь лишь благодаря широко развернувшимся с середины 50-х годов мелиоративным работам, когда были сооружены водозащитные дамбы и связанные с ними обводные каналы вокруг озера, углублены и спрямлены русла рек, впадающих в него. Мелиорация не только в корне изменила водный режим оз. Лубанас, но и привела к заметным переменам в природных условиях всей местности вокруг. Там, где унылой чередой тянулись топкие луга, теперь раскачиваются подсолнухи; значительные пространства, отвоєванные у болот, засеяны пше-

ницей и тимopheежкой. «Кланы» стали проходными — и вслед за мелиораторами пришли сюда археологи.

Лубанская экспедиция Института истории АН Латвийской ССР приступила к систематическому исследованию района Лубанской равнины с 1961 г., и работы эти ведутся здесь по сей день. Перед исследователями были поставлены совершенно конкретные задачи: изучить проблемы первичного заселения территории «кланов» в начале мезолита и даже в конце эппалеолита (IX—VIII тыс. до н. э.), выявить мезолитические культуры, установить их генетические связи и переход к эпохе бронзы. За 15 лет работы учеными обнаружено в общей сложности 20 стоянок каменного века, а за пределами «кланов» в этом районе констатировано 40 поселений, относящихся к эпохам бронзы и железа, а также к средневековью.

Стационарные раскопки, проводимые на Лубанской равнине с 1963 г., дали весьма интересные в научном плане материалы. Работе исследователей на территории «кланов», где остатки археологических памятников расположены на месте осушенных теперь болот, благоприятствует хорошая сохранность во влажной почве кости, рога, янтаря и дерева.



Костяная пластинка с уникальным сюжетным изображением, в центре которого расположена фигура человека. Выполнена в технике сверления. Стоянка Звидзненас-крос, V тыс. до н. э.

Фото Л. Балодиса.

С первых же дней перед археологами открылся новый мир, полный неожиданностей. Материалы накапливались так быстро, что студенты-практиканты едва успевали регистрировать сделанные в течение дня находки. Особенно трудоемкой была первичная обработка деревянных изделий, нуждающихся в предварительной консервации на месте.



Крупнейшие раскопки проведены за последние три года на стоянке Звидзненас-крос — памятнике эпохи мезолита (VI—V тыс. до н. э.). Эта стоянка расположена на заболоченном берегу реки Звидзе в непосредственной близости от развалин сооруженной здесь в XIX в. корчмы, причем культурный слой стоянки частично заходит под остатки построек корчмы. Именно здесь, под по-

лутораметровой толщей торфа, обнаружены фрагменты деревянных сооружений эпохи мезолита, а также многочисленные орудия охоты и предметы быта людей каменного века. Среди находок — выпрямитель древков стрел, изготовленный из рога благородного оленя, с просверленным внутри отверстием; роговые мотыгообразные орудия, также с просверленными отверстиями; костяной наконечник дротика с треугольным поперечным сечением; костяные игловидные наконечники стрел, шилья, проколки.

Особый интерес представляет костяная треугольная пластинка с сюжетным изображением, исполненным в технике сверления. В центральной части композиции — движущийся человек с поднятыми руками; под ним, по-видимому, земля, а наверху — более

сложная картина, которую не-легко расшифровать. Вполне вероятно, что она относится к области охотничьей магии. Специалистов не может не заинтересовать техника исполнения орнамента. Поскольку сверление — один из наиболее излюбленных в прибрежных районах Балтики в позднемезолитическое время (V—IV тыс. до н. э.) способов исполнения сюжетных рисунков и орнаментации, найденная пластинка, наряду с другими изделиями, может служить датирующим материалом.

Палинологи, изучавшие споры и пыльцу в образцах, взятых из соответствующего слоя, относят время существования этой стоянки к концу boreального и к началу атлантического климатических периодов. Кроме того, образцы торфа и дерева из Звидзненас-кроса датированы радиоуглерод-

Объемное глиняное изображение человеческой головы с приподнятым носом и графически разработанными деталями лица. Стоянка Найинексте, III тыс. до н. э.

Фото Л. Балодиса.



ным методом. Всего на этой стоянке получено 9 радиоуглеродных датировок, что позволяет с большой долей достоверности отнести время существования стоянки к отрезку между серединой VI и концом IV тыс. до н. э.

Следующий этап истории людей эпохи камня — ранний неолит — характеризуется на Лубанской равнине появлением керамических изделий. Наряду с крупными остродонными горшками неолитический человек изготавливал и мелкие удлиненные мисочки. На поверхности одной из таких мисочек изображена композиция — человек с согнутыми в локтях и приподнятыми руками. На внутренней стороне мисочки нанесен крестообразный орнаментальный узор. Примечательно, что композиция и орнамент выполнены в той же манере, что и композиция на мезолитиче-

ской костяной пластинке. Таким образом, мезолитическая техника сверления по кости сменяется накольчатой техникой орнаментации керамики. Целый ряд признаков, общих для обеих культур — как мезолитической, так и раннеолитической, позволяет говорить об их генетических связях.

Раннеолитические племена Лубанской равнины вписываются в ареал распространения наравско-неманской культуры, датируемой IV и началом III тыс. до н. э.

В начале второй четверти III тыс. до н. э. на Лубанской равнине, как и на всей территории Латвии, распространяется культура так называемой гребенчато-ямочной керамики. В результате ее смешения с местной раннеолитической культурой образовалась новая культура — пористой керамики среднеолитического возраста.

Именно в эту пору древние обитатели Лубанской равнины стали в широких масштабах изготавливать янтарные украшения. Это пластинчатые подвески, нередко в форме вытянутой трапеции, иногда с волнистыми или зубчатыми краями; округлые пуговицы с V-образными просверленными отверстиями на нижней стороне, использовавшиеся в качестве составных частей ожерелий, а также подвески в виде водоплавающих птиц или змей. Серийный характер изготовления найденных на среднеолитических стоянках изделий позволяет утверждать, что местные племена уже в ту пору установили оживленные контакты со своими восточными и северными соседями, располагавшими запасами кремня и сланца, которые были необходимы обитателям Лубанской равнины.



Глиняная миска с изображением, выполненным напольчатой техникой. На внутренней стороне миски — престообразный орнаментальный узор, на внешней стороне — сюжетный рисунок с фигуркой человека [слева]. Стоянка Звизденаскросс, IV тыс. до н. э.

Фото Л. Балодиса.

Среди образцов искусства этой эпохи заслуживает внимания мелкая глиняная пластика. Из глины изготавливались небольшие фигурки с приподнятыми головами. Разработка деталей лица отличается большой тщательностью; глаза и

рот намечены углублениями, а нос приподнят, татуировка лица изображена мелкими и неглубокими нарезками.

В позднем неолите на территорию Лубанской равнины проникли с юго-запада носители культуры ладьевидных топоров и шнуровой керамики, оказавшие сильное влияние на развитие местных племен. Для этой поры характерен расцвет обработки янтаря. Подвески теперь имеют сердцевидную, зубовидную, ключеобразную, угловатую и каплевидную формы. Ожерелья составляются из цилиндрических, бочонковидных, кольцеобразных бусин,

а также из округлых или четырехугольных пуговиц с V-образным сверлением на обратной стороне. Встречаются также зооморфные фигурки. Последние изображены не полностью — для искусства каменного века вообще характерен прием замены всего предмета какой-либо его частью.

Особенно выразительно неолит Лубанской равнины представлен антропоморфной и зооморфной скульптурой, вырезанной из рога и кости, реже — из дерева. Образцом ее служит роговая объемная фигурка атлетически сложенного мужчины с подчеркнутыми грудными мускулами. Привлекают внимание также миниатюрная фигурка женщины с округленными бедрами, плоские, или объемные фигурки различных животных — бобра, косули, лося, медведя, кабана. Фигурки рыб обычно изготовлены из костяных пластинок, а фигурки пресмыкающихся — гадюк, ужей — из удлинненных роговых болванок. Вся эта скульптура позволяет не только говорить о своеобразии стиля первобытного реализма, но и судить о роли охоты и рыболовства в экономике древнего населения Лубанской равнины.

Палеоэтноархеологический материал, добытый при раскопках неолитических стоянок Лубанской равнины, показывает, что среди охотничьей фауны этого района, наряду с лосем и кабаном — главными объектами охоты, немаловажное значение имели косуля, олень, медведь и тур; определенное место занимали и пушные звери. Первые зачатки скотоводства относятся к самому концу каменного века, однако в целом в хозяйстве, очевидно благодаря обширным лесным пространствам, первенствующая роль принадлежала охоте.

Палеоихтиофауна Лубанской равнины представлена не только отдельными позвонками, а целыми скоплениями обгоревших остатков рыбы возле очагов на стоянках. Древние обитатели Лубанской равнины употребляли в пищу 14 видов рыб: плотву, голавля, язя, окуня, красноперку, линя, густе-

ру, щуку, леща, синца, карася, судака, ерша, сома. Щуки встречались весом до 17 кг, а сом достигал длины 2,5 м.

При раскопках найдены также остатки рыболовных принадлежностей. Среди них верши, изготовленные из сосновой лучины и переплетенные лыком, фрагменты сети, поплавки из сосновой коры или скрученной бересты, каменные грузила. Рыболовные крючки, порой весьма большие, изготовлены преимущественно из кости.

Археологические исследования показали, что в эпоху камня Лубанская равнина была одним из наиболее густо заселенных районов Восточной Прибалтики. Обширные леса с богатой палеофауной, целая система рек и мелких их притоков, изобиловавших рыбой, — все это благоприятствовало обитанию в этих краях племен охотников и рыболовов. Однако по мере заболачивания местности вокруг озера положение изменилось, и в начале эпохи бронзы людям пришлось отсюда уйти в более подходящие для жизни места. Заболачивание равнины вокруг оз. Лубанас было вызвано постепенным ухудшением водного режима р. Айвиексте: деревья, отмирая и засоряя ее русло, нарушили свободное течение основной магистрали, отводившей в Даугаву воды озера и впадавших в него речек.

Совместными усилиями археологов, палинологов, специалистов по радиоуглеродному датированию разработана строгая хронологическая шкала для лубанских стоянок эпохи камня. Всего получено 38 датировок, согласно которым каменный век в изучаемом районе датируется временем от конца IX тыс. по XVII в. до н. э.

Проведенные на Лубанской равнине раскопки вносят значительный вклад и в изучение этнических процессов, происходивших на этой территории в далекой древности. Этническая история народов Восточной Прибалтики сложна и многогранна, и, возможно, истоки ее древнебалтского и прибал-



Роговая объемная фигурка человека с подчеркнутым атлетическим сложением тела. Стоянка Абора-1, II тыс. до н. э.

Фото А. Цауне.

тийско-финского населения следует искать еще в эпоху неолита.

Взаимоотношение балтских и прибалтийско-финских культур — один из узловых вопросов этногенеза народов Восточной Прибалтики. Специали-

стами неоднократно предпринимались попытки связать эти этнические разнородные племенные образования с определенными археологическими культурами: прибалтийско-финские — с культурой гребенчатоямочной керамики, а балтские — с пришлой культурой шнуровой керамики и ладьевидных топоров, носителями которой, как предполагается, были индоевропейцы.

Археологическими исследованиями на Лубанской равнине, как уже отмечалось, установлено, что раннеэоли- тическая культура Восточной Латвии генетически восходит к



Янтарные трапецевидные подвески и фигурка водоплавающей птицы. Стоянка Нейниксте, III тыс. до н. э.

Фото Л. Балодиса.

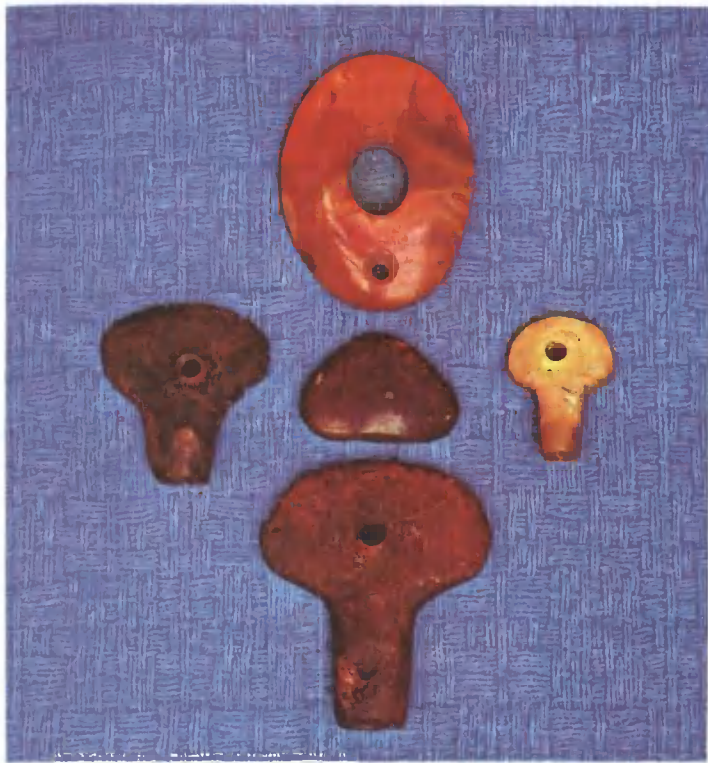
Янтарные округлые и четырехугольные пуговицы, из которых составлялись ожерелья, с V-образно просверленными отверстиями. Стоянка Абора-1, II тыс. до н. э.



местному мезолиту. Причем эта культура представляет собой локальный вариант нарвской культуры, позднее сыгравшей роль компонента при сложении культуры пористой керамики в среднем неолите. Однако вопрос этнической принадлежности нарвской культуры, равно как и местных мезолитиче-

ских культур, до сих пор не разрабатывался и пока остается до конца не ясным. Одни из исследователей считают, что нарвская культура могла войти в качестве компонента при сложении неолитической культуры балтов; напротив, другие предполагают, что субстрат нарвской культуры сыграл существенную роль в образовании местных групп носителей поздней гребенчато-ямочной керамики (т. е. прибалтийско-финских племен).

Культура гребенчато-ямочной керамики стратиграфически перекрывает памятники культуры раннего неолита и позже входит составным элементом при сложении средне-неолитической культуры пористой керамики. Исходя из богатства ее орнаментировки, развившейся из орнаментировки гребенчато-ямочной керамики и достигшей значительного расцвета, основу средне-неолитической культуры пористой керамики следует относить к прибалтийско-финскому племени.



Янтарные ключеобразные подвески, треугольная пуговка и шайба с отверстием. Стоянки Аборр-1 и Эйни, II тыс. до н. э.

Янтарные зубовидные и угловатая подвески. Стоянка Абора-1, II тыс. до н. э.

Фото Л. Белодиса.

Новейшими исследованиями установлено, что в этнической истории населения Лубанской равнины особо значительную роль играла культура поздненеолитической пористой керамики, в сложении которой участвовали два компонента: прибалтийско-финский и индоевропейский. Инвен-

тарь поздненеолитических стоянок говорит о сильном влиянии пришлоей культуры шнуровой керамики и ладьевидных топоров, отождествляемой с протобалтским населением. Вместе с тем отмечаются изменения в технике изготовления пористой керамики, о чем свидетельствуют находки сосудов с отпечатками тканей. Это говорит об усилении прибалтийско-финского компонента.

Культура шнуровой керамики и ладьевидных топоров не исчезла бесследно, она вошла в качестве одного из компонентов при сложении культуры, относящейся к эпохе бронзы. Эта культура характеризуется появлением грубой керамики так называемого лубанского типа, покрытой богатым орнаментом и сочетающей черты как шнуровой, так и пористой керамики. Из этого следует, что в эпоху ранней бронзы на территории Лубанской равнины путем взаимного воздействия и ассимиляции образовалась новая культура, сыгравшая важную роль в формировании балтского населения.



К истокам первобытной астрономии

Б. А. Фролов



Борис Алексеевич Фролов, доктор исторических наук, старший научный сотрудник Института истории естествознания и техники АН СССР. Занимается проблемами истории культуры и научного творчества. Монография: Числа в графике палеолита. Новосибирск, 1974. В «Природе» опубликовал статьи: Магическая семерка (1972, № 5); Идеи С. Н. Давиденкова и современные проблемы изучения первобытного творчества (Биология колдовства) (1975, № 8).

До недавнего времени первоначальный период развития астрономии как науки рассматривался лишь в связи с развитием древнейших земледельческих цивилизаций. Хотя имелись также и многочисленные этнографические свидетельства определенных навыков пространственно-временной ориентации по небесным светилам у доземледельческих племен (охотников, рыболовов, собирателей) разных частей света, в каждом отдельном случае весьма трудно было доказать, что эти навыки и соответствующий им круг позитивных знаний о небесных телах не приобретены племенем от более цивилизованных соседей. Что же касается прямых археологических данных, то весьма долгими оказались не только пути их постепенного накопления и систематизации наукой XIX—XX вв., но и разработка методических средств для достаточно корректной постановки вопроса о том, что в древних культурах, начиная с палеолитических, могут быть, в принципе, выявлены свидетельства какого-то круга бесспорно астрономических познаний.

Немногим более 10 лет назад появились первые публикации о соответствии лунным циклам групп ритмически повторяющихся нарезок и ямок на разного рода вещах из палеолитических стоянок

в разных частях Евразии¹. Под «вещами» здесь понимается широкий круг предметов — от необработанных кусков мамонтова бивня, кости, камня до сложных украшений из этих материалов. Тот факт, что исследователи в разных странах, применяя независимо друг от друга различные способы анализа графики на вещах из весьма не схожих в культурном отношении верхнепалеолитических комплексов (датированных в пределах от 35 до 8 тыс. лет до н. э.), получили в итоге один и тот же ответ, повышает степень его достоверности.

В качестве примера рассмотрим один из браслетов, найденных в палеолитической стоянке Мезин у р. Десны, близ Чернигова.

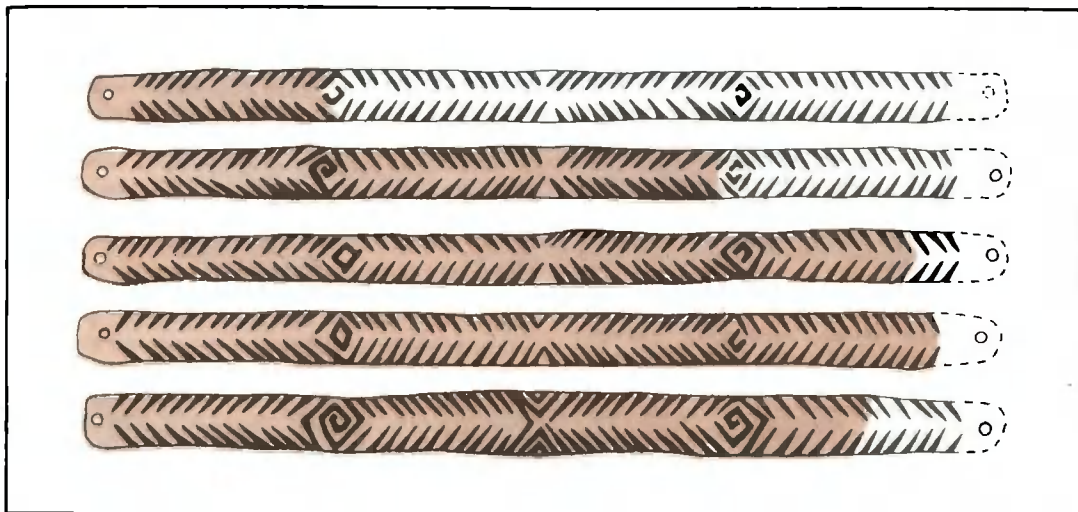
Этот браслет, как и большинство других предметов, о которых далее пой-

¹ Marshak A. — «Science», 1964, v. 146, № 3645, p. 743—745; Marshak A. Notation dans les gravures du Paléolithique supérieur, Nouvelles méthodes d'analyse. Bordeaux, 1970; Verthes L. — «Science», 1965, v. 147, № 3686, p. 855—856; Фролов Б. А. — В кн.: Бахрушинские чтения. Т. 1. Новосибирск, 1965, с. 15—22; он же. — «Изв. СО АН СССР». Сер. обществ. наук. 1965а, № 9, с. 97—104; он же. — «Бюлл. МОИП, отд. биол.», 1966б, т. 71, вып. 5, с. 157—158; Окладников А. П. Утро искусства. Л., 1967.

дет речь, вырезан из бивня мамонта. Браслет состоит из 5 прилегающих одна к другой пластин разной сохранности, украшенных по одному общему принципу. В основе орнаментации — повторение групп одинаковых коротких и параллельных прямых черточек, идущих под углом к краю пластины. По каждому краю нанесены 4 такие группы, причем направление черточек в каждой группе меняется на 90° . Четкость ритма этого узора дополняется повторением меандрового завитка на стыках групп. Из 24 полностью

дней и ночей в 10 месяцах. В таком случае речь идет об одной из архаичных форм первобытного календаря, связанной 10 лунными месяцами (около 280 суток) длительности цикла беременности. Отсюда специфическая «женская» принадлежность орнамента на браслетах в Мезине, которую его исследователи уже отмечали, анализируя только начертательные особенности узоров².

Конечно, традиции «разложения» месячного цикла на 2 «вектора» равной величины и противоположного направле-



Развертка браслета из пяти пластин, вырезанных из бивня мамонта [шумящий браслет] с группами насечек по краям каждой пластины. Темным фоном показана сохранившаяся часть браслета. Верхний палеолит. Мезин [СССР].

уцелевших групп 17 содержат по 14 черточек, 3 — по 13, 4 — по 15, т. е. основное число 14 изредка отклоняется на ± 1 .

Суть интерпретации в следующем. Группы из 14 (± 1 в некоторых случаях) черточек, периодически меняющих направление именно после этого количества, должны были, вероятнее всего, соответствовать (разумеется, в первом, самом грубом приближении) одному и тому же наглядному явлению: нарастанию диска Луны до полнолуния и убыванию его до новолуния в течение 28—29 дней лунного месяца. При наблюдении этого ритма, по каждому краю пластины «записаны» по 2 лунных месяца и, следовательно, на 5 пластинках мы имеем удвоенное число дней в 10 месяцах, или число

ния отразились не только в этом стройном, упорядоченном орнаменте с группами из 14 штрихов: генетически ему предшествовали, очевидно, простейшие нарезки на бивнях, костях, камнях по числу дней в 1 или 2 лунных месяцах. Такие предметы изучены в стоянках Европейской части СССР: Авдеев, Костенки, Мезин; в Моравии (ЧССР) — Долни Вестонице, Пшедомость, Пекарна; в Мальте на Ангаре. В коллекциях палеолита Западной Европы аналогичные случаи проанализировал А. Маршак, в Венгрии — Л. Вертеш, в Испании — М. Гранде. В этом же ряду свидетельств рассматриваются и элементы наскального искусства пещер: ряды и композиции знаков на стенах Ляско, Альтамиры, Нио, Ла-Мут, Фон-де-Гом и других пещер Франции и Испании — они аналогичны по ритму нарезкам на предметах

² Шовкопляс И. Г. Мезинская стоянка. Киев, 1965.

из палеолитических стоянок³. Сама возможность разделения неудобно длинных рядов насечек пополам, на 2 симметричные и равные части, была подготовлена, как показывают археологические документы палеолита, всей историей первобытного общества и его техники. Кстати, данные археологии соответствуют в этом смысле данным этнографии: абстракция числа развивалась не столько от суммирования, сколько от разделения предметов. Следующий этап разделения: ряд из 14 нарезов делился пополам, а полученное количество их (соответствующее 7 суткам — приблизительной длительности одной фазы Луны) могло осознаться и позднее. «Магическая семерка» еще в палеолите связывалась с лунными ритмами, с представлениями о времени, о космосе, о плодородии, о жизни и смерти (аналогия с «умиранием» и «возрождением» Луны на небе через одинаковые промежутки времени) — представлениями, получившими столь значительное развитие в позднейшей астрологии⁴.

Обратимся к другому, сплошному браслету из Мезина. В его орнаментации повторяющиеся витки меандров дважды разделены зонами зигзагов. Каждый зигзаг состоит из 7 линий, в 2 группах — 14 зигзагов. Соответственно «расчленим» весь рисунок орнамента. Получим 5 зон узоров: в центре и по краям зоны меандров (А, С, Е), между ними зоны зигзагов (В, D). Зоны составлены следующим числом линий: А=107, В=42, С=268, D=56, Е=91. Всего в композиции орнамента 564 линии.

Как видим, распределение линий по зонам шло неравномерно, на первый взгляд, без продуманного порядка. В зонах зигзагов разное число линий: в D на 14, т. е. на 2 зигзага по 7 линий больше, чем в В. Однако было бы поспешным предположение о том, что мастер «не рассчитал», «ошибся» и потому нарушил симметрию. Если эти «лишние» 2 зигзага с 14 линиями прибавить к зоне С, то получим ту же величину (282), что и в остальных зонах в сумме, включая оставшиеся 42 линии зоны D. Очевидно, древний мастер выбрал несколько неожиданную для нас «формулу» симметрии, подразумевая, что линия равновесия ($282=282$) пройдет

внутри группы зигзагов, отсекая 2 зигзага для присоединения их к центральной зоне меандров. Но в связи с чем потребовалось такое усложнение работы при построении орнамента и при его «прочтении»?

Орнамент на сплошном браслете построен из 564 линий. Совпадение сумм линий на двух браслетах с одной и той же величиной (удвоенным числом дней в 10 лунных месяцах) не могло быть случайностью. В обоих случаях на столь разных браслетах в Мезине построение орнамента специально должно было быть продумано таким образом, чтобы итоговая сумма линий соответствовала строго определенной величине. С календарными расчетами по циклам движения Луны, как сказано выше, нагляднее и раньше всего увязываются и ритмические особенности, и все количественные группировки узоров на составном браслете. Однако и графический язык, и содержание «записи» орнамента на сплошном браслете сложнее.

Несколько странный, на первый взгляд, способ получения двух тождественных величин, соответствующих каждой 10 лунным месяцам (через отделение в зоне зигзагов 14 линий «в пользу» зоны С), предстает в ином свете после того, как выявляются дополнительные соотношения между зонами. Если прибавить к центральной зоне меандров С обе зоны зигзагов В и D, то сумма будет соответствовать числу дней солнечного года ($268+42+56=366$). Отсюда следует, что замысел мастера, создавшего резной орнамент на сплошном браслете Мезина, учитывал календарные наблюдения за Лунной и Солнцем, связывал эти наблюдения в определенную систему, которая в итоге нашла свое отражение в общей композиции этого орнамента и его деталях. В частности, наличие двух зон зигзагов В и D по обе стороны от центральной зоны С, количество линий в зигзагах, асимметрия в этом количестве (14 «лишних» линий в D), по замыслу, очевидно, могли играть важную роль: служить для соизмерений древнейшего счета времени по Луне (и «лунного календаря беременности») с самым удобным счетом времени по Солнцу, совпадающим с годовым циклом чередования сезонов, столь наглядным и практически важным в жизни первобытного охотника⁵.

³ См. сноску 1.

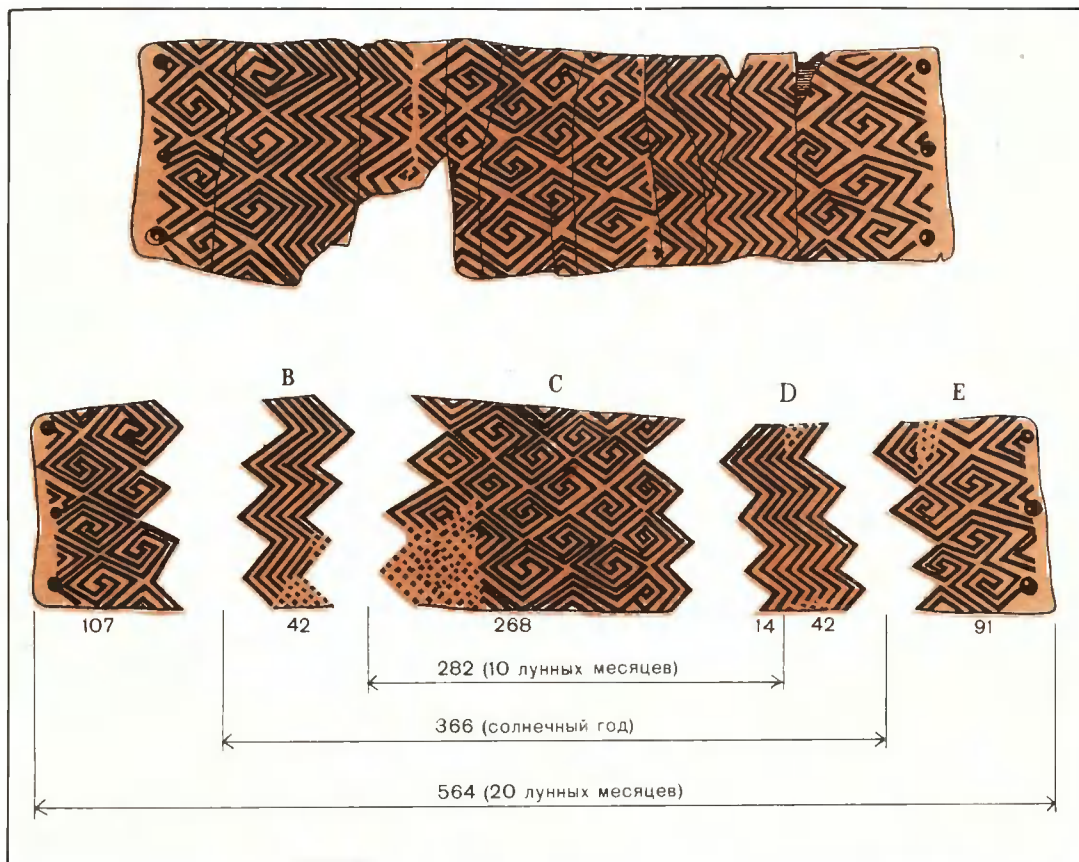
⁴ Подробнее см.: Фролов Б. А. Магическая семерка. — «Природа», 1972, № 5; его же. Числа в графике палеолита. Новосибирск, 1974.

⁵ Фролов Б. А. Числа в графике палеолита, с. 135—138.

Здесь нетрудно предвидеть вопросы двойного рода.

Первая группа вопросов так или иначе связана с сомнением в том, что человеку палеолита в принципе могли быть доступны наблюдения и расчеты на таком уровне точности. Для исчерпывающего ответа нужно хотя бы самым беглым взором окинуть историю изучения палеолита. Вспомним, что немногим более 100 лет назад отрицалась сама возможность древнекаменного века в истории человечества, возможность существова-

ния «ископаемого человека». Затем отрицалась способность этого «троглодита» создавать что-либо кроме примитивных орудий, например, графические изображения миниатюрных размеров. Затем долгое и яростное отрицание того факта, что человек верхнего палеолита мог создать монументальные наскальные росписи в глубине карстовых пещер. Отрицание сложных погребальных обрядов палеолита. Отрицание долговременных жилых сооружений — своего рода «первобытной архитектуры» у людей палеолита; отри-



Развертка орнамента сохранившейся части браслета из бивня мамонта и расчленение групп орнамента. Пунктиром показано предполагаемое расположение линий на несохранившейся части браслета. Верхний палеолит. Мезин [СССР].

цание культурно-этнических различий у соседствовавших охотничьих коллективов; отрицание возможности четкой логической мысли у человека верхнего палеолита — по всем данным принадлежавшего уже к современному антропологическому типу *Homo sapiens*... Все это уже пройденные этапы, ставшие достоянием истории науки о палеолитическом человеке. Все это давно уже не отрицается, а подтверждается солидными фактическими

свидетельствами. Чем глубже мы вникаем в суть этих многообразных и ярких свидетельств, тем более убеждаемся, что начатки простейших астрономических наблюдений и расчетов — естественное, вполне закономерное звено в цепи этих свидетельств.

Вторая группа вопросов связана с содержанием, целями и средствами таких наблюдений и расчетов. Попытаемся ответить на них с той степенью полноты, которая доступна сейчас по дошедшим до нас, далеко не полным и не в лучшей сохранности «немым документам», по современному состоянию их систематизации, расшифровки, интерпретации.

Прежде всего, сплошной браслет из Мезина — не единственный палеолитический документ, дающий возможность сопоставить его характеристики со счетом дней солнечного года. Рассмотрим бляху из бивня мамонта, найденную в стоянке Мальта на Ангаре. На ее поверхности в спиральных узорах из круглых ямок также можно выявить элементы как лунного, так и солнечного счета времени. Хотя здесь иные приемы, и, по-видимому, иные культурно-этнические традиции деления солнечного года и его связи с лунным календарем, но длительность года ($243 \pm 122 = 365$ ямок) также положена в основу композиции орнамента. (Условно-геометрическая орнаментация палеолита достигает максимальной сложности на бляхе Мальты и браслете Мезина, по-видимому, не случайно. Столь совершенные изделия, требовавшие значительно больших, в сравнении с другими вещами из этих стоянок, затрат труда, времени, мастерства, сконцентрировали в себе ценнейшие крупницы первобытного знания о ритмах космоса.)

После того как К. Хентц показал общую семантику спиральных, меандровых и аналогичных им узоров в первобытных культурах Евразии и Америки как космических символов⁶, мезинский меандр и мальтинская спираль рассматриваются как разновидности одного символа, восходящего к условным изображениям динамики лунных (вообще — космических) циклов и движения змей⁷. Лунная символика меандра наглядно реконструируется по материалам Мезина: меандры разде-

ляют полумесечные группы нарезок на шумящем браслете с периодичностью полнолуний. На одной пластине из мамонтова бивня (Мезин) по краю чередуются нарезки, длина и число которых соответствуют динамике лунного цикла на протяжении 1,5 месяцев (три половины лунного месяца), и эта запись замкнута тремя же меандровыми завитками (количество их как бы «дублирует» в сжатом виде 3 группы нарезок на краях).

Не исключено, что на сплошном браслете в дополнение к лунной, представлена и частичная солнечная семантика меандров: каждый меандр построен из трижды повторенных четырехугольных витков со взаимно параллельными сторонами, т. е. из 12 линий. На браслете 30 полных меандров, т. е. ими можно выразить ту самую формулу: $30 \times 12 = 360$, по которой еще в V тыс. до н. э. исчисляли год по Солнцу в Древнем Египте (прибавляя 5 «лишних» дней к последнему месяцу: такое «неудобство» расчета, видимо, не очень беспокоило египтян, как многих более северных охотников — чукчей, коряков в этнографической современности — не беспокоили расхождения на несколько дней их календарных систем с годовым обращением Солнца). Кстати, на сходство приемов традиционного времяисчисления у тунгусских племен и у древних египтян уже обращал внимание Л. Я. Штернберг⁸.

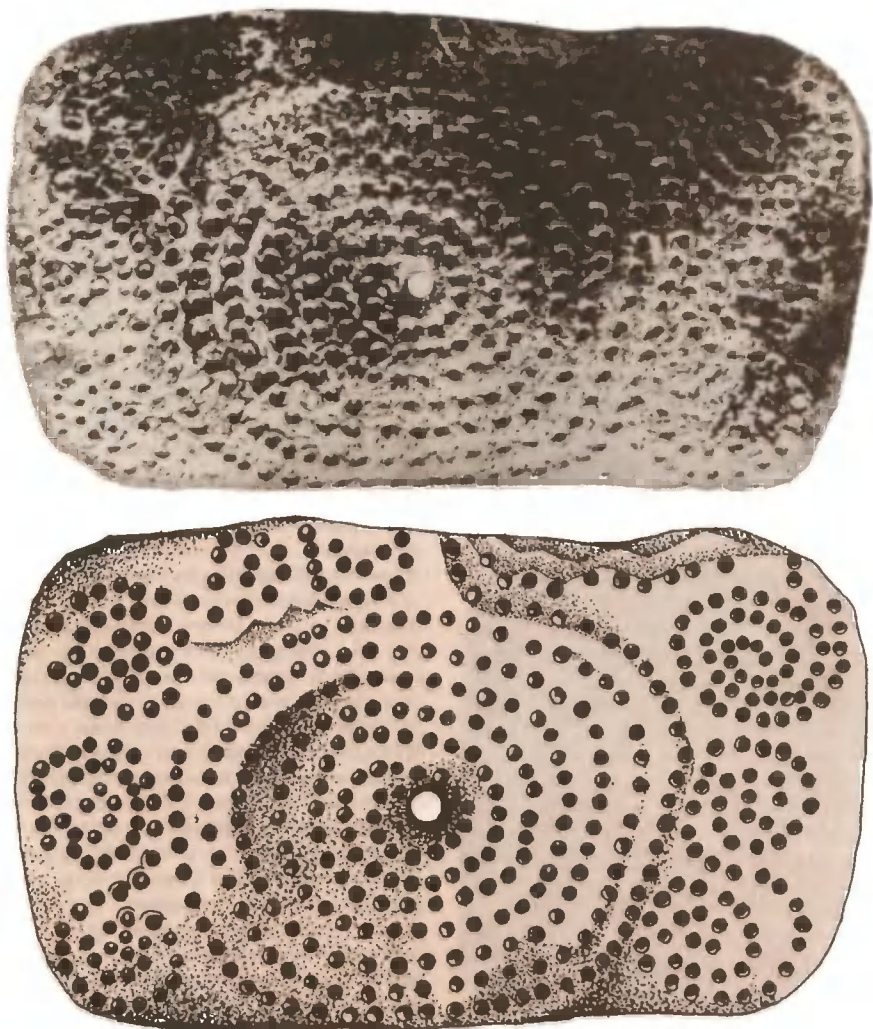
Осознавая всю деликатность проблем, связанных с привлечением этнографических данных к интерпретации археологических документов палеолита, нужно все-таки признать, что значение последних зачастую, как бы «по инерции», неоправданно занижалось. Между тем этнография не может указать такого достоверного в научном отношении факта, когда племя не умело бы ориентироваться во времени и в пространстве по движению небесных светил. Для счета дней и месяцев достаточно было двух числительных «один» и «два», простейшего счета по пальцам и суставам рук, позволявшим выразить числа до 17⁹. В тех же узорах на шумящем составном браслете Мезина

⁶ Там же, с. 169.

⁷ Окладников А. П. Утро искусства. Л., 1967.

⁸ Штернберг Л. Я. Первобытная религия в свете этнографии. Л., 1936.

⁹ Леви-Брюль Л. Первобытное мышление. М., 1930, с. 124; Тэйлор Э. Б. Первобытная культура. СПб, 1896, с. 217.



Бляха из бивня мамонта с изображением спиралей из резных ямок. Прорисовка орнамента, который состоит из центральной спирали [243 ямки], а также из симметрично расположенных по ее краям малых спиралей, к которым слева примыкает полумесяц [14 ямок], а справа — линия [11 ямок]. Слева и справа от центральной спирали орнамент содержит по 122 ямки. Верхний палеолит. Мальта [СССР].

математики констатируют умение их автора считать не менее чем до 20¹⁰. Сравнивая черты фиксации календарно-астрономических величин в палеолите и в этнографии охотников Севера, где тради-

ции или аналогии с культурами палеолита особенно устойчивы, мы получим дополнительные возможности приблизиться к пониманию начал первобытной астрономии, складывавшихся в палеолите.

Космические мотивы, включая сюжеты о брачных отношениях между Солнцем и Луной, широко распространены в мифах народов Сибири и в связанных с этими мифами изображениях и орнаментах. Причем, как правило, именно женская половина охотничьих и оленеводческих коллективов Арктики (коренного ее населения: чукчей, коряков, юкагиров, эскимосов и т. д.) компетентна в изготовлении, истолковании и использовании космических узоров на женских праздниках Солнца (эскимосы) и других сезон-

¹⁰ История отечественной математики. Т. 1. Киев, 1966, с. 40—41.

ных празднествах. Нередко эти узоры близко напоминают узоры палеолитических орнаментов и солярное осмысление таких орнаментов действительно было самым древним, исходным¹¹. Вместе с тем лунный календарь с исчислением по нему сроков беременности также относится к глубочайшим, древнейшим традициям в культуре арктических охотников, где женщины являются и хранительницами этого лунного календаря. Представления о важности срока в 10 месяцев как наиболее соответствующей природе чело-



Фигура женщины с рогом быка, вырезанная на плите известняка. 13 нарезок на роге ряд исследователей связывает с почитанием Луны. Верхний палеолит. Лоссель (департамент Дордонь, Франция).

века календарной форме оказываются, в связи с этим, удивительно сходными в древней Европе и в Северной Америке. Старые индейцы арапахо, юроки, манданы свой 10-месячный календарь объясняли первым исследователям тем, что на руках у них 10 пальцев, а беременность женщин длится 10 месяцев. В том же смысле о календаре предков древних римлян говорил Овидий.

Год завершался тогда десятой луны исполнением.

Это и было число в высшей у древних чести.

В знак ли перстов десяти, привычного счета порядка,

Или что женских родов месяц десятый пора...¹².

Разумеется, необходимы дополнительные расчеты, чтобы соотнести лунные месяцы (в частности, 10 лунных месяцев) с годовым циклом Солнца. Для такой функции можно было использовать записи меньших отрезков времени, как в чукотском календаре из 14 групп по 7 нарезок (98 дней)¹³, с которым охотники уходили из стойбища на промысел. Мы уже рассматривали возможность использования 14 зигзагов из 7 линий (98 линий) в составе общей композиции орнамента на сплошном браслете Мезина для той же цели: соотношение 10 лунных месяцев и солнечного года. Та же «формула» орнамента ($7 \times 14 = 98$) неоднократно встречается в Мальте и в других стоянках. Такие предметы, как браслеты, бляхи, подвески, люди палеолита могли носить повседневно и пользоваться узорами на них для учета времени в длительных экспедициях¹⁴: в поисках дичи, сырья для орудий и т. д., ибо календарь их был не самоцелью, а средством решения практических задач.

Промысловая и бытовая предназначенность ранних форм календаря не толь-

¹² Цит. по: Тэйлор Э. Б. Первобытная культура. СПб, 1896, с. 231.

¹³ Орлова Е. П. — «Сибирский археологический сборник». Новосибирск, 1966, с. 297—321.

¹⁴ Например, счет дней с помощью мальтинской бляхи мог производиться перестановкой шпены из одной ямки узора в следующую. Именно так считали дни якуты еще в начале XX в. на деревянном «вечном» календаре, являющим собой удивительную аналогию мальтинской бляхи.

¹¹ Иванов С. В. Орнамент народов Сибири как исторический источник. М.—Л., 1963, с. 218, 221—223.

ко не противоречила астрономической основе более развитых систем хронологии, но хорошо согласовывалась с этой основой. Так, Аристотель отмечал следующий характерный факт: скифы, кельты и другие северные «варвары» знали и практически пользовались совпадением срока беременности кобыл и ослиц с солнечным годом¹⁵. Соглашаясь, что «кобыла и ослица несут целый год», Аристотель как бы пренебрег тем, что точные сроки беременности кобыл и ослиц несколько короче (примерно на 20 дней)¹⁶ солнечного года. Ему (и в еще большей степени — самим первобытным скотоводам и охотникам) важно было здесь учесть практически почти полное совпадение определенного физиологического цикла с астрономическим. Точно так же чукчи или эскимосы не заботились об излишке дней из-за несоответствия 12 лунных месяцев солнечному году (в их календаре: между двумя зимними солнцестояниями)¹⁷. Во всех этих случаях важные практические следствия почти полного совпадения сравниваемых величин — а заметить его вполне могли люди верхнего палеолита, коль скоро они графически фиксировали циклы Луны и Солнца, периоды беременности женщин, периодические сезонные изменения в жизни промысловой фауны, получившей столь яркое отображение в их искусстве. Ведь эти наглядные и повседневные наблюдения, необходимые для практической деятельности в общине первобытных охотников, значительно упрощали для них процедуру календарных расчетов.

Поэтому допустимо следующее предположение. Охотники верхнего палеолита могли фиксировать для основных видов промысловых животных, чаще всего изображенных в их искусстве, сроки беременности примерно в тех же округленных величинах, которыми пользовались, согласно Аристотелю, древние охотники и скотоводы Евразии: год — у лошадей, ослов; 2 года — у слонов; 10 месяцев — у быков. Добавим, что у

северных оленей этот срок определяется в 8 месяцев, или около 243 дней.

Последняя величина совпадает с числом (243) ямок в центральной спирали на пряжке Мальты, где, как выяснилось в первые же годы исследований, до 90% фаунистического комплекса приходилось именно на северных оленей. Отсюда специфика мальтинского календаря, подобно специфике календаря наганасан и чукчей, связана со специализацией промысла: 8 месяцев совпадают с периодом между течкой и отелом у оленей (соот-



Фигурка женщины из бивня мамонта с 14 месяцевидными нарезками по центру. Верхний палеолит. Буреть [СССР].

¹⁵ Аристотель. О возникновении животных. М.—Л., 1940, с. 127.

¹⁶ Киршенблат Я. Д. Половые циклы самок млекопитающих. — «Природа», 1951, № 10, с. 43.

¹⁷ Богораз В. Г. Чукчи. Ч. 1, Л., 1934, с. 30.

ветствующие месяцы традиционно назывались: «месяц течки диких оленей», «месяц теления»).

В зависимости от сезонно-метеоро-



Типичная композиция пещерной живописи палеолита: бык, лошадь, ряд пятен. Число пятен сопоставимо с числом дней лунного месяца. Верхний палеолит. Пещера Ляско (департамент Дордонь, Франция).

логических условий, пола и физического состояния оленей у малых народов Сибири применялся тот или иной из многих известных им способов охоты на это животное, которым соответствовали и календарные циклы охотничьих праздников. Допустимо, что при длительных устойчивых традициях специализированной охоты в палеолите охотничьи празднества (их связь с искусством палеолита признают все современные его исследователи) устанавливались в соответствии с определенными календарными вехами, исчисляемыми по движению Солнца и Луны. Во всяком случае, уже вряд ли можно сомневаться, что 243 ямки центральной спирали на бляхе Мальты отнюдь не случайно совпадают с циклом воспроиз-

водства главного объекта охоты мальтинцев. Прибавляя к этим 243 ямкам центральной спирали 122 ямки на краях ее, мальтинец мог получить величины для года ($2/3 + 1/3$ года).

Особый смысл темы «бык и женщина» в палеолите Евразии оживленно дискутируется, особенно после того, как статистический анализ палеолитических изображений на стенах пещер показал главенствующее положение фигур быков и женских знаков в центральных панно подземных галерей. Вместе с лошадьми эти сюжеты вообще численно доминируют в пещерном искусстве над прочими образами и знаками¹⁸. Смысл такого доминирования, очевидно, сложнее, чем просто предпочтение двум обычным видам дичи: на это указывают сложные живописные композиции в Ляско, Альтамире, Нио и других пещерах, где быки и лошади не только композиционно

¹⁸ Leroi-Gourhan A. Prehistoire de l'art occidental. P., 1965.

взаимосвязаны, но и дополнены сериями знаков — специфически «женских» по начертанию и календарно-астрономических по чередованию и количеству (в их рядах те же типичные ритмы, что и в счетно-календарных нарезках на вещах из палеолитических стоянок).

Допуская, что ключом к теме «бык и женщина» мог служить один и тот же календарный срок беременности (10 лунных месяцев), логично было бы рассматривать смысл третьего персонажа древних композиций — лошади — по тому же «параметру», совпадающему здесь уже с солнечным годом, с циклом смены сезонов.

Важность таких календарно-астрономических вех была, очевидно, связана с ритмичной организацией жизнедеятельности первобытных охотничьих общин. Периоды интенсивного промысла, сопровождаемые разнообразной регламентацией поведения мужской и женской частей общины в целях успешной охоты на крупных млекопитающих, чередовались с периодами снятия запретов (сезонные празднества) ради продолжения рода. О таком принципе распределения «векторов» поведения в общинах охотников мы теперь можем судить в первую очередь по данным этнографии. Отражение аналогичных действий и праздников палеолитических охотников в их искусстве не оспаривается ни одним из современных исследователей. Соответствующая же организация коллективного поведения (без которой само существование первобытных общин в суровых условиях ледниковой эпохи было бы немыслимым) требовала выработки стабильных и наглядных единиц измерения многодневных периодов времени, совпадающих с циклическими изменениями в живой природе, «в ритме» которых жили охотничьи общины. Универсальным «общим знаменателем» для всех вариаций первобытного времяисчисления оставалось видимое невооруженным глазом движение небесных тел (прежде всего Солнца и Луны) и соотнесенные с этим движением циклы жизнедеятельности млекопитающих и их размножения.

Не здесь ли нужно искать истоки столь характерного для первобытной астрономии принципа олицетворения небесных тел в образах животных, отголоски которого живут в наших названиях созвездий? Истоки столь характерных для древних евразийских мифов образов

«лунного быка» и «солнечного коня», олицетворения Вселенной в виде коровы земледельцами Древнего Египта, Месопотамии, Индии — цивилизаций, где развитие астрономии и астрологии стало играть столь заметную роль (и в искусстве которых, кстати, мы встречаем уже знакомые по палеолиту спиралевидные и меандрические узоры)?

С другой стороны, на обширных пространствах северной Евразии, где тысячелетиями сохранялась культура охотников на оленя, именно этим главным промысловым животным олицетворялись небо или его части, а образ «солнечного оленя» прослеживается от Скандинавии до Чукотки. Не менее красноречив такой археологический факт, как палеолитический орнаментальный календарь охотников на оленей из Мальты, на котором центральное место отведено величине, соответствующей сроку беременности оленьей самки — важности, соотнесенному с годовым циклом Солнца.

Таким образом, важнейшим практическим мотивом, определявшим неповторимое лицо первобытной астрономии, как она проступает в немногих документах палеолита, было, видимо, представление, что процессы воспроизводства в человеческих коллективах и в мире животных являются двумя сторонами единого хода времени, приводимого, в конечном счете, к динамике движения небесных светил. Так, до сих пор у эскимосов воспроизводство поколений носит сезонный характер, периодичность родов у эскимосских женщин совпадает с периодичностью родов у крупных промысловых животных, на которых охотятся эскимосы¹⁹. Все это позволяет предположить, что и у охотников верхнего палеолита конкретные формы осмысления календарно-астрономических циклов строились на реальных совпадениях с этими циклами двух фундаментальных основ бытия — динамики производственно-промысловой деятельности и динамики воспроизводства человеческого коллектива. Такие совпадения, имея первостепенную практическую ценность, служили простым конкретным стимулом формирования все более отвлеченных представлений о мерах времени и соответствующих им небесных явлениях.

Систематически наблюдая за движе-

¹⁹ Малори Ж. Загадочный Туле. М., 1973, с. 99, 216.

нием Солнца и Луны, люди эпохи палеолита не могли оставлять без внимания другие небесные светила. Беспокойная жизнь палеолитических охотничьих общин, их длительные экспедиции по разнообразным маршрутам в поисках дичи, сырья для орудий и пригодных мест для стойбищ, расселение по обширным пространствам Северной Азии, Америки и других территорий — все это требовало, хотя бы для практического ориентирования в пути по неосвоенным землям, определенного знания «карты» звездного неба.

Такой важный ориентир, как Полярная звезда, был выделен очень рано в связи с формированием представления о четырех сторонах горизонта: в искусстве, ритуалах и в материальной культуре верхнего палеолита разделение северного, южного, западного и восточного направлений стало устойчивой традицией²⁰. Очевидно, на ночном небосводе люди палеолита могли выделять другие светила и группы светил, а при обозначении их пользоваться универсальным для первобытного мира способом: обращаясь к стереотипам своих производственно-промысловых (охотничьих) и общинно-родовых представлений. Правда, для реконструкции этого аспекта первобытной астрономии палеолита все еще не собраны вполне достоверные непосредственные свидетельства.

Большой интерес представляют зафиксированные этнографией случаи полного совпадения группировки звезд в созвездиях у далеких друг от друга народов, сохранявших вместе с тем немало таких черт в своей культуре, которые были присущи палеолитическим культурам Евразии. Наглядным примером может служить созвездие Большой Медведицы: с какими бы животными ни ассоциировалось оно у народов Северной Азии (с медведем — у орочей, с диким оленем — у коряков, с лосем — у хантов и тунгусов, с ланью — у бурятов), оно состоит из тех же семи звезд. С другой стороны, созвездие Плеяды обозначалось в противоположных точках земного шара: у аборигенов Австралии, индейцев Америки, коренного населения Сибири, в античном Средиземноморье одним и тем же образом «семи сестер» (при всем различии в сюжетах связанных с ним мифов и в его языковом

выражении). Наиболее естественное объяснение такому факту может дать предположение, что это образное обозначение Плеяд, как и само выделение созвездия, по времени предшествовали заселению Америки и Австралии, т. е. возникли в палеолите. В контексте всего, что мы знаем сегодня о палеолитической астрономии, это утверждение отнюдь не будет невероятным. Что касается конкретных форм осмысления небесных явлений в ту эпоху, вряд ли подлежит сомнению влияние на него палеолитической семиричной «модели мира» и отождествление движения созвездий с бегом животных, преследуемых охотником или хищником, — повсеместно распространенное, как свидетельствуют данные этнографии, у охотничьих народов.

Счетно-календарные группы графики (символы Солнца и Луны, а также серии точек, кружков, пятен или ямок) сопровождают мобильные и монументальные изображения не только в палеолите, но, в соответствии с палеолитической традицией, также в неолите и в начале эры металла в Сибири, Карелии, Средней Азии, на Кавказе, в Западной Европе и в Америке. В контексте этих памятников, возможно, и монументальные неолитические сооружения типа Стоунхенджа и Каллениша, для которых доказаны функции весьма сложных и точных по тому времени астрономических наблюдений, естественно представлены закономерной и высокой степенью в развитии культурных традиций, зародившихся в палеолитическую эпоху.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

- Богораз В. Г. ЧУКЧИ. Л., 1934.
Иванов С. В. ОРНАМЕНТ НАРОДОВ СИБИРИ КАК ИСТОРИЧЕСКИЙ ИСТОЧНИК. М.—Л., 1963.
Малори Ж. ЗАГАДОЧНЫЙ ТУЛЕ. М., 1973.
Окладников А. П. УТРО ИСКУССТВА. Л., 1967.
Шовкопляс И. Г. МЕЗИНСКАЯ СТОЯНКА. Киев, 1965.

Фролов Б. А. МАГИЧЕСКАЯ СЕМЕРКА. — «Природа», 1972, № 5.

Фролов Б. А. ЧИСЛА В ГРАФИКЕ ПАЛЕОЛИТА. Новосибирск, 1974.

²⁰ Фролов Б. А. Числа в графике палеолита, с. 142—144.

Центр научной культуры им. Этторе Майорана в Эриче

С. П. Капца

Доктор физико-математических наук

Институт физических проблем им. С. И. Вавилова АН СССР
Москва

У самой западной оконечности Сицилии на вершине горы, круто поднимающейся от берега моря, на высоте 750 м находится небольшой город Эриче. Согласно легенде, он был основан сыном Венеры Эриком более трех тысячелетий тому назад. Гомер и Полибий, Вергилий и Гораций писали об этом удивительном уголке Сицилии. Бурная история острова нашла свое отражение в архитектурном облике Эриче, сохранившего и по сей день все черты старинного и богатого средневекового города, где в эпоху расцвета было более 60 церквей, а торговые ряды и крепостная архитектура до сих пор напоминает о том, что торговля и лихие набеги пиратов, укрывавшихся в изрезанных берегах Сицилии, похожей своим пейзажем на Крым, служили источником его славы и богатства.

Это, однако, все в прошлом. Сейчас в городке живет всего несколько сот человек, обслуживающих туристов, а половина домов, окружающих глухими стенами живописные внутренние дворики, стоят пустыми.

Тем не менее именно здесь в 1963 г. была впервые организована первая Международная школа им. Этторе Майорана по вопросам физики элементарных частиц. Ее создатель — известный итальянский физик, ныне профессор Болонского университета Антонино Зикики. Он уроженец этих мест, и именно потому он решил в родной ему Сицилии основать Центр научной культуры, сделать Эриче не-



Фотография Этторе Майорана из его университетской карточки. 3 ноября 1923 г.

ким форумом международной научной жизни.

Потребовалась исключительная предприимчивость, настойчивость в поисках средств и поддержки, большой организационный талант для того, чтобы такую почти невозможную мечту сделать реальностью. Был восстановлен и отремонтирован старинный монастырь св. Рока, где находится администрация школы, возглавляемая доктором Габриэлем, в бывшей трапезной устроена прекрасно оборудованная аудитория, установлена множительная аппаратура, сделаны удобные жилые комнаты для лекторов и слушателей.

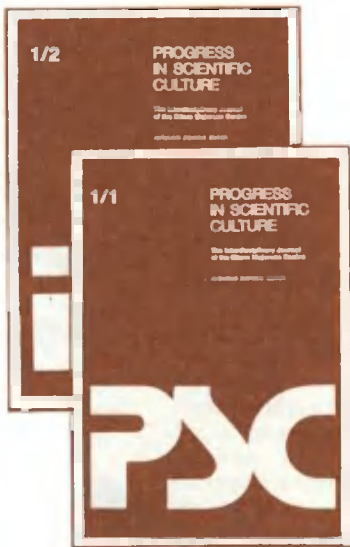
Привлекая местных реставраторов и умело поддерживая конкуренцию соперничающих заведений, администрация организовала питание участников школ. Однако самое важное — это то, что за последние годы Эриче стало местом проведения большой серии школ, отличающихся высоким уровнем лекторов и очень современным кругом проблематики. Школы посвящены таким темам, как ядерная физика, физика высоких энергий и космических лучей, современные проблемы астрономии и астрофизики, генетики и биофизики, атмосферной физики и физики Земли, квантовой электроники и кристаллографии, медицинской проблематике и этологии, социальному и инженерному системному анализу, семиотике, прикладным проблемам ядерной физики и физики низких температур,

истории и методологии науки, экономике и транспорту, кибернетике и экологии, а также многим другим вопросам.

Большинство школ — международные, хотя некоторые предназначены только для итальянских ученых и учителей в качестве развернутой системы повышения их квалификации. Организация каждой школы, приглашение лекторов, руководителей семинаров, отбор слушателей — их обычно бывает 50—100 человек — ведется под руководством ее директора, крупного ученого.

В качестве примера можно рассказать о Международной школе по ускорителям заряженных частиц, проходившей с 10 по 22 ноября 1976 г. Ее директором был создатель комплекса встречных пучков ЦЕРНа Е. Йонсен, тематика школы была всецело посвящена вопросам динамики частиц в накопителях. Лекторами были в основном ведущие сотрудники ЦЕРНа. Лекции читались с утра в течение четырех часов. После обеда происходило их обсуждение и ответы на вопросы слушателей, причем благодаря умелому руководству дискуссией со стороны Йонсена эти занятия были очень полезными, особенно, если учесть, что все слушатели получали ксерокопии конспектов лекций. Вечером проходили специальные семинары с докладами, посвященными актуальным проблемам ускорителей и физики высоких энергий. Таким был доклад Адамса о протонном синхротроне ЦЕРНа на 400 ГэВ, доклад Вика (Гамбург) о физике на встречных протонных, электронных и протон-электронных пучках, доклад Восс (Гамбург) о строительстве комплекса встречных электрон-позитронных пучков ПЕТРА на 19 ГэВ. Автор этих строк провел семинар по синхротронному излучению, его получению и использованию. Интересным было сообщение проф. Цетти (Болонья) об ускорении частиц в космических условиях, где был дан живой обзор ряда проблем современной астрофизики. На заключительном заседании школы выступил директор

ЦЕРНа Ван-Хове с докладом «Что ожидают физики от все более высоких энергий?», представляющим поучительный анализ современного состояния физики высоких энергий и тех проблем, которые, по мне-



Первые два выпуска нового журнала «Прогресс в научной культуре».

нию докладчика, ожидают нас в будущем. Интересен был также обзорный доклад Томаса (Резерфордская лаборатория) о современном состоянии прикладной сверхпроводимости.

В заключение директор всего Центра научной культуры А. Зикики выступил с общим программным докладом о смысле и значении более широкой системы информации ученых о проблемах науки. Им был поставлен вопрос — стала ли наука частью нашей культуры в том смысле, в котором это понимали Галилей и Леонардо да Винчи. Зикики справедливо напомнил о том, что при современном развитии знаний необходимо как преодоление границ, возникающих между отдельными специальностями и научными дисциплинами, так и постоянное обновление знаний, переподго-

товка ученых и преподавателей университетов и школ. Им резко критиковалась современная система построения школьных и вузовских программ, которые во многом не соответствуют тому, чтобы подготовить человека к стремительному развитию знаний и их приложений, которыми характерно наше время. Не меньшее внимание следует уделять широкой пропаганде науки, ее популяризации, чтобы помочь людям освоиться как с достижениями науки, так и с ее возможностями, понять место, которое она занимает в нашей жизни, как она становится неотъемлемой частью не только производства, материальной культуры, но и современной духовной культуры.

Развитие этих идей при организации Центра научной культуры им. Э. Майорана привело также к основанию нового журнала «Прогресс в научной культуре», два выпуска которого уже вышли. Этот журнал, который, правда, еще только находит свое лицо и нащупывает подходы к сложным проблемам, посвященным месту науки в современной культуре, выходит ежеквартально. Свою основную задачу редактор журнала Зикики видит в развитии междисциплинарных связей в науке. Журналом руководит обширная международная редколлегия, в которую входят также видные советские ученые Н. Н. Боголюбов, Б. М. Понтекоров.

Однако главное дело Центра — это школы. Сейчас уже на два года вперед расписаны все недели для занятий, определены темы и подобраны руководители школ. Руководство Центра рассчитывает расширить как аудиторию, так и жилье. Основной задачей школ, по существу, является систематическая переподготовка и обучение лиц, имеющих уже высшее образование, может быть даже ученую степень.

Выбор направлений и проблематика школ связаны в первую очередь с быстро растущими направлениями, где возникают новые вопросы, ме-

тоды и подходы, не получившие еще своего монографического завершения, не ставшие еще частью наших рабочих представлений. Поэтому как способ знакомства с последними достижениями науки

культуры в Эриче представляется наиболее интересным. Не само расположение школы в этом удивительном уголке Сицилии, удаленном от каких-либо крупных научных центров или университетов и изолиро-

итальянском физике-теоретике, уроженце Сицилии, именем которого названа школа. Этому ученому мы обязаны введением одного из видов ядерных сил обменного взаимодействия (сил Майорана), им также бы-



Участники Международной школы им. Этторе Майорана во дворе монастыря Сан-Марко, где проводили занятия.

школы следует считать весьма важным делом. В работе школ часто принимают участие советские ученые, хотя число наших слушателей могло бы быть и больше. Заметим, что большинство текстов лекций школ затем издаются, и тем самым делаются доступными многим, а обучение в школах несомненно помогает поднять на более высокую ступень подготовку ее участников. Более того, это может рассматриваться как действенный канал повышения общественной эффективности науки. Именно с этой точки зрения опыт работы Центра научной

ванном в то же время от суесть современной жизни, делает этот Центр таким привлекательным. Сила его привлекательности в первую очередь заключена в той культурной, интеллектуальной атмосфере, которую там удается создать и которая поддерживается организаторами Центра, тем чувством высокой научной традиции, которой они следуют.

«Есть много категорий ученых: ученые второго или третьего рангов делают все возможное, однако далеко вперед в науке не продвигаются. Есть и ученые первого класса, делающие большие открытия, основополагающие для развития науки. Но есть и гении, такие как Галилей и Ньютон. Этторе Майорана был одним из них». Так писал Энрико Ферми о безвременно погибшем блестящем молодом

ло предложено волновое уравнение, описывающее частицы со спином $1/2$, так называемое уравнение Дирака в представлении Майорана.

Быть может, именно Италия дала нам великие примеры всеобщности человеческой культуры в прошлом, и потому не случайно то, что эти традиции живы и сегодня. В современный сложный момент истории страны особенно остро воспринимается потребность в целостном охвате явлений как в общественной жизни, так и в науке, и именно в этом следует видеть одну из причин этого интересного и полезного начинания.

Путешествие философии, или канцлер Бэкон и его переводчики

В. Я. Лакшин

5

При Императорском Московском Университете продается напечатанная вновь, переведенная с французского на Российский язык книга под титулом: Житие Канцлера Франциска Бакона, ценю экземпляр по одному рублю, без переплету.

«Московские ведомости»,
6 февраля 1761 года

Всего четыре года спустя после выхода в свет во Франции книга о Бэконе, содержащая его биографию и «Анализ философии», была издана в Москве.

Судьба этого перевода неотделима от начальных страниц истории Московского университета. А. А. Барсов и Н. Н. Поповский — первые профессора университета — в своих вступительных речах при начале занятий настойчиво обращали внимание на роль философии в развитии русского общества: философия включала тогда в свой состав, помимо натурфилософии, зародыши всех общественных наук. Н. Н. Поповский, в частности, высказывался за преподавание философии на родном языке, в то время как в Европе эта наука преподавалась еще исключительно на латыни. «Нет такой мысли, кою бы по российски изъяснить было невозможно, — говорил Поповский. — Что ж до особых, надлежащих к философии слов, называемых терминами, в тех нам нечего сомневаться»¹.

До 50-х годов XVIII в. специальной философской литературы на русском языке вообще не существовало. Помимо других причин стесненность вызывало отсутствие отечественной философской терминологии. Переводчик книги Гейнекция в 1765 г. отмечал в предисловии: «Всем известно, что на русском языке немного еще находится философических книг, по причине, может быть, в изображении терминов»². Но потребность в философских знаниях у русского общества, и прежде всего у его молодой поросли — студентов первого русского университета, была серьезной. На службу этой задаче была поставлена деятельность университетской типографии, возникшей через год после открытия самого университета. В числе первых напечатанных типографией книг были философские труды: умозрительная поэма А. Попа «Опыт о человеке» (1757) и двухтомное сочинение Локка «О воспитании детей» (1760), переведенные Поповским.

В те же годы философские вопросы начинают занимать и известного драматурга А. П. Сумарокова. Он пишет специальное рассуждение «О разумении человеческого по мнению Локка» (1759). Внимание к английскому сенсуализму, к Локку было подогрето успехами Ломоносова и его школы, придавшей большое значение эксперименту, опыту, доверию к чувственному познанию. Понятно, что

Окончание. Начало см. в № 7.

¹ Избранные произведения русских мыслителей второй половины XVIII века. Т. 1. М., 1952, с. 91.

² Гейнецкий И. Г. Основания умственной и нравоучительной философии, обще с сокращенною историею философическою. М., 1765.



Василий Кириллович Тредиаковский (1703—1769).

русские просветители середины XVIII в. не могли пройти и мимо фигуры Бэкона.

Сведения о том периоде жизни и деятельности Василия Кирилловича Тредиаковского, когда он трудился над книгой о Бэcone, очень скудны, их придется восстанавливать по крохам.

Известный придворный поэт, хоть и прибывший, по злему слуху, министром Волынским палкой, Тредиаковский в кон-

це 50-х годов реже пишет стихи, меньше занимается теорией версификации, увлекавшей его в предшествующие годы, и центр внимания переносит на философские и исторические «штудии». Ему хочется сделать достоянием соотечественников крупнейшие достижения европейской просвещенной мысли.

К сорока годам он предпринимает гигантский труд перевода многотомной

«Истории» Роллена-Креве. Несколько томов вполне готовой рукописи сгорают при пожаре типографии, и великий труженик переводит их заново. К разным томам этой «Истории» Тредиаковский сам пишет введения, в которых излагает курс «практической философии» в духе ранних теоретиков «естественного права» Гроция и Пуффендорфа. Занятия Тредиаковского философией становятся столь основательными, что в конце 50-х годов он представляет на суд академиков пять своих рассуждений «о силе нравоучительной философии».

Оригинальные философские сочинения Тредиаковского до нас почти не дошли. Известно лишь «Слово о Мудрости, Благоразумии и Добродетели», напечатанное впервые во втором томе «Сочинений и переводов» Тредиаковского³. Это рассуждение написано в традициях рационалистической «нравственной философии». Серьезное значение имел словарь латинских философских терминов (с переводом их на французский язык), приложенный к «Слову». В самом же тексте рассуждения Тредиаковский пользовался русскими терминами, многие из которых были предложены им впервые.

Новые философские занятия профессора элоквенции не встретили поддержки в Академии. Это было тяжело пережито Тредиаковским.

Даже многим своим современникам Тредиаковский представлялся фигурой литературно неуклюжей, если не сказать нелепой. Чаще вспоминались не его шедевры, вроде

Почну на лире песнь печальну,
Зря на Россию сквозь страны дальны,

а потешные, звучащие пародией строки:

Северные ветры ду-
Ют, гулять не пойду,
или

Елизавета Петровна, о!
Поехала в Царское село.

Он выглядел смешным при дворе, копировавшем галантные нравы петиметров, и не нашел себя в ученом собрании среди пудренных немецких париков.

А между тем по своей страсти к

просвещению, трудовой хватке и демократическим вкусам этот сын астраханского священника, долго странствовавший с торбой за плечами по дорогам Европы, был предтечей демократов-разночинцев, которые хлынут в столицы со второй трети будущего века и создадут новый поток русской культуры.

В его психологии, поведении тоже промелькивают черты будущего демократического интеллигента.

В 1758 г. произошел «академический инцидент», послуживший причиной отставки Тредиаковского. Оскорбленный невниманием к своим трудам, удрученный к тому же болезнью и бедностью, Тредиаковский демонстративно прекратил посещать заседания Академии. Граф К. Г. Разумовский послал запрос относительно причин, мешающих Тредиаковскому ходить в Академию; президент угрожал недисциплинированному академику лишением жалования. В ответном письме Тредиаковский рисовал свое отчаянное положение, рассказывал о причинах расхождения с Академией и как бы подводил итоги своей непризнанной просветительской деятельности. Тредиаковский горько жаловался, что перевод Роллена, которым он хотел «пользу принести Академии и услужить Обществу», не напечатан, тогда как «сих книг с невероятною алчностью желал всяк и жelaет поныне всяк же из Россиян». Он сообщал и о другом «уязвляющем нестерпимо» ударе: «Пять Рассуждений формою писем к приятелю о всей силе нравоучительных Философии, из которых первое всем собранием апробировано, а четыре последних не читаны, уничтоженны и, где они, не знаю»⁴.

Скрытую причину своих распрей с Академией Тредиаковский видел в том, что он выступил против предложения советника Тауберта давать сразу приглашенным иностранным ученым старшинство над русскими академиками. Резко возражая против этого на одном из заседаний, Тредиаковский ссылаясь на уставы Петра Великого и заявляя, что подобный порядок был бы противен «правоте натуральной и чести Академиков Российских».

Это смелое выступление, как и позорение в критике на влиятельного совет-

³ Тредиаковский В. К. Сочинения и переводы. СПб, 1752.

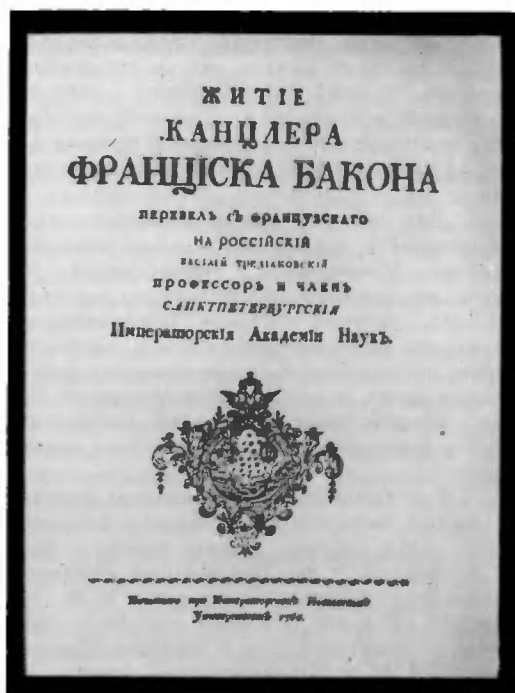
⁴ Материалы для биографии В. К. Тредиаковского см.: «Записки Императорской Академии наук», т. 9, кн. 2. СПб, 1866, с. 177—178.

ника Теплова, обрушили на Тредиаковского поклепы и гонения, заставившие его пренебречь академическими обязанностями. Об этом он с большой силой красноречия пишет в своем объяснительном письме: «После сего, ненавидимый в лице, презираемый в словах, уничтожаемый в делах, оуждаемый в искусстве, прободаемый сатирическими рогами, изображаемый чудовищем еще и во нравах (что сего бесовственнее?), оглашаемый всею то или по злобе, или по ухищрению, или по чаянию от того пользы, или, наконец, по собственной потребности... всемерно низвергнут в пропасть безславия, всеконечно изнемог я в силах к бодрствованию: чего ради и настала мне нужда уединиться, видящему толь обидные со мною поступки, и толь предосудительные, а не заслуженные». Тредиаковский просит «отрешения от Академической службы» и лишь умоляет сохранить ему жалование ввиду крайне бедственного положения: «...Я несправедливо осужден буду,— пишет Тредиаковский,— ежели осужден чрез удержание жалованья умирать голодом и холодом, как будто виновный пред должностию моею. И как то ни есть; только у меня нет ни полушки в доме, ни сухаря хлеба, ни дров полена».

В этом отчаянном признании не было преувеличения. И, однако, в ответ на прошение Тредиаковского граф К. Г. Разумовский велел не выдавать ему жалования до тех пор, пока он снова не станет ходить в Академию. Тогда Тредиаковский прибег к крайнему средству — обратился с прошением на высочайшее имя.

Тредиаковский понимал, что писать Елизавете о своих ссорах с академическим начальством, а по существу с ее фаворитом, не имело большого смысла. Надо было надеть личину униженного просителя. Горьким лукавством веет от его объяснений царице, что он впал «почитай в непрерывное затмение мыслей», а поскольку Академии ее величества «светлость разума требуется», его, Тредиаковского, следует уволить из Академии, только сохранив ему жалование. Трагический подтекст прошения об отставке, который был вынужден подать первый русский академик, не вызывает сомнений в чувствах и настроениях Тредиаковского той поры. 30 марта 1759 г. его просьба была удовлетворена — он был исключен из Академии.

И, однако, Тредиаковский не думал уходить на покой. Им были давно замыслены новые труды и среди них — перевод книги о Бэконе. Эта книга отличалась от



Титульный лист книги «Жития канцлера Франциска Бакона», переведенной В. К. Тредиаковским.

других переводных работ Тредиаковского уже тем, что не была обычным академическим заданием. Она явилась следствием свободного выбора и, можно думать, глубокой личной заинтересованности переводчика.

Мы не находим упоминаний об этом труде ни в академических документах, ни в переписке с Разумовским, где Тредиаковский подробно отчитывается в своих литературных делах.

Опальный академик не мог рассчитывать на печатание новой книги в петербургской академической типографии. Ведь даже очередной том давно издававшегося Ш. Роллена Тредиаковский вынужден был просить запечатать «своим кош-

том»⁵. Жертвенным и достойным уважением был этот поступок Тредиаковского. Ведь в то самое время, как он соглашался печатать на свой счет Роллена, нищета заставляла его давать в «Санкт-Петербургских ведомостях» объявления о приеме детей для обучения «в пансион и без пансион».

Для научной книги оставалась одна возможность издания — в молодой типографии Московского университета. Из бумаг академической канцелярии мы узнаем, что, получив отставку, Тредиаковский сразу же начинает хлопотать о паспорте, чтобы «отъехать отсюда вскоре для собственных нужд и для житья в Москву»⁶. Говоря о «собственных нуждах», Тредиаковский и разумел, видимо, печатание новой книги.

В те годы главным цензором университетской типографии и первым редактором «Московских ведомостей» был А. А. Барсов, а его ближайшим сподвижником по издательским делам — Н. Н. Поповский. Оба они с давних пор были знакомы с Тредиаковским и многим обязаны ему. В 1743 г. Тредиаковский привез из Москвы в Петербург нескольких учеников, отобранных им по приказу президента для продолжения образования при Академии. Среди них были будущие профессора университета — Антон Барсов и Николай Поповский. Это не могло быть ими забыто и спустя двадцать лет. Но еще существеннее, пожалуй, было то, что сам замысел книги о Бзконе отвечал интересам университетских профессоров, озабоченных приращением философских трудов на русском языке. Во всяком случае, перевод Тредиаковского, начатый, видимо, лишь в 1759 г., в конце следующего года уже вышел из печати. Не говорит ли это о благожелательном отношении издателей?

Книга о Бзконе была особенно дорога Тредиаковскому, так как знаменовала, несмотря на разрыв с Академией, продолжение его просветительской деятельности. Но была в ней и еще одна тайна. Книга представляла собою замаскированный ответ царице и ее окружению, скрытую месть за перенесенные обиды.

Вопрос о политических симпатиях, о мировоззрении Тредиаковского изучен еще менее, чем все другие проблемы, возникающие в связи с его литературной деятельностью. Л. И. Кулакова, к мнению которой присоединяется и Д. Д. Благой, не без основания отмечает расплывчатость, эклектичность общественных и философских взглядов Тредиаковского⁷. Однако сказать так — значит не сказать почти ничего. Тредиаковский не был, конечно, последовательным мыслителем, но в разные периоды деятельности у него можно отметить то ту, то другую преобладающую идею.

В одах 30—40-х годов и в переводе «Аргениды» Барклая (1751) Тредиаковский показал себя ревностным защитником крайнего абсолютизма. Его политической мишенью были тогда вельможи и приближенные, которые своими распрями могли поколебать трон. Авторитет царской власти был в «Аргениде» незыблемым принципом, вытекавшим из интересов единства государства, и пресловутый «урок царям» звучал еще пока дружеским, а часто льстивым увещанием.

Правление Елизаветы в конце ее царствования рождало разочарование и недовольство у многих из тех, кто в свое время восторженно встретил восшествие на престол дочери Петра. Оппозиционные веяния захватили в конце 50-х годов и Тредиаковского. Трагический поворот личной судьбы, прямое столкновение с вельможной академической верхушкой во многом кристаллизовали, определили его отношение к двору и власти. В «Телемахиде» (1765), из которой Радищев почерпнул эпиграф к «Путешествию», были высказаны мысли, резко отличные от тех, что проповедовались в «Аргениде» пятнадцатью годами раньше. От безусловной поддержки абсолютизма, монархического правления был совершен переход к критике «злых царей», тиранов и их льстивого окружения.

Однако на пути Тредиаковского от «Аргениды» к «Телемахиде» был еще забытый исследователями перевод о Бзконе — самое «просветительское», радикальное, что вышло из-под его пера. Все наиболее яркие места «Телемахиды», при-

⁵ Прошение в академическую Канцелярию 12 января 1761 г. (См.: Пекарский П. П. История императорской Академии Наук. Т. II. СПб., 1873, с. 215).

⁶ Материалы для биографии В. К. Тредиаковского. См.: «Записки Императорской Академии Наук», т. 9, кн. 2. СПб., 1866, с. 211.

⁷ Кулакова Л. И. А. Н. Радищев и вопросы художественного творчества в русской литературе XVIII века. Дисс., 1954, т. 1; Благой Д. Д. История русской литературы XVIII века. М., 1955, с. 131.

водимые литературоведами как свидетельство просветительских взглядов Тредиаковского, кажутся робкими по сравнению со многими вольнодумными страницами книги о Бэконе. И не удивительно, так как французские энциклопедисты по сравнению с Фенелоном ушли в своих взглядах очень далеко. А ведь именно их взгляды преподнес русским читателям Тредиаковский, переводя Бэкона в обработке Делейра.

6

Когда вы должны совет подать Государю, то подавайте наставления ваши под именем древнего Автора или в общественных рассуждениях, кои совесть всегда делает собственными тому, кто в них имеет нужду.

Из «Сокращения философии канцлера Франциска Бэкона»

Уже само появление в 1760 г. на русском языке книги о философии Бэкона, да еще в толковании французских вольнодумцев, было актом гражданского мужества со стороны переводчика.

Попробуем же взглянуть на «Житие» и «Сокращение философии» глазами образованных русских людей, современников Тредиаковского.

Едва ли будет ошибкой сказать, что это была первая русская книга, представлявшая, пусть в отраженной форме, материалистические теории французских просветителей. В «Житии» прямо говорилось о тех метаморфозах, какие произошли с философией Бэкона в книгах энциклопедистов: «Можно видеть в подробном составе познаний человеческих, который обращается по предварительной речи в «Энциклопедии»⁸, сколько сие изобретение нашего Автора (Бэкона. — В. Л.), исправленное и в совершенство приведенное искусною рукою, произвело порядку, света и способа в сей материи».

Просветительская «искусною рукою» были усилены, как упоминалось во французском переложении, материалистиче-

ские стороны философии Бэкона, и в переводе Тредиаковского о заслугах мыслителя говорилось так: «Средство, употребленное им к произведению толь великих дельностей, состоит в том, чтоб пригвоздить к вещам самим и остановить на них наше внимание, упражнявшееся прежде его в понятиях и идеях; то есть, чтобы удалить от себя умозрительства тонкие и маловажные, ослепляющие разум, а не просвещающие, чтоб держаться просто за силы естества и законов, учреждающих его деяния».

В главах «Сокращения философии», в которых излагалась теория познания Бэкона — «О путеводстве» (т. е. о методе), «Об естестве» (т. е. о природе), «Об испытании» (т. е. об опыте) — делалась попытка отделить науку от религии. «Два заблуждения, — утверждалось в книге, — весьма порочны: одно, чтобы толковать закон (так Тредиаковский переводит слово *la religion*. — В. Л.) естеством, а другое, чтоб толковать естество законом». Человека верующего глава «О безбожии и суеверии» могла привести в полное смущение. После благонамеренного замечания, что истинная философия необходимо приводит к религии, он встречал здесь рассуждение, ставящее под сомнение все, что было сказано выше в защиту веры: «Впрочем, как безбожие могло найти себе мучеников, для того, что оно и награждения не обещает, и не подает никакие возбуждающие причины к обольщению. Как! Заблуждение одно возымеет ли столько силы над разумом человеческим, сколько истинна, подкрепляемая премножеством польз?»

Вопрос был явно риторическим.

Сравнение безбожия и суеверия выливается в конце концов в книгу в апологию атеизма. «Безбожие не лишает разума, не истребляет естественных чувственностей, не нарушает ни уставов, ни народных обычаев; но суеверие есть владычественный Тирани, который присиливает уступать все своим самохотениям. Безбожник не токмо не мятежник, но еще гражданин, пекущийся радательно о тишине общенародной по любви к собственному своему спокойствию».

Надо думать, что, переводя эти строки, Тредиаковский, которого Ломоносов в полемическом азарте называл как-то «безбожник и ханжа», испытывал очень личное отношение к написанному. Это выдает одна маленькая, но, видимо, не случайная неточность в переводе. Делейр пишет с оттенком скрытой иронии: «Атеист,

⁸ Имеется в виду «Вступление» Даламбера.

далекий от возмущения,— это гражданин, заинтересованный в общественном спокойствии из любви к своему собственному покою». Тредиаковский уничтожает иронический оттенок и пишет о «тихом безбожнике» с плохо скрываемым сочувствием: «Безбожник не токмо не мятежник, но еще гражданин...»

Значительную часть перевода «Сокращения философии» занимали «нравственные очерки» — «О Страстях», «О Добре», «О Любви и Дружелюбии», «О Добродетели» и др. Автор книги в них не забывал подпустить политических колкостей, как, например, вскользь указать, что добродетели «теряются весьма скоро при дворе Государей»...

Но самыми острыми в русских условиях были главы, посвященные вопросам политическим. Тредиаковский бесспорно рассчитывал на свежее переосмысление некоторых наставлений Бзкона, аранжированного энциклопедистами. Это было в обычаях времени. Писатели XVIII в. привыкли своих читателей быть догадливыми и не ждать подробных объяснений там, где автор был принужден к иносказанию. Это не значит, конечно, что за каждой строчкой перевода Тредиаковского нужно искать намеки на русскую современность. И, однако, мы только тогда сможем понять, как читали перевод Тредиаковского современники, когда представим себе ясно тот каждодневный политический и бытовой опыт, каким обладали его читатели. Многие факты, живое значение которых угасло и потерялось, воскресают в своем подлинном виде, если взглянуть на них глазами современников «профессора элоквенции».

Попробуем же представить живую атмосферу тех лет, когда в России появилась книга о Бзконе. Это позволит перебросить мостики от событий русской действительности к рассуждениям, какие читатель находил в труде Тредиаковского.

Пролистав хотя бы «Свод законов Российской империи» за три года — 1758, 1759, 1760. В велеречивых «Указах» предстает целая летопись больших и малых событий в жизни государства, красочных примет времени, нравов и предрассудков двора.

...Уже несколько лет длилась изнурительная война России с Пруссией. Состояние экономики и финансов было плачевное. Армии требовались деньги. Казна пуста, несмотря на отчаянные финансовые «проекты» П. И. Шувалова. А при дворе Елизаветы тем временем что ни

день устраивались праздники, пышные балы-маскарады, фейерверки. Тратились бешеные деньги на украшения, платье, драгоценности. Средства на это изыскивались с редкой изобретательностью. Так, специальным указом было повелено разрешить гофмейстерине, статс-дамам и фрейлинам выкуривать по 1000 ведер вина в год «на домовые расходы»⁹. В разгар войны огромные деньги были ассигнованы на украшение Зимнего дворца.

...Кипели придворные интриги, в них были замешаны послы ряда европейских столиц. Старый фаворит — канцлер Бестужев-Рюмин был арестован, лишен всех чинов и достоинств и сослан в свою подмосковную. Государственные дела стали решаться теперь в покоях Ивана Ивановича Шувалова — нового всеильного любимца. Семья Шуваловых получила в подарок от императрицы выгодные откупа по ловле и солению рыбы.

...Приступы болезни, усилившейся в 1760 г., заставляли царицу чаще вспоминать о спасении души. Новых благодетелей удостоились монастыри.

Таковы были некоторые черты жизни двора и столицы в те годы, когда Тредиаковский переводил свою книгу. И вот другой ряд фактов, говорящий о положении деревни, социальных «низов» в те же годы.

Так как война затягивалась, по деревням прошли новые наборы «доимочных рекрут». Сенат был вынужден издать серию указов, в которых давались послабления в требованиях к вербуемым на военную службу. Многие крестьяне оказались «за разными болезнями негодными», но Сенат велел брать всех способных носить оружие — низкорослых, редковолосых, беззубых¹⁰.

Обескровенные деревни испытывали удвоенное давление помещиков, не согласных получать из-за войны меньшие доходы. Началось массовое бегство крепостных за Волгу, в вольные степи, где, по слухам, беглых принимали для поселения и приписывали к казенному полковому заводу. В особом указе «О наказании разгласителей молвы» Сенат предупреждал, что «лжи разгласители, лаская волностью

⁹ Указ 7 июля 1758 г. См.: Полн. собр. законов Российской империи. Т. XV. СПб., 1830.

¹⁰ Там же, указы от 17 января и 18 сентября 1758 г., 19 октября 1759 г.

простой народ не иное что, как сами, так и их под неизбежное наказание влекут»¹¹.

Усилились разбои и грабежи, так что правительство принуждено было принять военные меры против шаек, состоявших из беглых крестьян. В 1760 г. вспыхнули открытые возмущения в деревнях. В Арзамасском уезде крестьяне, отказавшись повиноваться помещику, встретили посланные для умирения военные команды ружьями, рогатинами и дрекольем. «Кроткая Елисавет» была решительна, когда дело касалось интересов дворянства, и повела немедленно привести крестьян «в должное повиновение их помещику»¹².

Эти или подобные события и факты были на памяти у читателей Тредиаковского, когда вышла в свет его книга. Перевод о Бэконе объективно получал значение отголоска или намека на некоторые обыкновения русской действительности.

Уже в «Житии» противопоставление мудрой и не тщеславной Елизаветы Английской беспутному и жестокому Якову должно было рождать у русского читателя близкие ассоциации. При сходстве имен особенно назидательно звучал «Опыт о королеве Елизавете» Бэкона, переведенный Тредиаковским. У русской царицы тщетно было бы искать тех качеств просвещенного властителя — слуги нации, какого рисовал в Елизавете Английской ее доброжелательный и лукавый историк. Очень кстати в русском издании пришлось примечание к «Опыту» французского переводчика: «Ежели начертания сии произведены удивлением, то они стоят высшая цены нежели оные благодарственные похвалы, единственная и последняя дань, получаемая Королями по смерти. Но буде сия речь произнесена в собрании градоначальствующих правителей или мужей ученых, то не можно быть споручению в том, чтобы в ней не было ласкательства».

С таким предупреждением хвалебные речи Бэкона получали в русском переводе отчетливое значение «урока» Елизавете Петровне, а не льстивой параллели. Русскую царицу и ее окружение скорее можно было узнать в описании царствования Якова, при котором в Англии «чтоб услужить отечеству, стране и Государю, в каком бы кто звании ни был, то надоб-

но было сделать себя приятным любимцу». Вряд ли читатель книги мог удержаться от злободневных сопоставлений, читая следующие строки: «...Было сие государствование любимцев, налогов самовольных, могущих толь изрядно подтверждать указы и объявления, наконец было оно отроческих забав и негодных. В недре безделья, в коих двор упражнялся, породились похлебство и ласкательство... Увидели, что настал по них язык льстивый и женственный от подлости и неволи, который стал быть языком всенародным, придворным, градоначальническим и церковным». Вот где слог Тредиаковского обрел достоинство поэтической речи! Этой страницей, самобытно и ярко переведенной, он мстил за то, что сам временами вынужден был говорить «языком льстивым и женственным».

В «Сокращении философии» настойчиво проводилась мысль, что властители — тоже «человеки», а потому они должны избегать следовать своим страстям. Им надо бы больше прислушиваться к доводам разума, советам просвещенных и мудрых людей. Идеалом властителя были представлены, конечно, государи-философы, хотя и они, по мысли автора, не застрахованы от пагубного разврата власти. Это высказано уже в первой главе «Сокращения»: «...Государи Философы делают достоверным счастье народов и благополучие государств. Хотя они, как и прочие обладатели, и имеют пороки человечества и собственного того состояния, однако просвещение, почерпаемое ими в приобыкновении к размышлению есть предохранительным врачевством на наглые и неизлечимые излишества их страстей: книги им на меньшей конец говорят, когда их совет умалчивает». Переводчик недаром находит здесь такие злые, жестокие слова. Что Елизавета Петровна, неохотно отрывавшаяся для дел от веселых оргий, злоупотребляла «пороками человечества» столь же несомненно, как то, что ей были свойственны и пороки «собственного того состояния», т. е. самодержавной власти. Некоторые легковверные историки (вроде К. Валишевского) создали Елизавете впоследствии ореол доброй, милостивой, хотя и несколько легкомысленной государыни. Они избегали при этом говорить о хорошо налаженной в годы ее царствования Тайной канцелярии с пыточными механизмами, о мерах, принимавшихся по ее указам для подавления крестьянских волнений. Однако ее подданные знали на опыте, что значит «наглые и неизлечимые излишества страстей» царицы.

¹¹ Там же, указ от 13 января 1758 г., с. 154.

¹² Там же, указ от 29 апреля 1760 г., с. 470.

Конечно, монархическая форма правления, основанная на доброй воле и разуме, была представлена в книге о Бзконе как норма государственности. Однако книга давала представление и о других возможностях общественного устройства. В главе «О благородстве» было произведено едва замаскированное сравнение между монархией и республикой. Выводы из него делались в пользу республики. «Добрая демократия, — читаем мы в переводе, — не имеет нужды в благородстве (в знати, в вельможах. — В. Л.): государство без него тем спокойнее бывает и в лучшей безопасности от развратов и происков. Народ в ней старается о своих делах, а не о славе и имени некоторых. Какая тому причина, что Швейцары, разделенные на толь многие области и разделенные верою, составляют республику, толь изрядно соединенную? Ибо они более взирают на свою вольность, нежели на прославление...» Конечно Делейр и, тем более, его русский переводчик при всей яркости приведенного высказывания были весьма далеки от «республиканизма». Но подобные вольные рассуждения подрывали веру в незыблемость монархической власти, как данной от бога и вечной.

Министры, придворные, стоящие рядом с тронном, должны разделять с государем ответственность за правление. Для России середины XVIII в., страдавшей от фаворитов — Разумовских, Бестужевых, Шуваловых, — это был большой и близкий вопрос. «В правление Елизаветы, — справедливо замечал историк С. В. Ешевский, — более чем когда-нибудь должно объяснять события придворными партиями и интригами»¹³. К фаворитам Елизаветы могла быть отнесена характеристика, данная в «Житии Бакона» любимцу короля Якова Букингему: «Таким точно образом при дворе, падшем в детство, одно самонравие любимцево располагало все главные места и все государственные должности, которые он давал или отнимал по своему хотению, без всякого другого правила в разделении казней и награждений, кроме своей гордости и легкомыслия».

В «Сокращении философии» был представлен и идеал просвещенного министра, способного доводами разума убедить государя, если тот заблуждается,

поддавшись игрилице «самовластных страстей». «Лыстить государю есть преступление измены, виннейшее перед ним, нежели бунт открытый, и пагубнейшее, нежели явная вина». Эти наставления были не лишними в России 1760 г.

Мимо внимания современников Тредиаковского не прошли, должно быть, и те главы «Сокращения философии», в которых говорилось о роли различных условий в государстве. В главе «Об увеличении государства» дворянство автор именовал «подпорой престола», что естественно для литератора, писавшего в царствование «дворянской царицы» Елизаветы. Но как только речь заходила об отношениях дворянства с народом, тон рассуждений заметно менялся. «Государство, хотящее увеличиться, — говорилось в книге, — долженствует опасаться корпуса дворянского: ибо ежели дворянством утеснится народ, то приключится бывающее в лесах, где высокие древа подавляют молодые отростки. Сколько б тогда не умножалось народом государство, однако отнюд не будет сильнее». И это не единственный выпад против дворянства и духовенства. «Излишнее дворянство приводит в убожество государство, — говорилось в главе «О смятениях и бунтах», — многосудное духовенство отягощает его: сии два корпуса снедают часть самую существенную всякия державы, то есть народ бодрствующий и труждающийся, а в то время другая часть спит, кушает и упражняется разве в нужном деле своих потех».

Предупреждая государей о всегдашней опасности народных возмущений, автор подробно разбирал вызывающие их причины, — ведь их призван устранить истинно просвещенный властитель. «Материя смятений есть в народной бедности и во всеобщем неудовольствии», — утверждал автор.

В переводе Тредиаковского говорилось и об униженности рабства для просвещенной страны: «На подлых невольников полагается смотрение за скотом; но тиранам и есть только один стыд — повелевать невольникам. Порабощением унижается владыческая державность. Но есть ли что славнейшее, как царствование над вольными душами?»

И это печаталось по-русски в те годы, когда безнаказанно зверствовала в своем имени Троицком Салтычиха, когда по указу Елизаветы за малейшие проступки

¹³ Ешевский С. В. Очерк царствования Елизаветы Петровны. — В кн.: Сочинения по русской истории. М., 1900, с. 31.

против господ крестьяне бывали биты плетьюми и отдавались в солдаты!¹⁴.

Чтобы нагляднее представить выгоды освобождения «невольников», автор ссылаясь на пример Англии, где свободные поселяне в период войны составляли лучшее войско: «Англия содержится силою токмо простого народа, у которого вольностию подкрепляется бодрость. Сим самым имеет она явное преимущество над соседними странами, в коих тощий поселянин не может быть крепким воином». Если припомнить упомянутые выше сенатские указы о «редковолосых» рекрутах, становится очевидно, насколько попадал в цель этот довод в истощенной войной России тех лет.

В конце царствования Елизаветы интенсивно шла колонизация юго-восточных окраин России и заселение Сибири ссыльными крестьянами по указу 1760 г. В этом случае, как и во многих других, Тредиаковский своим переводом объективно вставал в оппозицию правительственной политике. «Не делайте из ваших поселений (les colonies) места ссылочного для вольных обывателей, ни отечества мятежникам,— читаем мы в заключительной главе книги.— Не истребляйте из земли обывателей ея, чтоб паки наполнить оную прищельцами под предлогом закона: он не требует крови, но свободного повиновения». Именно на крови было основано покорение «ясачных» народов в правление Елизаветы. Историки отмечают, что в последние годы ее царствования шло насильственное обращение в православие татар, чувашей, черемисов.

Таким образом, читатель елизаветинской поры от многих страниц книги о Бэконе мог протянуть живые нити к современности. Но нас, естественно, занимает вопрос: а насколько сознавал Тредиаковский полемическое значение своего труда, видел ли он те возможности «применений», переосмыслений, о которых шла речь? Словом, в какой мере можно говорить о сознательном намерении Тредиаковского, а в какой об объективном звучании перевода? Убедительный ответ на эти вопросы можно дать, лишь обратившись к сопоставлению французского и русского текстов книги.

7

...Переводчик от творца только что именем рознится. Еще донесу вам больше, ежели творец замысловат был, то переводчику замысловатее надлежит быть.

Тредиаковский. Из предисловия к книге «Езда в остров Любви»

Вероятно, мысль перевести книгу о Бэконе зародилась у Тредиаковского при чтении французских журналов, в которых шли споры вокруг издания Делейра. Несомненно, во всяком случае, что Тредиаковский был знаком со статьями, появившимися по этому поводу в «Ученном журнале» и в «Mémoires des Trevoux» (эти научные журналы доставлялись в русскую Академию). Французские рецензии, в которых сближались «Анализ философии» и биографии Бэкона, очевидно, подсказали Тредиаковскому соединение этих трудов в одну книгу¹⁵.

Там же Тредиаковский обнаружил совет изменить название «Анализ философии» на другое, более подходящее — «Сокращение философии». Критик журнала «Mémoires des Trevoux» выражал сомнение в том, можно ли отрывки, извлечения из философии назвать ее «анализом». Этот «Анализ»,— писал он,— предполагает удачное «Сокращение» принципов, приемов и открытий, которые сделали бессмертным канцлера Бэкона¹⁶. Автора «Анализа» рецензент далее настойчиво именовал сократителем («l'Abréviateur»). Это и подало мысль Тредиаковскому по-иному, чем у Делейра, назвать свой перевод.

Для нас вообще безразлично, что Тредиаковский был знаком с французской полемикой вокруг книг о Бэконе. Ведь в тех же рецензиях отмечался вольнодумный характер этих книг, намекалось на

¹⁴ См., например, указ от 2 мая 1758 г. «О надзоре помещикам за поведением своих людей».— Полн. собр. законов Российской империи, т. XV.

¹⁵ Как упоминалось, такое соединение произвел и Делейр, но лишь во втором издании «Анализа». Тредиаковский не знал, видимо, этого второго издания и переводил по первому, раздельному изданию. Таким образом соединение «Жизни Бэкона» и «Анализа философии» в одну книгу было произведено Тредиаковским независимо от Делейра.

¹⁶ «Mémoires des Trevoux», février 1756, p. 495.

приемы скрытых «применений» к современности. «Ученый журнал» писал, например, о «Жизни Бэкона»: «Художник часто оставляет своего героя, чтобы заняться портретами королей, царствований, фаворитов, министров, которые были основными действующими лицами на исторической сцене, когда появился Бэкон. Но, будучи простыми копиями старых картин, эти портреты несут на себе черты слишком новые, чтобы быть сходными: чувствуется вмешательство кисти свободной и дерзкой, которая по своей воле урезывает, добавляет и даже исправляет прошлое». Автор рецензии порицал английского писателя за вольномыслие, выражая наивное сожаление, что французский переводчик не прибавил рассуждений, которые могли бы служить противоядием заразе, «идущей из Англии». (Рецензент и не подозревал, что честь самых смелых мест книги принадлежит именно французскому переводчику.) «Большая часть английских пассажей может только скандализовать истинных французов как добрых христиан», — писал «Ученый журнал»¹⁷. Рецензент уловил современные намеки в описании двора Якова, атмосферы лести, продажности и лицемерия.

Достаточно было прочесть эти рецензии, чтобы убедиться в крамольном характере книги о Бэcone.

Таким образом, благодаря знакомству с французскими журналами, Тредиаковский знал, какое значение имела эта книга для французских просветителей, каков был второй, современный ее план. Конечно, не следует думать, что все, сказанное в книге Бэкона (в изложении Делейра) или Моллетом, совпадало со взглядами Тредиаковского. Вообще нужно быть осторожнее, порицая или хваля переводчика за то, в чем, строго говоря, повинен лишь автор. Но нельзя забывать, что в отношении Тредиаковского мы имеем дело с случаем особым.

Тредиаковский относился к работе переводчика как к самостоятельному виду творческой деятельности. В «Предупреждении» к переводу первого тома «Римской истории» Роллена, работа над которым шла одновременно с книгой о Бэcone, он писал: «Приходит на мысль, не возревновал бы кто, в унижение мне, что видит от

меня больше Переводов, нежели собственных Сочинений. Но такому и подобным всем, почтенно в предварительный ответ доношу, что во мне знато более способности, буде есть некоторая, мыслить чужим разумом, нежели своим»¹⁸.

Что и говорить, самоаттестация весьма скромная. Но за это чистосердечное признание Тредиаковский более достоин уважения, нежели насмешки.

В России середины XVIII в. ни им, ни кем другим не могло быть написано то, что было написано в это время, скажем, энциклопедистами во Франции. Но тем большую цену имели его переводы.

В своих переводных трудах Тредиаковский именно мыслил «чужим разумом», а не просто перелагал по-русски иноязычный текст. Что это было именно так, доказывает его работа над книгой о Бэcone.

Верно, что Тредиаковский-переводчик всегда стремился к максимальной точности; он обычно переводил слово за словом, избегая приблизительных и образных перетолкований подлинника. Тем рельефнее выступают в книге о Бэcone не свойственные, как правило, Тредиаковскому отступления от норм академического перевода, выдающие тенденцию автора.

С разночтениями встречаемся мы как раз в самых острых местах книги. Там, где во французском тексте говорится о равновесии, постоянном соперничестве (*la concurrence*) прав народа и государя, Тредиаковский в своем переводе отдает предпочтение правам народа. Усилил то место, где речь идет «о спасении и пользе народа» (весьма знаменательное добавление), переводчик ради большей убедительности берет его в кавычки, будто здесь не авторский текст, а цитата из какого-то авторитетного источника. Тредиаковскому приходится ограждать наивными предосторожностями свое вольномыслие.

Нельзя отметить ни одного случая, когда Тредиаковский стремился бы смягчить в своем переводе вольнодумные речи, опустить где-нибудь суждения, рисковавшие показаться излишне резкими. Там, где он был солидарен с автором, он верно следовал принципу дотошной переводческой точности. Но там, где его взгляды расходились со смыслом оригинала, он не

¹⁷ «Journal des savants», № 1, janvier 1756, p. 246.

¹⁸ Римская история от создания Рима до битвы Актинской, то есть по окончание республики, сочиненная г. Ролленом... Т. I. СПб, 1863, «Предупреждение».

останавливался перед тем, чтобы его поправить.

Одушевленным и страстным становится слог Тредиаковского, когда он переводит те места книги о Бэконе, в которых можно увидеть нечто сходное с его личной судьбой, отклик горьким раздумьям пренебреженного и непонятого ученого и литератора, всю жизнь радевшего о пользе общества и родной страны. В Тредиаковском-переводчике просыпается тогда Тредиаковский-одописец, Тредиаковский-поэт.

Отставка из императорской Академии дала возможность Тредиаковскому почувствовать себя более независимым. Поэтому с видимым удовольствием переводил Тредиаковский те страницы, где говорилось о тщете придворной службы, должностей, дарованных властью. «Сие быть невольником всенародным и государевым, когда принимать на себя должность. Странное честолюбие! Продавать свою вольность за тень могущества и соизволять не быть более себе господином за утеху повеления другим!»

В этом месте в русском переводе выпущено несколько слов французского текста. Тредиаковский не согласен приравнивать деятельность ради «славы и дел» (*de la renommée et des affaires*) к тщеславию и бесполезности придворной службы. Небольшая купюра сразу меняет смысл. Иное к тому же, чем во французском тексте, членение отрывка и дополнительное восклицание сообщают фразе новую интонацию, превращают спокойное поучение в страстный возглас.

Переводчик использовал в книге и выразительные подчеркивания, курсивы. Ему, по-видимому, была по душе заключительная фраза биографии Бэкона, прославлявшая «ученую республику». Но в своем тексте Тредиаковский счет нужным еще выделить курсивом последние и наиболее сильные слова этого рассуждения: «Можно к нему (Бэкону) приложить в истинне сказанное Цицероном на похвалу Цесарю, что не меньше славно для одного распространения человеческого разума, коль для другого расширение границ Римской держава... Обладание, полученное им в науках, есть толикогж пространства, коликого есть царство разума и свободная воли; а одно пребудет еще, когда последнего более не будет».

Тем самым выражалась уверенность, что могущество разума переживет все земные царства. Вот до какой просветительской «ереси» дошел здесь переводчик!

Книга о Бэконе — в полном смысле слова просветительский труд Тредиаковского, где он не только мыслил «чужим разумом», но, случалось, поправлял «чужой разум» своим.

Тредиаковскому хотелось, чтобы книга не оказалась трудна для чтения. Переводчик усердно переосмыслил на отечественный лад специфические западные понятия. Так, слово «пэры» он поясняет в скобках: «пэры вельможей или большие бояры». Впервые употребив слово «эпоха», Тредиаковский дает следующее примечание: «Эпоха по словам есть расстановка, остановка, постановка; но по знаменованию, началочисление лет, соименное ей слово есть Эра».

Термины до тех пор малоупотребительные, а нередко и совсем новые, Тредиаковский объясняет в тексте: «Теория (умозрение)», «система (состав)», «материя (вещество)», «симпатия (сострастие)», «антипатия (противоэстрастие)» и т. д.¹⁹

В этом обилии пояснений и примечаний видна забота переводчика — сделать книгу доступнее для русских любителей любомудрия.

8

...Да будет почтен нашею признательностью трудолюбивый ученый, который, быть может, и не надеялся, что переводы его будут заслуживать чтения в 1885 году.

Н. Г. Чернышевский о Тредиаковском. Из статьи «Прописки»

Перевод книги о Бэконе был вершиной просветительской оппозиционности в литературной биографии Тредиаковского. Следующая его работа — перевод «Римской истории» Роллена — также имела важное значение для русского просвещения. Однако этот труд показал, насколько мало последовательности было во фронде Тредиаковского. В «Предуведом-

¹⁹ Некоторые из этих терминов были заимствованы Тредиаковским из комментариев А. Д. Кантемира к переводу книги Фонтенеля «Разговоры о множестве миров». СПб, 1740.

лениях от трудившегося в переводе» к первым томам «Римской истории», вышедшим в 1761—1762 гг., еще встречаются вольнодумные высказывания, близкие по тону книге о Бэкоме. Так, в предисловии к III тому можно обнаружить резкие антииранские выпады. Тредиаковский говорит о законности бунта, поскольку бывает, что «Тирания дойдет до таких наглостей, что Поданные сами могут воспринять оружие на свержение тиранического ига, измощающего оных»²⁰.

В последующих томах «Римской истории», вышедших уже в царствование Екатерины II, в переводчике вновь возобладали опасливая осторожность. Его рассуждения в предисловиях к томам Роллена путанны, уклончивы, а порой откровенно реакционны. Тредиаковский посвящает себя исключительно «нравственной философии», намеренно отстраняя теперь вопросы политические, поскольку, как он благонамеренно объясняет, «Уложение Гражданское зависит единственно от благоволения Самодержавных Особ» («Предупреждение» к т. V).

Последний раз обращается Тредиаковский к политическим проблемам в переводе «Телемахиды». Эту книгу, как известно, усиленно пыталась скомпрометировать Екатерина II. В отличие от своей легкомысленной, малообразованной предшественницы, Екатерина хорошо понимала разрушительную силу новых идей, скрытых под переплетами переводных книг. Если книга о Бэкоме могла ускользнуть от внимания Елизаветы и ее окружения, то Екатерина уж не упустит бы ее из виду. Даже в пору заигрывания с энциклопедистами она вряд ли потерпела бы подобное свободомыслие.

Не случайно, наверное, Тредиаковский не издал второго тома «Анализа философии» Делейра, хотя в конце перевода отметил: «Конец первая части», что прямо указывало на продолжение. Зная, как терпелив и усерден был Тредиаковский в окончании раз начатой работы, трудно предположить, что он оставил ее самовольно. Не было ли тут вмешательства духовной цензуры? К сожалению, эту догадку нечем подтвердить. Нам не известны высказывания Тредиаковского о своем труде, а бумаги московской типографии, где, без сомнения, отыскивались бы следы перевода о Бэкоме, погибли во время по-

жара 1812 г. вместе с большей частью университетского архива.

Остается сказать, что просветительская деятельность Тредиаковского оставила след в умах его современников. Один из образованных русских людей того времени, усердный книголюб Гавриил Добрынин с признательностью вспоминал о переводах «достопочтенного мужа», «который на отечественном языке много просветил своих единоземцев»²¹.

В те годы, когда перевод книги о Бэкоме печатался в университетской типографии, в Московском университете и его гимназии учились Иван Новиков, Денис Фонвизин, Дмитрий Аничков. Именно это новое поколение русских просветителей с интересом и благодарностью должно было встретить книгу Тредиаковского.

«Житие» и «Сокращение философии канцлера Бакона» еще долго оставались единственными на русском языке сочинениями, знакомящими с философским материализмом Бэкона²². А ведь именно Бэкон был одним из признанных духовных наставников русского философа XVIII в. Д. С. Аничкова. В своих работах он вспоминал «славного английского канцлера Бакона Веруламия»²³.

Философией Бэкона серьезно интересовался и Н. И. Новиков. В пору издания журнала «Утренний свет» Новиков опубликовал некоторые переводы из Бэкона. Им был напечатан полный перевод книги Бэкона «О мудрости древних» и несколько глав из «Анализа философии» Делейра²⁴. Современный биограф Новикова пишет по этому поводу: «...Новиков напечатал пять глав из книги «Сокращение Баконовой философии», причем главы наиболее важные — «О страстях», «О скептицизме», «О воображении» и «О перемене человеческих дел»²⁵. Это утверждение Г. П. Макогоненко не точно.

²¹ Истинное повествование или жизнь Гавриила Добрынина... СПб, 1782, с. 133.

²² Лишь в 1821 г. впервые в русском переводе вышла книга Бэкона «Новая Атлантида».

²³ Избранные произведения русских мыслителей второй половины XVIII века. Т. I, с. 146.

²⁴ См.: Утренний свет. Ежемесячное соч. Ч. IX. М., 1780.

²⁵ Макогоненко Г. Николай Новиков и русское просвещение XVIII века. М.—Л., 1951, с. 310.

²⁰ Римская история от создания Рима до битвы Актийской. Т. III. СПб, 1762.

Новиков действительно напечатал эти главы, но они принадлежат как раз к числу наименее значительных, «проходных» глав «Анализа». Выбор их объясняется, видимо, особым пристрастием Новикова в этот период к «нравственной философии».

Ошибка эта характерна: мы часто приписываем выдающимся деятелям русского Просвещения — Новикову, Радищеву все заслуги первооткрывателей и новаторов, выпустив из виду то, что было уже сделано их предшественниками и на чем они выросли. Между тем сам Новиков глубоко уважал просветительскую деятельность Тредиаковского, отмечал роль его переводов. Он даже вступил в своем журнале «Трутенъ» в прозрачную полемику с Екатериной, иронизировавшей по поводу «Телемахиды». «Насмешник подсмеял одну женщину, — писал Новиков, — велел ей для усыпления читать сочинения такова мужа, который за полезные переводы заслужил от всех похвалу и благодарность, и что от той насмешки весь город хохотал целую неделю на счет насмешников»²⁶. Трудно было успешнее вступить за честь Тредиаковского.

Чернышевский с почтением отмечал заслуги трудолюбивого ученого, переводы которого заслуживали чтения и в 1855 г. Надо сказать, что русская провинция читала и помнила переводные труды Тредиаковского и того дольше. В старинных шкафах со скрипучими дверцами в оскудевших усадьбах, в домашних библиотеках чиновников и юристов, ценивших старинную книгу, на дальних полках книгохранилищ в епархиальных училищах дремали и пылились толстые фолианты в соблазнительных из свиной кожи переплетах, пока к ним не тянулась рука какого-нибудь доморожденного любителя философской премудрости. Правда, иной раз книги эти, бывшие некогда символом вольнодумства, использовались уже и как орудие домашней инквизиции. Один из героев автобиографического романа А. Эртеля «Гарденины» (1889) вспоминает о временах своей молодости: «А семейное невежество? Ад! Помню Роллена я читал историю, — папенька-то у меня ничего, кое-что понимал, а дяденька у меня был, тот меня Ролленом этим чуть вдребезги не рас-

шиб. Томищи были толстые, в кожаном переплете. А знаешь чей перевод? Тредьяковского. Вот как мы в Европу-то заглядывали»²⁷.

Деятельность переводчика Роллена и Бэкона представляет, таким образом, ранний этап того умственного развития, поисков русской просветительской мысли, которые привели в конце концов к яростному отрицанию самодержавного правления и крепостного рабства у Радищева и его последователей.

А удивительная история книги, совершившей путешествие по трем странам и менявшей всякий раз свой лик в соответствии с тем, на чьем языке она заговорила, вобрала в себя черты и краски века Просвещения. Века, когда вольнолюбивые идеи стали кочевать по старой Европе, будто носимые по воздуху, не признавая границ и везде находя себе родную почву.

²⁶ «Трутенъ», 1769, с. 159.

²⁷ Эртель А. И. Гарденины. М., 1954, с. 427.

Интерференционные эксперименты с нейтронами

А. Н. Пономарев

Кандидат
физико-математических наук
Институт атомной энергии
им. И. В. Курчатова
Москва

В 1975 г. группа американских ученых провела два интересных эксперимента, в которых непосредственно наблюдался квантовомеханический сдвиг фазы волновой функции нейтрона¹. В первом эксперименте изменение фазы было обусловлено взаимодействием нейтронов с полем тяготения Земли, а во втором — влиянием магнитного поля. В обоих случаях использовался замечательный инструмент экспериментальной физики — интерферометр волн рентгеновского диапазона.

Интерферометр был создан в 1965 г.² и применялся в опытах с рентгеновским излучением. Разность фаз интерферирующих лучей менялась в зависимости от толщины пластины, помещаемой на пути одного из них. В 1974 г. было показано, что подобное устройство успешно работает с пучком нейтронов³.

Как известно, волновые свойства частиц следуют из основных законов квантовой механики. При описании взаи-

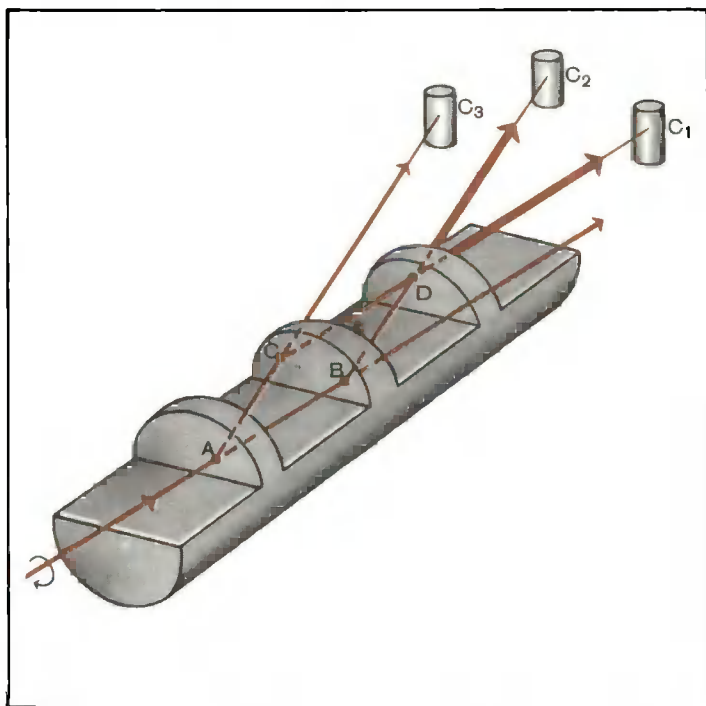


Схема нейтронного интерферометра. Тонкими стрелками показан нейтронный луч, разделяющийся в точках A, B, C и D за счет брэгговского отражения. Утолщенные стрелки показывают пары интерферирующих лучей, C₁, C₂, C₃ — детекторы.

ной мере благодаря такому сходству, оказалось возможным перенести методику, разработанную при изучении рентгеновских лучей на нейтронные исследования.

Интерферометр американских физиков состоял из трех тонких кремниевых пластинок, соединенных общим основанием. Вся конструкция была вырезана алмазной пилой из единого кристалла кремния размером $5 \times 7,5 \text{ см}^3$. Нейтронный луч с длиной волны $\lambda = 1,445 \text{ \AA}$, что соответствует энергии $\sim 0,04 \text{ эВ}$, падал на первую пластину и разделялся за счет брэгговского отражения. В результате последующих отражений после третьей пластины получались две пары интерферирующих лучей. Нейтроны каждой пары регистрировались небольшим детектором с ^3He .

модействия нейтронов с веществом им ставится в соответствие длина волны, определяемая известным соотношением Де Бройля. Наиболее наглядно волновые свойства проявляются при рассеянии медленных нейтронов кристаллами. Длина волны таких нейтронов сравнима с межатомными расстояниями в кристалле, т. е. соответствует рентгеновскому диапазону волн. Поэтому интерференционные эффекты, наблюдаемые при рассеянии нейтронов, имеют много общего с явлением рассеяния рентгеновских лучей. В значитель-

¹ Colella R., Overhauser A. M., Werner S. A. — «Phys. Rev. Lett.», 1975, v. 34, p. 1472; Werner S. A., Colella R., Overhauser A. W., Eagen C. F. — «Phys. Rev. Lett.», 1975, v. 35, p. 1053.

² Bonse U., Hart M. — «Appl. Phys. Lett.», 1965, v. 6, p. 155.

³ Rauch H., Treimer W., Bonse U. — «Phys. Lett.», 1974, v. 47A, p. 369.

Прохождение нейтронной волны через совершенный кристалл описывается динамической теорией дифракции, положения которой хорошо установлены и проверены в ходе многочисленных экспери-

ментов. Необходимые расчеты для идеального интерферометра рассматриваемого типа приведены в одной работе⁴. Они показывают, что амплитуды лучей, попадающих в счетчик C_1 одинаковы, а их разность фаз β обусловлена только влиянием внешних полей. Разность фаз лучей, попадающих в счетчик C_2 , равняется $(\pi + \beta)$, а соотношение амплитуд определяется энергией нейтронов, параметрами кристаллической

решетки, а также отклонением от условий брэгговского отражения. Таким образом, оба детектора C_1 и C_2 позволяли наблюдать интерференционный эффект — скорости счета нейтронов I_1 и I_2 периоди-

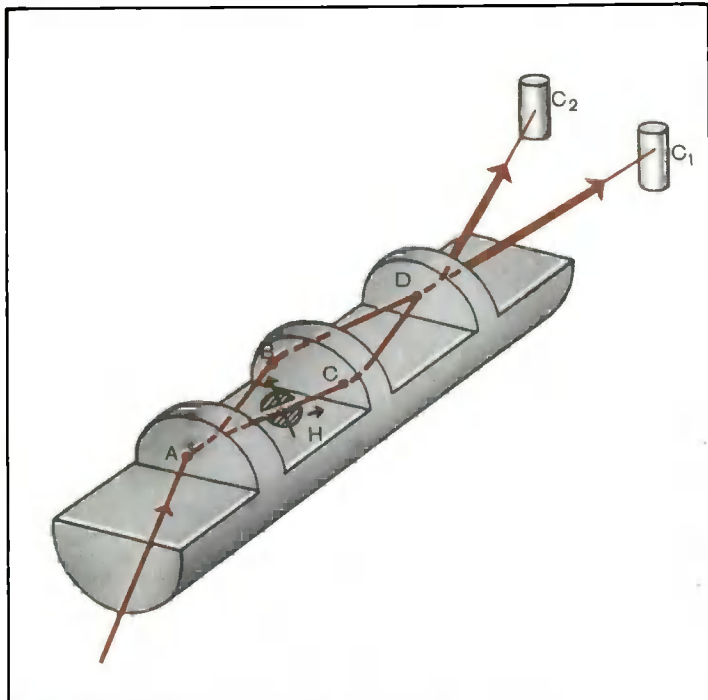


Схема эксперимента с магнитным полем. Заштрихованная область — магнит, C_1 , C_2 — детекторы, H — напряженность магнитного поля.

чески менялись при увеличении разности фаз:

$$I_1 = \alpha (1 + \cos \beta),$$

$$I_2 = \gamma - \alpha \cos \beta,$$

где α и γ — постоянные коэффициенты. Отметим, что суммарная скорость счета нейтронов $I_1 + I_2$ от разности фаз не зависит.

Результат экспериментов проще всего объяснить следующим образом. Когда нейтрон попадает в область действия сил некоторого поля, он приобретает потенциальную энергию w .

В зависимости от знака w нейтрон ускоряется или замедляется. Если величина w мала по сравнению с кинетической энергией нейтрона, изме-

$$\beta = \frac{x \Delta p}{\hbar} = \frac{x w m}{\hbar p},$$

где $\hbar$ — постоянная Планка, m и p — масса и импульс нейтрона.

Для увеличения β надо стремиться построить интерферометр возможно больших размеров и уменьшить энергию используемого пучка нейтронов. Однако помимо чисто технических трудностей на выбор этих параметров накладываются дополнительные ограничения. Согласно теории Брэгга — Вульфа, кристалл рассматривается как система параллельных отражающих плоскостей. Отражение падающих лучей наступает только при определенной зависимости между длиной волны λ углом падения θ и межплоскостным расстоянием d :

$$2d \cos \theta = m\lambda,$$

где m — положительное целое число, называемое порядком отражения.

Нейтроны из-за воздействия силы тяжести движутся по параболической траектории. Поэтому при значительных размерах интерферометра угол падения нейтронов на вторую и третью пластины может отличаться от угла Брэгга на недопустимо большую величину.

Длина нейтронной волны должна соответствовать характерным размерам межплоскостных расстояний атомной решетки кристалла.

По мнению авторов, размер интерферометра ограничен величиной порядка 1 м, а длина волны нейтронов должна быть менее 4 Å. Несмотря на такие жесткие условия, величины важнейших характеристик нейтрона — массы и магнитного момента позволяют наблюдать интерференционный эффект в довольно простых условиях.

⁴ Rauch H., Suda M., — «Phys. Stat. Sol.», 1974, v. 25A, p. 495.

$$\text{нение его импульса } \Delta p = \frac{w m}{p}.$$

Этот результат можно

В первом эксперименте изменение разности фаз нейтронных лучей достигалось вращением кристалла вокруг оси, совпадающей с направлением первичного пучка нейтронов. На участке АВ потенциальная энергия нейтрона отличается от потенциальной энергии на участке CD величиной mg , где g — ускорение свободного падения, а y — разница в высоте отрезков АВ и CD над уровнем земли. При повороте интерферометра на

$$\beta = \frac{\mu H m x}{\hbar p} \quad (1)$$

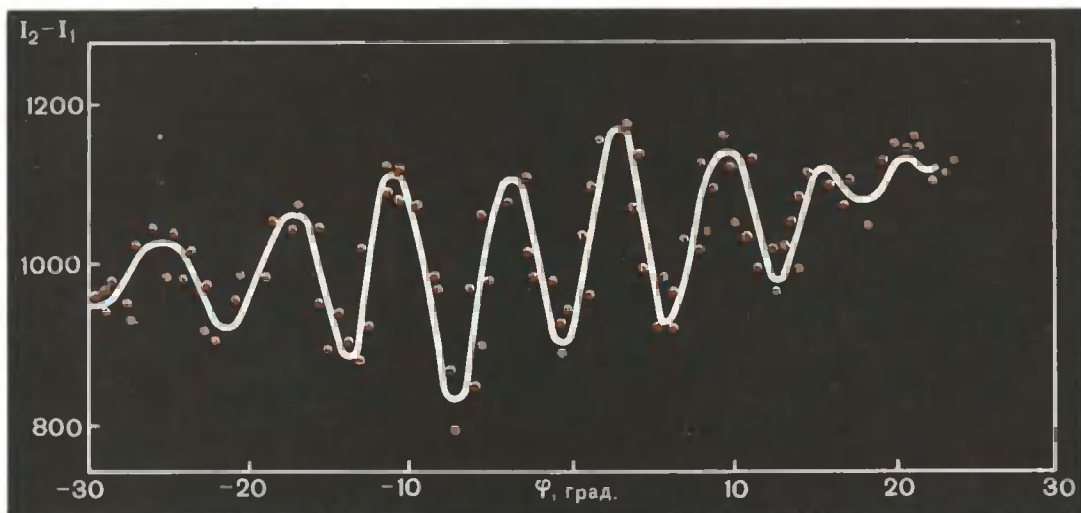
Расчетное число периодов изменения интенсивности нейтронов было того же порядка, что и в первом опыте.

В зависимости (1) заложено любопытное свойство спиноров, т. е. волновых функций фермионов — частиц со спином $\hbar/2$. Из квантовой механики известно, что волновая функция фермиона меняет знак при полном обороте спина. В дан-

т. е. угол поворота спина $\Phi = \omega t$ в два раза превышает изменение фазы. За время оборота спина на угол 2π величина β изменяется на π , т. е. спинор умножается на (-1) .

Отметим, что волновые функции частиц с целым спином в такой же ситуации возвращаются к своему первоначальному значению.

При практической реализации задуманных экспериментов были преодолены большие трудности. Нейтронный интер-



Зависимость разности счета нейтронов $I_2 - I_1$ от угла поворота $[\Phi]$ интерферометра. Каждая точка на графике соответствует измерению в течение 80 мин.

180° предполагалось увидеть порядка десяти периодов изменения интенсивности нейтронов, регистрируемых детекторами C_1 и C_2 .

Во втором эксперименте один из нейтронных лучей на участке АС попадал в область действия однородного магнитного поля. Напряженность магнитного поля H плавно менялась в пределах $0 \div 500$ Гс с помощью остроумной конструкции, использующей два постоянных кобальт-самариевых магнита. Величина сдвига фаз, обусловленная воздействием поля на магнитный момент нейтрона μ , определялась формулой

ном эксперименте это свойство может быть наглядно продемонстрировано.

Следует подчеркнуть, что идея измерений была впервые предложена еще в 1967 г.⁵ При изменении фазы на β волновая функция частицы, описываемая плоской волной, умножается на величину $e^{i\beta}$. Частота прецессий спина фермиона в магнитном поле равна

$$\omega = \frac{2\mu H}{\hbar},$$

а время прецессии в рассматриваемом случае равно

$$t = \frac{\pi x}{p},$$

ферометр должен сохранять форму при различных воздействиях с точностью до одного ангстрема. По словам одного из авторов — А. В. Оверхаузера, работа с таким инструментом напоминает измерения на обычном интерферометре оптического диапазона, сделанном из желе. Подобное устройство искривляется даже под действием собственного веса. До сих пор мы пренебрегали поперечными размерами пучка нейтронов (3×6 мм²). На самом деле А, В, С и D — не точки, а целые области, огромные по сравнению с длиной волны нейтронов. Если относительная разность фаз лучей β сильно отличается на различных участках в области интерференции D, результирующий эффект будет смазан. После многомесячных опытов авторы разработали под-

⁵ Bernstein H. I. — «Phys. Rev. Lett.», 1967, v. 18, p. 1102.

ходящую систему крепления кристалла и смогли осуществлять поворот интерферометра в пределах $\pm 30^\circ$ без существенных искажений интерференционной картины.

Для проверки качества работы интерферометра авторы использовали рентгеновские лучи с длиной волны $0,71 \text{ \AA}$, т. е. примерно в два раза меньше длины волны нейтронов. Плоскости кристаллической решетки, от которых отражаются рентгеновские лу-

чение разности фаз рентгеновских лучей в ходе эксперимента заведомо могло быть отнесено к систематическим ошибкам.

В эксперименте с магнитным полем дополнительная разность фаз нейтронных волн δ (обусловленная в основном гравитацией) могла привести к полному уничтожению интерференционного эффекта. Объясняется это явление тем, что пучок нейтронов не был предельно поляризован. Спи-

ближнему к 0, достигалось соответствующим поворотом кристалла вокруг оси АВ.

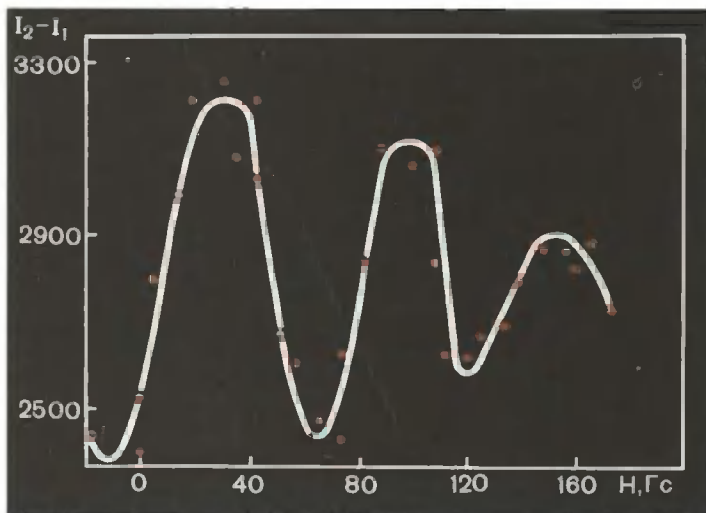
Идейная простота проведенных экспериментов сочетается с их большим значением для физики в целом.

Обычно в земных условиях гравитационные и квантовые эффекты одновременно не играют важной роли. Иначе говоря, в формулу, описывающую физические явления, гравитационная постоянная и постоянная Планка совместно не входят. В эксперименте по наблюдению квантового сдвига фазы волновой функции в гравитационном поле оба эффекта объединились. Это, по-видимому, первый достоверный опыт такого типа. Можно утверждать также, что рассмотренная работа дает первое в истории физики подтверждение принципа эквивалентности на квантовом уровне.

В ходе второго эксперимента непосредственно подтвердилось известное, однако, на первый взгляд, необычное утверждение квантовой механики о смене знака волновой функции фермиона при обороте спина на угол 2π . Важность подобных опытов не требует особых комментариев.

Нейтронный интерферометр может найти и другие применения. Особенно большой интерес представляет изучение воздействия электрического поля на волновую функцию нейтрона.

Такой эксперимент планируется⁶. Его осуществление позволит уточнить верхнее граничное значение электрического дипольного момента нейтрона (ЭДМ). Обнаружение ЭДМ явилось бы новым прямым доказательством нарушения Т-инвариантности (СР-инвариантности в силу СРТ-теоремы). Пока СР-неинвариантные эффекты найдены только в распадах К-мезонов.



Зависимость разности счета нейтронов $I_2 - I_1$ от напряженности магнитного поля $[H]$. Каждая точка на графике соответствует измерению в течение 40 мин.

чи, параллельны плоскостям отражения нейтронов, однако удалены друг от друга на вдвое меньшее расстояние. Ход таких лучей в интерферометре практически совпадает с направлением движения нейтронных волн. Фотоны с энергией E взаимодействуют с гравитационным полем так, как если бы они имели массу

$$m_\gamma = \frac{E}{c^2}.$$

Величина m_γ в нашем случае на 7 порядков меньше массы нейтрона. Поэтому обнару-

жи нейтронов ориентировались таким образом, что их проекция на направление вектора напряженности магнитного поля равна либо $+\hbar/2$, либо $-\hbar/2$. Величина разности фаз интерферирующих лучей (1) для нейтронов с противоположной ориентацией спинов имеет разный знак, т. е. магнитное поле по отношению к нейтронным волнам ведет себя как среда с двойным показателем преломления. Поэтому изменение скорости счета нейтронов определяется не просто величиной $\cos(\delta + \beta)$, а суммой

$$\cos(\delta + \beta) + \cos(\delta - \beta) \sim \cos \delta \cos \beta.$$

Таким образом, при $\delta = \pi/2, 3\pi/2$ интерференционный эффект исчезает. Сведение величины δ к значению,

⁶ «Phys. Today», 1975, v. 8, p. 17.

Бухарский олень в Таджикистане

А. Г. Банников

Доктор биологических наук

Москва

И. А. Абдусяямов

Член-корреспондент АН Таджикской ССР

А. И. Соков

Кандидат биологических наук

Душанбе

Бухарский олень (*Cervus elaphus dactrianus*)—самая южная форма благородного оленя. В отличие от близких форм (европейского, кавказского, марала, изюбра, валити и др.) он обитает в крайних для вида условиях. Этот олень живет в местах, где летняя температура воздуха нередко превышает 45°, кормится не только растительностью пойменных зарослей, но также саксаулом, солянками и эфемерной растительностью пустынь. Несмотря на это, основные экологические и этологические характеристики бухарского оленя — те же, что и у вида в целом. Отсюда очевидно, что изучение эколого-морфологических и этологических адаптаций бухарского оленя представляет исключительный научный интерес.

Бухарский олень в далеком прошлом был довольно многочисленным видом. Однако интенсивное развитие сельского хозяйства, связанное с освоением речных пойм с тугайными зарослями, заготовка сена, выкорчевывание деревьев и кустарников, использование гравия пагубно сказались на ареале, численности и состоянии популяций бухарского оленя. Теперь бухарский олень — редкий вид фауны СССР — включен как в национальную, так и международную «Красную Книгу».

В конце 60-х — начале 70-х годов общая численность бухарского оленя в СССР составляла всего около 600 голов, из них в Таджикистане обитало около 400 голов¹.

В настоящее время полностью запрещена охота на бухарского оленя. Ведется работа по увеличению поголовья этого вида в местах бывшего ареала, а также проводятся эксперименты по вселению бухарского оленя в новые для него места обитания.

В последние годы, благодаря принятым в республике мерам охраны, численность этого ценнейшего вида неуклонно растет².

Проведенные нами в сентябре 1976 г. наблюдения дают основание утверждать, что в местах естественного обитания бухарского оленя в Таджикистане (правобережье р. Пяндж от ее выхода из гор до слияния с р. Вахш и включая пойменные тугайные заросли, входящие в заповедник «Тигровая балка») состояние популяций оленя заметно улучшилось, и его можно считать вполне удовлетворительным.

Численность оленя в заповеднике превысила 300 голов. Хорошо поставленная охрана (за последние годы не отмечены случаи браконьерства) способствует не только увеличению численности оленя, но и его естественному расселению в тугаях вдоль р. Пяндж, т. е. в бывших местах обитания.

По нашим сведениям, а также по данным, любезно предоставленным нам научным сотрудником заповедника «Тигровая балка» И. Ф. Носовым, общее поголовье бухарского оленя по тугайным за-

¹ Банников А. Г., Жирнов Л. В. Охрана и восстановление численности бухарского оленя в СССР.— В сб.: Научные основы охраны природы, вып. 2, М., 1973.

² Банников А. Г. Численность бухарского оленя возросла.— «Природа», 1972, № 10.



Бухарский олень в Сарыхосорском заказнике.
Фото А. Г. Баниникова.

росям Пянджа выше устья Вахша составляет около 240 голов; наиболее крупные популяции обитают в районах урочища Кокуль (около 120 голов) и урочища Саят (более 40 оленей). На других участках поймы держатся небольшие группы по 3—8 оленей. Таким образом, современный

естественный ареал бухарского оленя в Таджикистане охватывает довольно значительную территорию: от Чубека на востоке до заповедника «Тигровая балка» на западе.

В Таджикистане впервые был поставлен эксперимент по разведению бухарского оленя в горном заповеднике «Ромит», расположенном на южном склоне Гиссарского хребта, на высоте 1100—3000 м над ур. м. В 1960—1961 гг. из за-

поведника «Тигровая балка» в «Ромит» было завезено 10 оленей. Животных поместили в вольере. На день оленей выпускали на волю, а при наступлении сумерек загоняли в вольеру. Такая предосторожность была необходима в период адаптации животных и для сохранения их от хищников. На следующий год животные были выпущены на волю.

Олени относительно быстро освоили совершенно новые для них места обитания. Они свободно преодолевали горные реки, с легкостью передвигались по межгорным поймам и склонам гор, охотно поедали местные кормовые растения. Довольно благополучно переносили олени и относительно многоснежные зимы, во время которых их немного подкармливали.

Показателем быстрой адаптации животных к новым местам обитания является успешное их размножение: к 1976 г. в Ромитском заповеднике от 10 голов, завезенных в 1961 г., образовалось стадо, превышающее 200 голов.

Опыты акклиматизации бухарского оленя в Ромитском заповеднике показали возможность их дальнейшего расселения в горных условиях. Однако дальнейшее увеличение поголовья оленей в этом заповеднике недопустимо, поскольку пригодные для оленей угодья в заповеднике «Ромит» занимают лишь 2,5—3 тыс. га, и здесь нормально могут обитать лишь до 100 голов оленей. Поэтому уже сейчас необходимо систематически отлавливать оленей для расселения их в другие угодья.

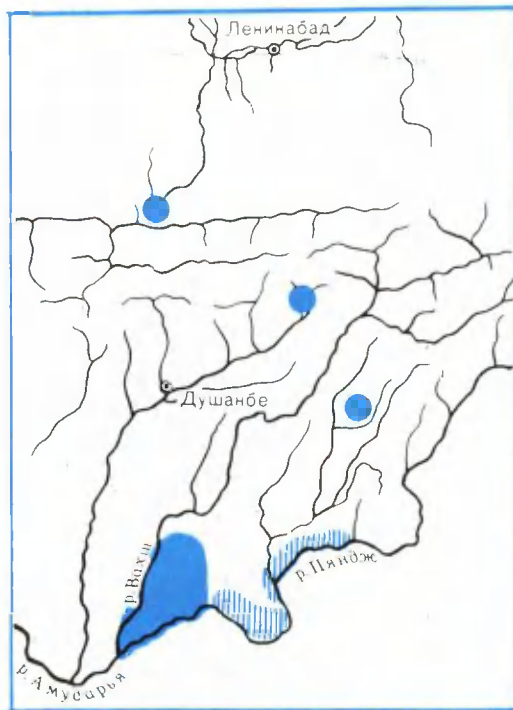
Результаты опыта в Ромитском заповеднике послужили основанием для завоза бухарского оленя на территорию Сарыхосорского и Кусавлисайского заказников.

Сарыхосорский заказник (общая площадь 40 тыс. га) расположен в верховьях р. Шуробдарья, на южном склоне Вахшского хребта, на высоте 1600—1800 м над ур. м. Условия заказника более благоприятны для размещения значительного поголовья бухарского оленя, чем угодья заповедника «Ромит». Склоны Вахшского хребта в пределах заказника относительно пологие, почва суглинистая, что создает хорошие условия для пышной древесно-кустарниковой и травянистой растительности. Особенно благоприятна обширная речная долина, заросшая местами густой тугайной растительностью, состоящей из гребенщика, облепихи, лоха и ивы. Этот заказник в настоящее время наиболее перспективен для искусственного расселения

бухарского оленя. Здесь пригодная для оленей территория составляет примерно 10 тыс. га, на которой возможно содержание до 400—500 голов.

В этом заказнике отрицательными могут оказаться два фактора — многоснежность в некоторые зимы и значительное количество волков в зимний период. Поэтому в период адаптации в многоснежные зимы интродуцированных оленей придется подкармливать, а также регулировать численность волков.

В сентябре 1972 г. в Сарыхосор-



Карта-схема распространения бухарского оленя в Таджикистане.

-  современный ареал естественной популяции
-  вторичное восстановление ареала
-  места искусственного расселения

ский заказник были завезены из заповедников «Тигровая балка» и «Ромит» 9 разновозрастных оленей. Они благополучно перенесли четыре зимы и дали приплод, увеличивший стадо в 2 раза (18 голов), что позволяет считать территорию Сарыхосорского заказника приемлемой для по-

становки нового эксперимента. Сейчас в заказнике основное поголовье оленей живет в вольере площадью около 20 га.

Бухарский олень интродуцирован также в заказнике «Кусавлисай» (площадь 20 тыс. га), расположенном на северном склоне Туркестанского хребта на высотах 2300—3000 м над ур. м.

Пологие склоны гор и межгорные впадины покрыты хорошо сохранившимся арчевым лесом с примесью жимолости, эфедры и других кустарников; на южных склонах гор значительные заросли диких

обогащению ныне пустующих или крайне обедненных неудобных земель аридной зоны Таджикистана и других республик Средней Азии ценнейшим представителем фауны.

Изучение бухарского оленя должно вестись прежде всего в заповеднике «Тигровая балка», где обитает самая крупная в мире популяция бухарского оленя. Необходимые условия для проведения исследовательских работ — строгое соблюдение заповедного режима, в частности изъятие из заповедника одичавших



Молодой бухарский олень в заповеднике «Тигровая балка».

Фото М. И. Обухова.

роз. Травянистая растительность очень обильна и является хорошей кормовой базой для оленей. В 1975 г. в заказник «Кусавлисай» было завезено 13 молодых оленей, так что работа там только разворачивается.



буйволов и лошадей, полное прекращение выпаса скота, сенокосов и т. д.

Для охраны оленей, расселяющихся в незаповедные территории по р. Пяндж, необходимо создание заказников. Было бы желательно также обсудить вопрос о создании двухстороннего советско-афганского заповедника на обоих берегах и островах р. Пяндж, в районе урочища Саят, Даркат или других местах.

Изучение и охрана бухарского оленя открывает заманчивые возможности к

Космические исследования

Запуски космических аппаратов в СССР (март — апрель 1977 г.)

В марте — апреле 1977 г. в Советском Союзе было запущено 14 спутников, в том числе 11 спутников серии «Космос» с научной аппаратурой, предназначенной для продолжения исследований космического пространства. В частности, на спутнике «Космос-900» была установлена научная аппаратура, созданная в СССР, ГДР и ЧССР и предназначенная для исследований физических явлений в ионосфере и магнитосфере Земли, а также для изучения полярных сияний.

Очередные спутники связи серий «Молния-1» и «Молния-3» оборудованы ретрансляционной аппаратурой для обеспечения эксплуатации системы дальней телефонно-телеграфной радиосвязи, а также передачи программ Центрального телевидения СССР на пункты сети «Орбита» и в рамках международного сотрудничества.

Очередной спутник серии «Метеор» предназначен для получения метеорологической информации, необходимой в оперативной службе погоды. На борту спутника установлена аппаратура, обеспечивающая получение изображений облачности и снежного покрова на дневной и ночной сторонах земного шара, а также получения данных о тепловой энергии, отражаемой и излучаемой Землей и ее атмосферой.

Успешно продолжался полет орбитальной научной станции «Салют-5», запущенной 22 июня 1976 г. По состоянию на 14 ч московского времени 22 апреля 1977 г. станция совершила 4885 оборотов вокруг Земли; параметры орбиты стан-

Космический аппарат	Дата запуска	Параметры начальной орбиты			
		пери-гей, км	апогей, км	накло-ние, град	период об-ращения, мин
«Космос-896»	3.III	194	216	72,9	88,5
«Космос-897»	10.III	182	371	72,9	89,7
«Космос-898»	17.III	222	258	81,4	89
«Молния-1»	24.III	484	40 816	82,8	736
«Космос-899»	25.III	505	552	74,1	95,2
«Космос-900»	30.III	460	523	83	94,4
«Метеор»	5.IV	869	909	81,2	102,5
«Космос-901»	5.IV	279	845	71	95,5
«Космос-902»	7.IV	179	307	81,4	89
«Космос-903»	11.IV	630	40 170	62,83	726
«Космос-904»	20.IV	210	350	71,4	89,8
«Космос-905»	26.IV	179	366	67,1	89,7
«Космос-906»	27.IV	466	523	50,7	94,3
«Молния-3»	28.IV	467	40 817	62,8	736

ции после коррекции, проведенной 15 апреля 1977 г., составляли: высота в перигее 260 км, высота в апогее 273 км, наклонение 51,6°, период обращения 89,6 мин. В соответствии с программой работ в автоматическом режиме продолжают дальнейшие испытания бортовых систем, аппаратуры и агрегатов станции в условиях длительного космического полета, а также научно-технические исследования и эксперименты.

Космические исследования

«Космос-900» исследует полярную ионосферу

30 марта в Советском Союзе запущен очередной искусственный спутник Земли «Космос-900», в задачи которого входит продолжение исследования процессов в ионосфере и магнитосфере Земли и изучение полярных сияний. Спутник выведен на орби-

ту с параметрами: начальный период обращения — 94,4 мин, высота в апогее — 523 км, наклонение орбиты — 83°.

Особенность эксперимента заключается в том, что траектория спутника проходит в высоких широтах, представляющих существенный интерес для исследования природы и причин возникновения магнитосферных суббурь.

Исследования, выполненные на космических аппаратах, в том числе на спутниках серий «Космос», «Интеркосмос», «Прогноз» и автоматических межпланетных станциях, прояснили картину взаимодействия солнечного ветра с магнитным полем Земли. В результате этого взаимодействия в экваториальных и полярных областях на высоте 20—30 тыс. км от Земли возникают кольцевые токи силой в десятки миллионов ампер. В Северном и Южном полушариях на широтах 65—70° образуются овальные зоны, где наблюдаются вторжения электронов в атмосферу, вызывающие полярные сияния и изменения в состоянии ионосферы и магнитного поля Земли. Во время магнитосферных

суббурь нарушается радиосвязь в высоких широтах. Одновременно идет наполнение радиационных поясов Земли протонами и электронами.

На борту спутника установлен комплекс зондовой аппаратуры, включающий панорамные электростатические анализаторы, плоские и сферические ионные ловушки для измерения концентрации и температуры положительных ионов и зонд Лэнгмюра для исследования концентрации и температуры электронов, разработанные в Институте космических исследований АН СССР.

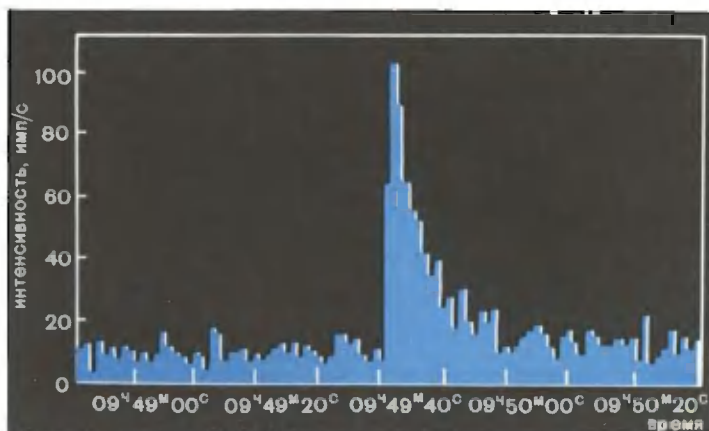
Прибор для измерения электронной температуры создан совместно советскими и чехословацкими специалистами. На спутнике установлен обширный комплекс аппаратуры для измерения интенсивности и распределения заряженных частиц по энергиям в диапазоне от десятых долей кэВ до нескольких МэВ, разработанный в Научно-исследовательском институте ядерной физики (НИИЯФ) МГУ. Для изучения интенсивности излучения полярных сияний в диапазоне длин волн 1050—1350 Å установлен прибор, разработанный в ГДР, а вблизи длины волны 3914 Å — в НИИЯФ МГУ.

Л. А. Ведешин
Москва

Астрофизика

Вспышки космического рентгеновского излучения

Впервые вспышки космического рентгеновского излучения были обнаружены в 1971 г. группой советских специалистов из Института космических исследований (А. С. Мелиоранский и др.), проводивших наблюдения космического рентгеновского излучения с помощью спутника «Космос-428». Затем это явление было зарегистрировано космическими аппаратами «ANS» (Нидерланды), «SAS-3» (США), «Vela-5» (США) и

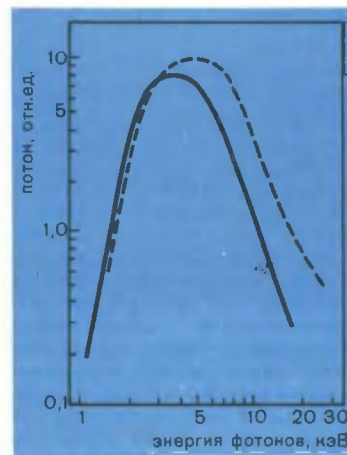


«Ariel-V» (Великобритания). Вспышки имеют очень быстрый характер: подъем интенсивности излучения до максимума происходит за время, меньшее одной секунды; затем следует постепенно замедляющийся спад излучения в течение 10—20 с. В максимуме вспышки в диапазоне 1—20 кэВ излучается примерно 10^{39} эрг/с; в этот момент источник становится одним из самых ярких на рентгеновском небе.

К числу объектов такого класса относится, например, 3U 1820-30, ранее известный как сильно переменный рентгеновский источник. Его интенсивность меняется примерно в 5 раз за время от минут до месяцев без какой-либо регулярности: в мае 1975 г. наблюдались почти периодические вспышки с периодом, близким к 0,18 сут; в марте 1976 г. средние интервалы между вспышками составляли 0,12 сут; временами вспышки не наблюдались вообще в течение недели. Максимум излучения расположен в области 4—6 кэВ, причем в максимуме вспышки температура излучения заметно меньше, чем на спаде.

В направлении на источник 3U 1820-30 видно шаровое звездное скопление NGC 6624. В квадрат ошибок, определяющий вероятное положение источника на небе, попадают десятки или даже сотни тысяч звезд этого скопления. Поэтому отождествить рентгеновский источник с какой-либо звездой исключительно трудно. В скоплении NGC 6624 звезды

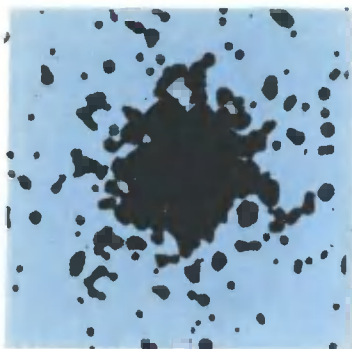
Вспышка рентгеновского источника 3U 1820-30 в шаровом скоплении NGC 6624, зафиксированная нидерландским астрономическим спутником («ANS») 28 сентября 1975 г. в диапазоне 1,3—7 кэВ.



Распределение энергии в спектре вспышки рентгеновского источника 3U 1820-30 (по данным «ANS»): сплошная линия — а максимуму вспышки, штриховая — на ее спаде.

сильно сконцентрированы к центру. На лучших фотографиях скопления в его центре заметна неразрешающаяся на звезды область размером в 4''. Такая структура свидетельствует о существовании здесь очень массивного, в сотни солнечных масс, объекта.

Одновременные рентгеновские, оптические, инфра-



Шаровое звездное скопление NGC 6624. Размер фотографии соответствует квадрату ошибок, определяющему вероятное положение рентгеновского источника 3U 1820-30 на небе (негатив). Снимок получен М. Лиллер и В. Лиллер (Гарвардская обсерватория, США).

красные (8—13 мкм) и радионаблюдения этого скопления провела группа астрономических учреждений США и Южная Европейская обсерватория. К сожалению, в момент ожидаемой большой рентгеновской вспышки рентгеновские счетчики на орбитальной астрономической обсерватории «Коперник» (США) не сработали из-за помех, вызванных космическими частицами; в то же время никаких оптических изменений, а также особенностей в инфракрасном и радиодиапазоне не наблюдалось.

Интересна история исследования и отождествления с шаровым скоплением рентгеновского источника MXB 1730-335, открытого группой «SAS-3» (Массачусетский технологический институт). В. Лиллер, пытаясь отождествить его с каким-либо оптическим объектом, нашел в квадрате ошибок на снимках, полученных в красных лучах на 4-метровом рефлекторе, новое шаровое звездное скопление, чрезвычайно сильно ослабленное поглощением межзвездной среды. Картина вспышек MXB 1730-335 напоминает релаксационный ос-

циллятор. Он вспыхивает с интервалами от нескольких секунд до нескольких минут. Дж. Кларк обнаружил четкую зависимость между мощностью вспышки и временем спокойного состояния после вспышки. Нечто подобное имеет место в неоновой лампе: чем ярче вспышка, тем большее время требуется для подзарядки лампы перед следующей вспышкой.

Нужно подчеркнуть, однако, и тот существенный факт, что в районе некоторых вспыхивающих рентгеновских источников пока вообще не найдено шаровых скоплений.

Какие же физические объекты могут вызывать быстропеременное вспыхивающее рентгеновское излучение, наблюдаемое в направлении некоторых шаровых скоплений?

Большинство рентгеновских источников связано с коллапсировавшими объектами в двойных системах. Теория аккреции газа на коллапсировавший объект (нейтронную звезду, белый карлик, черную дыру), разработанная в СССР¹, общепризнана для объяснения быстропеременных рентгеновских источников в двойных звездных системах. Динамические расчеты показывают, что в некоторых случаях шаровое скопление становится нестабильным и в его центре образуется тесная конфигурация звезд. Согласно Дж. Бакалу и Дж. Острайкеру, динамическая эволюция скопления может привести к появлению в его центре объекта чрезвычайно большой массы — черной дыры. Газ в скоплении, падая на такой объект, образует вокруг него аккреционный диск. По предположению авторов этой гипотезы, вспышки рентгеновского излучения являются результатом прохождения через аккреционный диск нейтронной звезды, находящейся на орбите вокруг черной дыры.

Другие попытки объяснить вспыхивающее рентгенов-

ское излучение в шаровых скоплениях основываются на различных моделях неустойчивости в атмосфере нейтронной звезды. Однако полного понимания этого загадочного явления природы еще нет.

По материалам: «Письма в Астрономический журнал», 1975, т. 1, с. 20—24; 1976, т. 2, № 4, с. 182—187; «Nature», 1976, у. 261, р. 542; «Astrophysical Journal», 1976, v. 205, № 3, р. 127—130; 1977, v. 211, № 1, р. 152—159.

Планетология

Свежий кратер на Луне

Дж. Хартунг (Университет штата Нью-Йорк, США) полагает, что кратер Джордано Бруно на Луне образовался совсем недавно — не более 800 лет назад. На такую мысль его натолкнула запись, оставленная средневековым английским хронистом Геразием Кентерберийским, который сообщает, что ранним вечером 18 июля 1178 г. пять человек поклялись под присягой, что они наблюдали, как «верхний рог молодой Луны (прошло всего 1,5 сут с момента новолуния) раскололся на две части». Далее они свидетельствовали, что ясно видели, как «из середины этого разлома внезапно выскочил пылающий факел, разбрызгивая во все стороны огонь, раскаленные угли и искры на большое расстояние».

Сопоставив это историческое свидетельство с фотографиями Луны, полученными в последнее время с близких расстояний и в разных ракурсах, Хартунг пришел к заключению, что жители средневековой Англии наблюдали падение на Луну крупного метеорита.

Само место падения находилось за горизонтом, на невидимой стороне Луны, примерно около 130° в. д., но тем не менее движение продуктов выброса при образовании кратера вполне могло быть видно земным наблюдателям. С падением этого метеорита, по

¹ Подробно см.: Сюняев Р. А., Шакура Н. И. Жизнь умирающих звезд. — «Природа», 1975, № 10.



Кратер Джордано Бруно (диаметр 20 км) расположен на обратной стороне Луны, но достаточно близко и видимой с Земли ее части. Далеко вытянутые «лучи» — выброшенная при его образовании порода; один из таких выбросов хорошо прослеживается вплоть до Моря Кризисов. Фото получено «Аполлоном-8» в 1968 г.

мнению Хартунга, скорее всего можно связать кратер Джордано Бруно, расположенный на обратной стороне Луны, но весьма близко к ее видимой с Земли части.

Диаметр кратера 20 км. Он окружен ясно различимыми на фотографиях лучеобразно расходящимися грядами светлоокрашенного материала, простирающимися на сотни километров. Ни один известный

лунный кратер сравнимых размеров не имеет столь далеко вытянутых «лучей» выброшенной породы. В пользу крайней молодости кратера говорят и весьма крутые склоны, очень мало выветрившийся, почти несглаженный вал, окружающий его.

Американские исследователи полагают, что разрешить эту проблему, возможно, позволит изучение образца лунного грунта (3г), предоставленного в их распоряжение Академией наук СССР: этот образец был взят автоматической межпланетной станцией «Луна-24» 18 августа 1976 г. в районе Моря Кризисов, как раз вблизи гряды выбросов из кратера Джордано Бруно.

«Nature», 1976, v. 264, p. 212 (Великобритания); «Meteoritics», 1976, v. 11, p. 187 (США).

Метеоритика

Поиски метеоритов в Антарктиде

В 1976 г. японские исследователи сообщили о находках многих сотен метеоритных обломков на площади всего в несколько десятков квадратных километров «вблизи антарктического горного хребта Ямато»¹. Недавно группа американских специалистов под руководством У. Кессиди (Питтсбургский университет, Пенсильвания) совместно с К. Янаи (Институт полярных исследований, Токио) организовала поиск метеоритных тел в противоположной части

¹ Подробнее см.: «Природа», 1977, № 6, с. 125.

Антарктиды — к востоку от залива Мак-Мердо.

В декабре 1976 — январе 1977 г. им удалось собрать в районе горы Бальдер (77,5° ю. ш., 160° в. д.) и нунатака² Аллан (76° ю. ш., 159° в. д.) обломки 11 метеоритов. Масса самого маленького 305 г, а самого крупного 407 кг (он состоит из 33 обломков, найденных на площади менее 1 га); средняя масса десяти наименьших 5 кг.

Анализ показал, что 8 метеоритов относятся к классу обычных хондритов, один — к железным, один — к ахондритам и один назван необычным хондритом. Этот метеорит химически неравновесный, т. е. содержит минералы, образовавшиеся в совершенно различных условиях и после объединения практически не подвергшиеся какому-либо химическому изменению. Он весьма напоминает известный специалистам метеорит Мезо-Мадрас.

Как у горы Бальдер, так и около нунатака Аллан течение ледника резко нарушается крупными скальными обнажениями. Неподвижное ледяное поле подвергается сильной эрозии под воздействием почти не прекращающихся интенсивных ветров из глубины Антарктиды, что и приводит к выходу на поверхность метеоритных тел, принесенных ледником из внутренних областей континента.

«Smithsonian Institution Natural Science Event Bulletin», 1977, в. 2, № 2, р. 9 (США).

Физика

Кольцевой оптический резонатор, не требующий юстировки

При создании и эксплуатации лазерных установок один из наиболее трудоемких

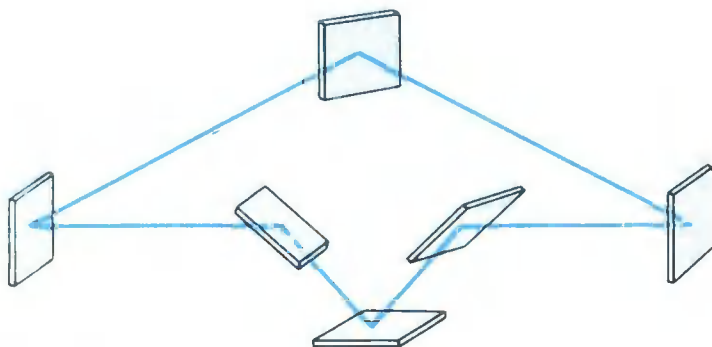


Схема расположения зеркал в кольцевом резонаторе, не требующем юстировки.

процессов — юстировка резонатора лазера, т. е. такое ориентирование его зеркал, при котором в резонаторе возникает стоячая волна. Обычно для этого требуется установить зеркала с точностью 3—10", фиксировать их с такой же точностью и, кроме того, чтобы устранить влияние вибрации, крепить всю систему на массивном моноблоке. Кольцевые резонаторы (с числом зеркал большим двух) не представляют исключения.

Г. Б. Альтшулер, Е. Д. Исянова, В. Б. Карасева, А. Л. Левит, В. М. Овчинникова и С. Ф. Шарлай на основе простых геометрических соображений показали, что в неплоском резонаторе (в нем нормали к зеркалам не лежат в одной плоскости) с четным числом зеркал всегда существует самосопряженный луч, т. е. луч, совпадающий сам с собой после отражения от всех зеркал резонатора, независимо от положения и наклона зеркал. Разумеется, в абсолютном смысле это утверждение справедливо лишь для бесконечно больших зеркал.

Минимальное число зеркал в таком кольцевом резонаторе равно шести. При их небольших колебаниях луч также будет слегка смещаться, но условие юстировки при этом не нарушится. Лазер с таким резонатором весьма прост в

эксплуатации, хотя, надо отметить, немного громоздок.

«Квантовая электроника», 1977, т. 4, № 7.

Физика

Проверка фундаментальных констант с помощью лазеров

Высокая монохроматичность и временная когерентность лазерного излучения позволяют, как известно, использовать лазеры для экспериментальной проверки некоторых фундаментальных положений теории относительности и квантовой теории. Недавно предложены два новых опыта, позволяющих установить отсутствие дисперсии скорости света и постоянной Планка.

В эксперименте, предложенном В. В. Рагульским (Физический институт им. П. Н. Лебедева АН СССР) независимость скорости света в вакууме от длины волны может быть определена путем проверки равенства $\lambda = c \cdot \tau$. В нелинейном кристалле генерируется вторая гармоника лазерного излучения, и с помощью интерферометра Фабри — Перо сравниваются длины волн излучения на частотах ν и 2ν . Если некротность длин волн, однозначно связанная с дисперсией скорости света, имеется, то с помощью такой методики она будет зарегистрирована с точностью

² Нунатак — скалистая вершина, выступающая над поверхностью ледника.

10⁻¹¹. Величина скорости света, рекомендованная Консультационной комиссией Международного бюро мер и весов (Париж), равна 299 792 458 м/с ± 1,2 м/с, т. е. определена с точностью 4×10^{-8} .

Л. А. Ривлин (Всесоюзный научно-исследовательский институт оптико-физических измерений) также с использованием умножения (в данном случае, удвоения) частоты лазерного излучения предлагает проверить отсутствие частотной дисперсии постоянной Планка h . Излучение высокомонохроматического лазера с перестраиваемой частотой расщепляется на высоко-частотный (ν_1) и низкочастотный (ν_2) лучи. (В простейшем случае $\nu_1 = 2\nu_2$.) Остается, используя закон сохранения энергии $2h\nu = h\nu_1 + h\nu_2$, зафиксировать разницу или ее отсутствие в значениях постоянной Планка. Точность такой двухфотонной методики, правда, по довольно оптимистическим оценкам, составляет $10^{-10} - 10^{-11}$. Современное же значение h равно $(6,626176 \pm 0,000036) \cdot 10^{-27}$ эрг·с, т. е. определено с точностью $5,4 \cdot 10^{-6}$.

«Квантовая электроника», 1977, т. 1, № 1.

Физика

Сверхпроводящие ультратонкие пленки

До сих пор по-настоящему не ясны физические механизмы, управляющие такой важной характеристикой сверхпроводников, как критическая температура (температура перехода из нормального в сверхпроводящее состояние).

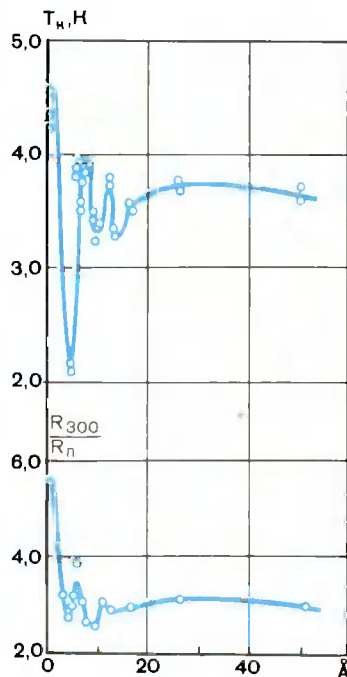
Здесь неоценимую роль могут сыграть пленки. Они позволяют достаточно просто осуществить широкую программу исследований свойств сверхпроводящих материалов в зависимости от различных параметров: геометрии, размеров зерен кристаллов, типа кристаллической решетки, вида и количества примесей, наличия покры-

тия, его типа и т. д. Меняя толщину пленок и температуру подложки во время конденсации, можно получить и исследовать совершенно новые сверхпроводящие модификации вещества, которые в массивном материале при обычных условиях не существуют.

Особенно интересны в этом смысле ультратонкие пленочные образцы, толщина которых сравнима с межатомными расстояниями в твердом теле: $10^{-7} - 10^{-8}$ см. В этом случае поверхность образца начинает играть определяющую роль и легко осуществляются условия большого вклада поверхностных колебаний атомов и поверхностных электронных состояний в такие основные характеристики твердого тела, как фоновые и электронные спектры. Это обстоятельство позволяет установить связь между объемными сверхпроводящими характеристиками образца и свойствами его поверхности, причем условия на границе пленки можно легко менять путем нанесения на нее другого вещества (полупроводника, диэлектрика).

Недавно в Институте атомной энергии им. И. В. Курчатова при исследовании ультратонких образцов обнаружено интересное явление: сверхпроводящие свойства двухслойного образца, состоящего из металлического и нематаллического слоев, немонотонным, осциллирующим образом зависят от толщины нематаллического слоя, изменяющегося совершенно монотонно и непрерывно. Осциллируют критическая температура, критические магнитные поля, электрическое сопротивление образца, причем наблюдается четкая корреляция между изменениями всех этих величин.

Такое необычное поведение характерно для пленочных систем, состоящих из самых разных металлических и нематаллических слоев. Обязательное условие для появления осцилляций — очень малая (порядка нескольких межатомных расстояний) толщина нематаллического слоя. Амплитуда осцилляций возрастает по-



Зависимость критической температуры T_k [вверху] и отношения сопротивлений R_{300}/R_n [внизу] тонкопленочных слоистых образцов ванадия — углерод от толщины углеродной прослойки; R_{300} — сопротивление образца при комнатной температуре, R_n — сопротивление перед переходом образца в сверхпроводящее состояние.

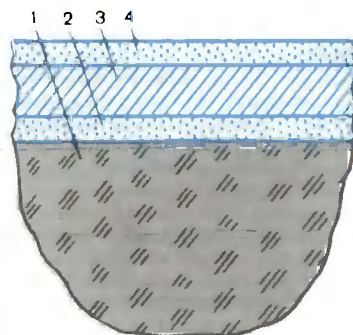


Схема тонкопленочного слоистого образца: 1 — подложка, 2 — углеродный слой постоянной толщины, 3 — металлическая пленка, 4 — углеродная прослойка переменной толщины.

мере уменьшения толщины металлического слоя. Если наносить тонкое неметаллическое покрытие с обеих сторон металлической пленки, то картина осцилляций критической температуры (положение максимумов и минимумов) оказывается очень чувствительной к соотношению толщин обоих покрытий. Эффект одинаков для разных типов образцов и материалов покрытий. По-видимому, наблюдаемое явление имеет достаточно общий характер, а то обстоятельство, что наряду с осцилляциями температуры сверхпроводящего перехода наблюдаются и осцилляции электрического сопротивления образца, позволяет предположить связь наблюдаемого эффекта с особенностями поведения электронов в пленочной системе, состоящей из ультратонких слоев металла и неметалла.

Ю. М. Каган и Л. Б. Дубовский предложили теоретическую модель этого явления, позволяющую объяснить поведение тонкопленочных систем металл — неметалл. По мнению авторов, наблюдаемое немонотонное изменение физических характеристик таких систем связано с особенностями движения и отражения электронов в очень тонких металлических и неметаллическом слоях и с возникающими в связи с этим изменениями условий на границе металл — неметалл при изменении толщины неметалла.

М. Н. Михеева
Кандидат
физико-математических
наук
Москва

Биохимия

Переваривающие комплексы у бактерий

В клетках животных роль своеобразного пищеварительного аппарата выполняют особые субклеточные структуры — лизосомы. В них локали-

зовано огромное количество разнообразных ферментов гидролиза, расщепляющих крупные молекулы: протеолитические ферменты, «разрезающие» на фрагменты молекулы белков; нуклеазы, которые гидролизуют длинные цепи нуклеиновых кислот; липазы, катализирующие гидролиз триглицеридов, и т. д. В бактериальной же клетке таких оформленных субклеточных структур не существует.

Чтобы установить аналог лизосом в клетках бактерий, биохимики Р. Каплан и Е. Гарштейн выращивали клетки кишечной палочки (*E. coli*) на богатой питательной среде, где клетки быстро росли и развивались. Затем их перенесли на бедную питательными веществами среду. В результате адаптации в клетках бактерий стали расщепляться некоторые крупные молекулы и надмолекулярные структуры, например рибосомы. Чтобы понять, как происходит расщепление рибосом в бактериальной клетке, Каплан и Гарштейн разрушили оболочки бактериальных клеток с помощью специального фермента лизоцима и полученный лизат, содержащий все компоненты бактериальной клетки, разделили на фракции, а затем определили способность каждой фракции расщеплять рибосомы.

Оказалось, что ферменты, расщепляющие рибосомную РНК и белки, расположены в быстроседimentирующей фракции, содержащей внешнюю мембрану бактериальной клетки. Первым из ферментов гидролиза вступает в действие эндонуклеаза, затем рибосомную РНК начинают расщеплять РНКазы I и РНКазы II. Белки, входящие в состав бактериальных рибосом, расщепляются ферментами со значительно более низкой скоростью по сравнению со скоростью расщепления РНК. Интересно, что доступность рибосом действию ферментов гидролиза зависит от конформации рибосом, а также от их функционального состояния. Так, «неработающие» субчастицы рибосом значительно быстрее расщепляются ферментами по сравнению с целыми рибосомами, а так-

же рибосомами, входящими в состав полисом.

«The Journal of Biological Chemistry», 1976, v. 251, № 4, p. 1147—1153 (США).

Медицина

Янтарная кислота

В Институте биологической физики АН СССР М. Н. Кондрашовой с сотрудниками получены новые данные о механизме регуляции физиологического состояния организма под действием янтарной кислоты.

Нормализующее действие янтарной кислоты на организм основано на усилении восстановительных процессов, что важно при ослаблении деятельности сердца, почек, возрастных нарушениях регуляторных нервных центров, при интенсивной мышечной работе, а также при действии на организм токсических веществ, в том числе лекарств. Особенно высока ее эффективность в случаях патологии сердечной мышцы.

Еще в 30-е годы янтарная кислота применялась в медицине как биологический стимулятор, способствуя лучшему приживлению консервированной на холоде ткани. Дальнейшее расширение терапевтического применения янтарной кислоты зависит от исследования вопросов, связанных с идентификацией состояний организма, определяющих различную чувствительность к янтарной кислоте. На фоне в целом положительного действия часто не уделяется достаточно внимания группе людей (или животных), не реагирующих на препарат, или же реагирующих отрицательно. Необходимо установить причины этих различий.

При нормальном состоянии организма действие янтарной кислоты незначительно; оно максимально при умеренных и средних отклонениях от нормы. При более глубоких сдвигах в функционировании организма положительный эффект еще проявляется, однако не исключено и общее

ухудшение. Кондрашова считает, что указанные отличия обусловлены как изменениями состояния обязательного для организма фермента сукценатдегидрогеназы, так и образованием янтарной кислоты. Но поскольку при значительных нарушениях наибольший результат достигается именно введением янтарной кислоты, то, очевидно, последнее скорее связано с ее дефицитом в организме, чем с изменением состояния фермента, хотя его значимость для организма тоже не вызывает сомнений. Многие патологические состояния связаны со снижением активности сукценатдегидрогеназы или, наоборот, с чрезмерным ее повышением. Но теперь известно, что снижение активности этого фермента успешно компенсируется активацией янтарной кислоты.

Сейчас разрабатываются методики сочетания янтарной кислоты с другими лекарственными средствами и ее применение для борьбы с «лекарственными болезнями». В ряде стран выпускаются гормональные, химиотерапевтические и иные препараты, представляющие собой, производные янтарной кислоты. У таких производных более высокая эффективность по сравнению с исходными формами, поскольку обеспечивается лучшее проникновение препарата в ткани. Кроме того, физиологически это связано с действием как самой янтарной кислоты на дыхательную цепь, так и ее способностью усиливать процессы детоксикации в мышечных волокнах, ослабляющих неблагоприятное воздействие лекарственного препарата. Поэтому рекомендуется сочетать применение токсичных для организма средств с приемом янтарной кислоты.

Не исключено, что с расширением знаний о происходящих в организме биохимических процессах можно будет значительно усовершенствовать методику лечебного применения янтарной кислоты. Пока наиболее целесообразно использовать этот препарат при умеренном с-

лаблении организма, что позволит предотвратить более тяжелые последствия. Не менее перспективно сочетать его с лекарственными средствами. И основное: сама янтарная кислота — естественное, абсолютно нетоксичное и неаккумулирующееся вещество, которое обеспечивает естественную нормализацию как животного, так и растительного организмов.

«Терапевтическое действие янтарной кислоты», Пушкино, 1976.

Вирусология

VIII конференция чехословацких фитовирусологов

С 30 августа по 2 сентября 1976 г. в Братиславе проходила VIII конференция чехословацких фитовирусологов (изучающих вирусы растений); в работе конференции принимали участие фитовирусологи Болгарии, Венгрии, ГДР, Польши, СССР и Югославии.

Современным тенденциям в развитии растительной вирусологии был посвящен доклад В. Валенты (ЧССР); особое внимание уделено открытию вирусов с разделенным геномом и последующему бурному прогрессу в изучении этой группы организмов, начиная с обнаружения вируса погрешковости табака.

Большой интерес участников конференции вызвала проблема природно-очаговых вирусных болезней растений, улучшения их классификации. Особенно важно, как отмечалось в выступлениях, изучать биологию возбудителей болезней в конкретных климатических и географических условиях; кроме того, необходимо создать зональную систему защиты растений от заражения вирусами.

Не менее серьезна роль сорных растений в циркуляции вирусов сельскохозяйственных культур. Данные ряда докладов подтвердили неполноту знаний о возможностях рас-

пространения вирусов в природе и указали на необходимость дальнейших экологических исследований.

Ряд исследователей при изучении вирусных болезней красного клевера обнаружили на нем вирус желтой мозаики фасоли, мозаики гороха, белого клевера, люцерны, огурчанной мозаики и, наконец, мозаики красного клевера. Испытания различных сортов красного клевера на содержание вирусов не выявили заметной устойчивости какого-либо из сортов.

Сейчас во многих странах выделены вирусы ряда культурных и дикорастущих видов. Для томатов и съедобного каштана оказался характерным один и тот же штамм. Различные формы вирусов установлены для настурции, тыквы, петрушки. Югославскими специалистами найден вирус мозаики лебеды в виноградной и вишне, что существенно пополняет представление о круге хозяев этого вируса, поскольку до сих пор считалось, что он не заражает древесных растений.

Интересные результаты получены при изучении вирусов на молекулярном уровне (Институт молекулярной биологии АН СССР). Имеются данные о продуктах трансляции РНК штриховой мозаики ячменя в бесклеточной белок-синтезирующей системе из эмбриона пшеницы. В системе перемещались отдельные фрагменты РНК для выяснения их генетической роли. По-видимому, один из выделенных фрагментов содержит цистрон структурного вирусного белка, причем отмечен аномально высокий выход структурного белка, не соответствующий расчетному. Причины этого явления еще недостаточно выяснены.

На конференции шла речь об интересном явлении образования ложных ведьминых метел при выращивании в пробирке культуры тканей здоровых растений, подвергшихся действию стимулятора. Возможность появления такого феномена следует учитывать в работах по выращиванию растений на искусственных питательных средах.

В целом тематика докладов показала широту интересов вирусологов, в частности значительное внимание к вирусам дикорастущих, сорных и декоративных растений. Описан ряд новых для отдельных стран вирусов. Конференция еще раз подтвердила существенное развитие в Чехословакии, СССР и других европейских социалистических странах фитовирусологических исследований, в особенности работ по экологии и биологическим свойствам вирусов, по выявлению новых штаммов, связанных с культурными и дикорастущими видами растений, и распространности их в растениях-хозяевах.

«Резолюция VIII конференции чехословацких фитовирусологов», Братислава, 1976.

Антропология

Антропологические исследования на Чукотке

Летом 1976 г. в юго-восточной части Чукотского п-ва работала очередная антропологическая экспедиция, организованная Научно-исследовательским институтом и Музеем антропологии им. Д. Н. Анучина МГУ при содействии Дальневосточного научного центра АН СССР.

Антропологические исследования на территории Чукотского национального округа имеют большое значение с теоретической и практической точек зрения. Экстремальные условия приполярной зоны, длительная географическая изоляция коренного населения (эскимосов и чукчей), сосуществование до недавнего времени различных культурно-хозяйственных укладов жизни (эскимосы — традиционные охотники на морского зверя, чукчи — пастухи-оленьеводы), наконец, резкое изменение образа жизни в последние десятилетия в связи с индустриализацией северных и дальневосточных районов СССР —

все это создает уникальные условия для изучения этнических и адаптационных процессов, протекающих здесь с большой скоростью.

В настоящее время на территории Чукотского национального округа наблюдаются встречные процессы адаптации: с одной стороны — биологически приспособленных популяций коренного населения к новой социальной обстановке (изменение типа питания и одежды, смена профессий, повсеместное введение медицинского обслуживания, воздействие интенсивного потока информации через печать, радио, телевидение и т. п.), а с другой стороны — адаптация мигрирующего в эти районы населения к необычной географической и климатической среде (низкая среднегодовая температура, необычный световой режим, низкое парциальное давление кислорода и т. д.). Естественно также, что характерное для социалистического строя отсутствие каких бы то ни было социально-этнических барьеров способствует изменению и генотипической ситуации у населения Чукотки в результате межэтнических браков. Отметим, что процесс этнического смешения идет здесь высокими темпами и среди подрастающего поколения общее число детей от таких браков достигает примерно 30%.

Благодаря работам М. Г. Левина, Г. Ф. Дебеца, Ю. Г. Рычкова и др. мы уже имеем довольно полное представление о расовых особенностях коренного населения Чукотки¹, морфологии, популяционной структуре и генетике популяций эскимосов и чукчей. Перед экспедицией 1976 г. стояла задача получить допол-

нительные сведения по этим разделам и, по возможности, собрать данные о длительности живущих на Чукотке мигрантах из других районов нашей страны (преимущественно средней полосы Восточной Европы) и потомках межэтнических браков.

Из наиболее интересных предварительных результатов по биохимическому исследованию крови следует отметить сходство в содержании общего белка у коренного населения Чукотки и у русских, проживающих в средней полосе (Курская и Ярославская области)²; в то же время у лиц, проживавших на Чукотке пять и более лет, этот показатель повысился. Содержание гемоглобина у мужчин — эскимосов, чукчей и мигрантов — ниже, чем у русских средней полосы; у женщин для всех перечисленных групп показатели гемоглобина близки. Уровень холестерина в сыворотке крови у коренного населения оказался выше, чем у долго живущих на Чукотке мигрантов, а артериальное давление (особенно систолическое) — ниже, чем у мигрантов и населения средней полосы. Этот факт интересен с точки зрения нарушения обычной зависимости (чем выше уровень холестерина, тем выше артериальное давление), приводящей к различным сердечно-сосудистым заболеваниям, например атеросклерозу, который у коренного населения практически не встречается.

У представителей всех групп населения Чукотки обнаружена пониженная обонятельная чувствительность (в эксперименте использовались запахи разведенного мятного и эвкалиптового масел, ацетона, гераниола и ванили) в сравнении с данными по Москве примерно в 1,5—2 раза. При этом следует отметить, что у сотрудников, работавших в экспедиции на Чукотке в течение полутора месяцев, обонятельная чувствительность не изменилась и соответ-

¹ Дебес Г. Ф. — «Труды Ин-та этнографии АН СССР», 1951, т. XVII; Левин М. Г. — «Труды Ин-та этнографии», 1958, т. XXXVI; Рычков Ю. Г., Шереметьева В. А. — «Вопросы антропологии», 1972, вып. 42; Клевцова Н. И., Смирнова Н. С. — «Вопросы антропологии», 1974, вып. 48.

² Гудкова Л. К. — «Вопросы антропологии», 1975, вып. 49.

ствовала определениям, сделанным в Москве.

Установлена повышенная встречаемость лиц с группой крови I(10₀B) и пониженная с группой II(A₀B) в выборочной группе из европеоидного населения Чукотки по сравнению с населением Восточной Европы.

Данные экспедиции подтвердили прежние сведения о пониженном содержании подкожного жира у эскимосов при весе тела выше среднего (при данной длине тела) по сравнению со всеми другими этническими группами.

По опросным данным, адаптация к климатическим условиям Чукотки у мигрантов из средней полосы наступает через 3—5 лет, а при более длительном пребывании (15—20 лет) возникают определенные трудности при обратной адаптации по возвращении в среднюю полосу на постоянное жительство.

Несмотря на рекогносцировочный характер экспедиции, можно сказать, что комплексный подход (охват всех этнических групп и совмещение в программе традиционно антропологических, физиологических и психофизиологических методов) является весьма плодотворным при решении самых различных проблем, в том числе при профотборе лиц для работы в подобных регионах с необычными климатическими условиями.

Л. К. Гудкова
И. В. Перевозчиков
Кандидаты биологических наук
Москва

Зоология

Загадка самовыбрасывания дельфинов на берег

Феномен самовыбрасывания на берег дельфинов разных видов известен давно; в научной и популярной литературе ежегодно описываются¹ все новые случаи выбрасывания целых групп дельфинов. Для объяснения этой уди-



Одна из этих косаток, ныне выступающих в океанариуме «Морской мир» (Сан-Диего, Калифорния). 7 лет назад была найдена на берегу после самовыбрасывания.

вительной особенности их поведения высказываются самые различные гипотезы: и ошибка локационного аппарата, по предположению, плохо работающего на мелких местах с полого поднимающимся дном или в условиях сильной взмученности воды на мелководье; и неизвестные массовые смертельные заболевания, не дожидаясь исхода которых дельфины выбрасываются на берег; и массовые психические расстройства; нако-

нец, стадное чувство, заставляющее целую группу дельфинов следовать за гибнущим по какой-либо причине соратником². Однако в свете накапливающихся наблюдений ни одна из названных гипотез не может быть принята.

Наблюдения, о которых пойдет речь, касаются, с одной стороны, поведения животных при выбрасывании, с другой — судьбы животных, которые выбросились на берег, но были спасены и помещены затем в океанариумы.

Самое подробное и интересное наблюдение первого рода относится к поведению группы из 49 гринд (*Globicephala Macrorhyncha*), неоднократно

¹ См., например, Клейнберг С. Е., Белькович В. М., Яблоков А. В. Загадка океана. М., 1965.

² Томили А. Г. История слепого кашалота. М., 1969.

но пытавшихся выброситься на побережье Флориды³.

В 18 ч 19 августа 1975 г. выбросились на песчаный пляж первые три дельфина. Они были насильно возвращены в море и объединились с медленно плывущим недалеко от берега стадом. Тогда же в 1 км от этого места выбросились еще 6 животных, которых тоже удалось стащить с берега и отбуксировать к стаду. На другой день в 18,5 км отсюда обнаружили на берегу все стадо, причем два дельфина уже были мертвы. Операция по спасению животных длилась несколько часов: одних и тех же особей неоднократно приходилось стаскивать с отмели и буксировать в море. Одна из самок, находившихся на берегу, в это время родила живого детеныша. 44 дельфина были спасены лишь после того, как нескольких самых крупных животных удалось отбуксировать довольно далеко в море, после чего другие дельфины прекратили попытки выброситься и объединились вновь в одно стадо.

Когда все стадо стало медленно отплывать от берега, одного из молодых животных решили взять для океанариума, и за веревку, привязанную прежде к хвосту для буксировки в море, начали тащить его к берегу. Все стадо немедленно последовало за этим животным. И хотя буксировка была прекращена еще примерно в 400 м от берега, дельфины вновь стали выбрасываться на берег. В этом месте побережья песчаные участки чередовались с каменистыми грядками. Попадая на камни, дельфины получали глубокие порезы, но тем не менее неудержимо стремились к берегу, даже плывя на боку. Наконец, когда оттащили далеко в море двух самых крупных самцов, дельфинов удалось

вновь объединить в стадо, и они отплыли. Через четыре дня в 275 км от места первого выброса на побережье одного из небольших островков была найдена группа из 13 гринд. По характерному спинному плавнику крупного самца и по остаткам веревок на хвостовых стеблях безошибочно определили, что это те самые животные, которых спасли 20 августа. На этот раз из всей группы удалось спасти только шестерых, остальные погибли на пляже от перегрева.

Погода все эти дни стояла хорошая, море было спокойным, что исключает ошибку локационного аппарата дельфинов. Среди выбрасывавшихся животных не наблюдалось признаков какой-либо паники; они двигались спокойно, уверенно, медленно; не было зарегистрировано ни одной попытки нападения, укуса людей, хотя, естественно, во время спасательных операций люди многократно трогали и толкали животных. Стадное чувство в описанном случае проявилось по крайней мере трижды: один раз, когда все стадо последовало к берегу за буксируемым животным, и дважды, когда прекращались повторные выбрасывания после того, как самые крупные дельфины были отбуксированы далеко в море. Однако только стадным чувством нельзя объяснить все особенности поведения дельфинов, например, когда животные несколькими мелкими группами, без видимых лидеров, все же старались выброситься на берег.

Чрезвычайно интересные наблюдения второго рода касаются жизни дельфинов в неволе, после спасения их на берегу. Раньше дельфинов для океанариумов обычно отлавливали в открытом океане, считая, что таким способом можно получить наиболее здоровых животных. Однако после принятия в 1972 г. в США закона об охране морских млекопитающих случаи помещения в океанариумы выбросившихся дельфинов участились.

Как правило, спасенные животные отличаются хорошим здоровьем и совершенно

нормальными способностями к дрессировке. Например, одна из косаток (*Orcinus orca*), живущих в океанариуме «Морской мир» в Калифорнии, была семь лет назад найдена выбросившейся на берег. Сейчас она участвует в сложном представлении с десятками трюков и при этом ежегодно во время летнего туристского сезона совершает перелет на самолете в другой океанариум.

Случай с этой косаткой, как и другие известные случаи выбрасывания одиночных дельфинов и кашалотов, также опровергают гипотезу о самовыбрасывании дельфинов под воздействием стадного чувства.

Итак, ни одна из существующих гипотез пока не может достаточно убедительно объяснить феномен самовыбрасывания, обычно приводящего к гибели животных. Решить эту загадку было бы чрезвычайно важно для понимания все еще остающихся недоступными для нас психических особенностей этих млекопитающих.

А. В. Яблоков

Доктор биологических наук
Москва

Энтомология

О «крабстве» у муравьев

С XIX в. известно, что у некоторых видов муравьев существует подобие «крабства»: представители одного вида, нападая на колонию другого, уводят с собой часть особей и «одомашнивают» их. Для некоторых видов это даже является обязательным условием существования. Однако до сих пор считалось, что такие отношения возможны лишь между различными видами муравьев. Первый случай внутривидового «крабства» описан Б. Холл-доблером (Гарвардский университет, США), обнаружившим его в 1976 г. у пустынных медовых муравьев (*Mutecocystus mimicus*).

Проводя в районе Портала (штат Аризона) наблюдения за колониями этого ви-

³ Fehring W. K., Wells R. S. A series of stranding by a single herd of pilot whales on the west coast of Florida.—*J. Mammal.*, 1976, v. 57, № 1.

да, Холлдоблер установил, что муравьи время от времени практикуют сложные «турниры» и иные ритуальные демонстрации силы вместо войны на уничтожение со своими соседями. Медовые муравьи отличаются тем, что в каждой их колонии имеется специальная стаза («каста») «наполненных» особей, которые служат как бы живыми сосудами для нектара, собранного рабочей стазой.

Такие особи могут по мере наполнения за счет растягивания тонкой кутикулы брюшка достигать размера виноградины. Они гроздьями свисают с потолка специальных подземных хранилищ в муравейнике. В период недостатка пищи эти особи отгрызают ее по требованию других членов колонии.

Холлдоблер наблюдал, как муравьи-разведчики время от времени, находясь на границе с территорией, принадлежащей другой колонии того же вида, приходили в возбуждение и сообщали его рабочим муравьям, а те немедленно направлялись на границу по следу, отмеченному феромоном, специально выделяемым муравьями-разведчиками. Одновременно то же самое происходит в колонии «противника». Выйдя на ровный песчаный участок между колониями, муравьи начинают «турнир». Они распрямляют ноги и значительно выше обычного поднимаются над грунтом, а затем, вместо того чтобы, пользуясь мощными челюстями, уничтожать противника, они приступают к сложному ритуалу: повернувшись боком, насекомое высоко поднимает свое брюшко и одновременно постукивает усиками по брюшку противника. Это касание антеннами по брюшку и легкое поталивание — единственная форма физического контакта между ними. Через 10—30 секунд один из противников отступает, а победитель ищет нового противника.

В тех случаях, когда одна из колоний слишком мала, чтобы выставить достаточные силы на «турнир», победители вторгаются на ее территорию, уносят личинок и куколок,

угоняют рабочих муравьев и «наполненных» особей к себе. Из 28 «турниров», наблюдавшихся Холлдоблером, лишь 5 заканчивались подобным вторжением. Все «перемещенные» особи, по-видимому, становились полноправными членами новой семьи.

Подобных «бескровных турниров» и случаев внутривидового «порабощения» (а точнее было бы сказать — принудительного объединения семей. — Прим. ред.) до сих пор не наблюдалось.

«Science», 1976, т. 192, № 4242, р. 912 (США).

Энтомология

Миграция бабочек адмирал

Летом 1976 г. на Северном Каспии мы были свидетелями интересного явления. На взморье между авандельтами



Бабочка адмирал [Pyrameis atalanta].

Фото В. И. Гуминюка.

Волги и Урала с 26 по 27 июля 1976 г. огромное количество бабочек адмирал (Pyrameis atalanta) перемещалось с берега в открытое море. Утром 26 июня над штилевым морем появились одиночные экземпляры, но к полудню их количество резко выросло, и в 20 км от берега в радиусе 50 м уже насчитывалось до 25 и более

экземпляров. Приблизительно такое же количество бабочек отмечалось и в течение следующего дня. После полудня 27 июля бабочки начали садиться на воду, раскрывая при этом крылышки, но при вспугивании легко поднимались с поверхности и улетали. К 17—19 ч усилился ветер, и на море поднялось волнение. Утром 28 июля основная масса бабочек уже погибла.

По ориентировочным подсчетам, на площади 200 м² находилось в среднем по три мертвых бабочек. Область распространения бабочек в пределах акватории не установлена, однако, по-видимому, она превышала площадь района наших работ за эти дни, т. е. более 300 км². Таким образом, 26—27 июля на Северном Каспии погибло более 4,5 млн бабочек. Как утверждают местные жители, подобного они никогда не видели.

В. В. Батоян
Москва

Геология

Отношение K/Rb и источники руды

Рубидий постоянно присутствует в калиевых минералах, так как калий и рубидий близки по химическим свойствам. В глубинных породах мантии отношение содержания калия и рубидия (K/Rb) значительно выше, чем в гранитах, что отражает относительное накопление рубидия в поверхностных слоях литосферы; поэтому изменения в отношении K/Rb могут указывать на глубинность процессов рудообразования.

А. М. Портнов (Всесоюзный научно-исследовательский институт минерального сырья, Москва) изучил распределение щелочей в однокристаллических калиевошпатовых породах, возникших при гидротермальном отложении руд молибдена, золота, серебра и олова в Охотско-Чукотском вулканогенном поясе на Севе-

ро-Востоке СССР. Месторождения этих металлов здесь пространственно разобщены и сменяют друг друга в направлении с востока на запад в такой последовательности: молибден, золото, серебро, олово. По геофизическим данным, мощность гранитного слоя увеличивается в том же направлении — от побережья Охотского моря в глубь континента.

Отношение K/Rb в калиевых полевых шпатах, кристаллизовавшихся вместе с рудой из гидротермального раствора, убывает (за счет накопления рубидия) в направлении с востока на запад и составляет 300 для молибденовых, 190 для золото-серебряных и 120 для оловянных месторождений. Накопление рубидия сопровождается также концентрацией лития.

На основании этих данных можно заключить, что для молибденовых месторождений источник рудного вещества наиболее глубинный (мантия), для золото-серебряных — смешанный (мантия — кора), а для оловянных месторождений этот источник связан только с гранитным слоем (кора).

«Доклады АН СССР», 1977, т. 233, № 1, с. 222—225.

Геология

Новейшая тектоника Центральной Америки

Группа американских геологов, сейсмологов, геотектонистов и вулканологов, руководимая Дж. Плафкером (Управление геологической съемки США), завершила изучение геофизических данных¹, связанных с катастрофическим землетрясением в Гватемале 4 февраля 1976 г.



Аллея деревьев в районе разлома Мотагуа сместилась после землетрясения на 3,25 м, образовав зигзаг.

Как известно, это мощное землетрясение (интенсивность 7,5 по шкале Рихтера) привело к гибели 23 тыс. человек, 74 тыс. было ранено и около миллиона осталось без крова². Разломы и смещение земной коры превзошли даже рекордное в этом отношении для всего Западного полушария землетрясение 1906 г. в Сан-Франциско.

Всесторонний анализ обстоятельств Гватемальского землетрясения дает ранее неизвестную геофизическую характеристику этого весьма специфического региона. В частности, высказано мнение, что он находится на стыке не двух, как полагали, а трех гигантских плит земной коры: Северо-Американской, Южно-Американской и Карибской. Западная оконечность Карибской плиты, на которой частично расположены Гватемала, Сальвадор и Гондурас, «заклинена» между двумя другими

плитами; в то же время Карибская плита движется в восточном направлении относительно Северо-Американской, что вызывает растяжение земной коры в западной, заклиненной, части плиты. Разрывающее этот участок поверхности усилие в конце концов может привести к возникновению нового окраинного моря. Высказывается предположение, что нынешний зал. Фонсека в районе стыка границ Сальвадора, Гондураса и Никарагуа — по существу, начальный этап образования такого моря.

Геоморфологические последствия землетрясения необычайно ярки. В Гватемале возник четко очерченный свежий разлом земной коры длиной 230 км, шириной от 1 до 3 м (при максимальной 9 м). Он проходит всего в 25 км к северу от центра столицы. Наибольшее горизонтальное смещение почвы (сдвиг одной стороны разрыва относительно другой) — 3,4 м, в среднем — 1,1 м. Вертикальное смещение земной поверхности (опускание одной стороны разлома относительно другой) — около 1/3 горизонтального смещения.

Свежий разлом образовался вдоль известной ранее зоны разломов Мотагуа³, ко-

¹ «Science», 1976, v. 193, № 4259, p. 1201—1208.

² Подробнее см.: «Природа», 1977, № 4, с. 142—144.

³ Схему разломов зоны Мотагуа см.: «Природа», 1977, № 4, с. 143.

торую сторонники гипотезы глобальной тектоники считают линией раздела между Северо-Американской и Карибской плитами. С эпохи миоцена (около 12 млн лет назад) Карибская плита передвину-

лась относительно Северо-Американской по меньшей мере на несколько сот километров. Такое предположение делается на основании данных о протяженности сегмента Северо-Американской плиты, по-

грузившегося в недра Земли под островной дугой Вест-Индии.

Основной «шов», вспоротый землетрясением, охватывает около 10% длины разлома Мотагуа. Между этим

Нынешний залив Фонсека в районе стыка границ Сальвадора, Гватемалы и Никарагуа на их тихоокеанском побережье является, как полагают некоторые американские специалисты, начальным этапом образования нового окраинного моря.

Карибская плита, согласно гипотезе новой глобальной тектоники, движется на восток относительно Северо-Американской плиты вдоль разлома Мотагуа. Предполагается, что накопившееся растяжение земной коры вдоль границы этих соседствующих плит разрядилось мощным толчком, вызвав Гватемальское землетрясение.



разломом и цепью вулканов взрывного типа, проходящей по нагорьям Гватемалы и Сальвадора на юг, лежит перпендикулярная этому разлому система вторичных трещин земной коры, возникших, очевидно, в результате ее растяжения. Данная система доходит до окрестностей вулканической цепи и здесь прерывается. Такое растяжение считается ответственным за частые разрушительные землетрясения в районах, расположенных непосредственно к северу от вулканической цепи.

Согласно предложенной модели, не только вся Карибская плита испытывает относительное движение на восток, но и основной северный сегмент этой плиты якобы совершает передвижение в восточную сторону относительно ее южного сегмента. Это означает, что территории Гватемалы, Сальвадора, Гондураса и, возможно, Никарагуа расположены в весьма опасном в сейсмическом отношении регионе. Единственным «успокаивающим» фактором является то, что, согласно последним вычислениям, уровень растяжения между Северо-Американской и Карибской плитами составляет всего около 2 см/год. Однако движение происходит неравномерно: растяжение может накапливаться длительное время, чтобы потом разрядиться мощным толчком.

Основываясь на вычисленном уровне растяжения (2,1 см/год) и максимальном смещении земной коры в момент последнего землетрясения (3,4 м), Плафкер делает вывод, что эта катастрофа привела к рассеянию энергии, накапливавшейся в течение по крайней мере 160 лет. Отсюда следует, что интервал повторяемости для землетрясений с магнитудой 7,5 в пределах одного и того же сегмента разлома теоретически должен быть более 160 лет. По-видимому, сильное землетрясение 1773 г. в этом районе было вызвано аналогичным движением вдоль разлома. С другой стороны, можно предполагать, что подобные процессы, вероятно, уже не

смогут привести к сравнимому по мощности землетрясению в течение по крайней мере полутора столетий.

Б. И. Силкин

Москва

Океанология

Марганцевые конкреции в Тихом океане

В 1976 г. специалисты Новозеландского океанографического института (Веллингтон) во время геохимического рейса на новом исследовательском судне «Тангароа» открыли в Южной котловине Тихого океана, между Новой Зеландией и о-вом Раротонга, провинцию, богатую марганцевыми конкрециями.

К настоящему времени наиболее изученным в отношении марганцевых конкреций районом считается северная часть Тихого океана, заключенная между разломами Клария и Клиппертон. Плотность конкреций в этом районе составляет 10 кг/м², а содержание металлов, например меди и никеля, достигает 3%. Распределению же конкреций в южной части Тихого океана уделено мало внимания. Такого рода исследования проводились вокруг о-ва Таити; известно также, что значительное количество марганцевых конкреций содержится в кремнистых отложениях, окружающих Антарктику.

Новозеландский океанографический институт провел более детальное изучение юго-западной периферии Южной котловины, прилегающей к Новой Зеландии. Сама котловина интересна еще и потому, что она представляет собой один из значительных морфологических элементов Тихого океана. Здесь наблюдаются малые скорости образования осадков, что необходимо для возникновения марганцевых конкреций.

В период рейса «Тангароа» станции выполнялись на

двух разрезах с интервалами от 50 до 90 миль, на третьем разрезе интервал между станциями составлял 100 миль. Марганцевые конкреции были обнаружены на 29 из 70 станций. Это говорит о том, что котловина богата конкрециями.

К факторам, от которых зависят формирование и распределение конкреций, относятся определенные черты топографии дна, донные течения и наличие материала, служащего ядром для образования конкреций. При изучении донных осадков удалось проследить следующую тенденцию: светло-коричневые илы находятся в юго-западной части котловины, в восточной же части в основном встречаются темно-коричневые. Конкреции были обнаружены в восточной части, у 166° з. д. Дно океана в этом районе пересечено подводными холмами, высота которых достигает 300 м; в западной части рельеф, по-видимому, сглажен интенсивным образованием осадков.

Установлено, что грубая фракция в осадках представлена преимущественно обломками пемзы, которые часто и служат ядрами для конкреций. Все конкреции, поднятые драгой, оказались относительно твердыми и прочными по сравнению с конкрециями из северной части Тихого океана. Размер конкреций колеблется от 1 до 6 см, отдельные же экземпляры достигают 8 см.

«Natural Magazine», 1976, v. 215, № 3, p. 162 (Великобритания).

Этнография

Этническая история балтов

В древней истории Европы значительное место принадлежит балтам. В настоящее время к балтской языковой группе относятся литовцы и латыши; в записях сохранился исчезнувший в позднем средневековье язык пруссов. В древности же, до середины

I тыс. н. э., балты заселяли обширные пространства Европы от нижней Вислы и юго-восточного побережья Балтийского моря до верховьев Оки и лесостепного Поднепровья. Подобно кельтам, сыгравшим огромную роль в истории и ранней цивилизации Западной и Средней Европы, почти такую же роль в истории и этногенезе Восточной Европы играли балты.

В языковом отношении балты близкородственны славянам. В науке высказана гипотеза о существовании в глубокой древности балто-славянской общности, в результате распада которой образовались и славяне, и балты. Позднее, в историческое время, славяне заселили значительную часть древнего балтского ареала и стали наследниками культуры балтов. Поэтому этническая история балтов тесно переплетается со славянским этногенезом. Среди индоевропейских племен балты занимали крайнее северо-восточное положение и длительное время находились в тесных контактах с финно-уграми. В этой связи изучение этногенеза балтов существенно как для исследования балто-финских отношений и истории прибалтийско-финских племен, так и для проблемы связей индоевропейцев с финно-угорским миром в целом.

Проблемам этнической истории балтов была посвящена конференция, состоявшаяся в Риге в марте 1977 г.¹ Наиболее дискуссионным оказался вопрос о самом раннем периоде истории балтов и их предыстории. В настоящее время находит подтверждение, в том числе и на материалах антропологии (Р. Я. Денисова), высказанная несколько десятилетий назад гипотеза видного советского археолога Х. А. Моора о формировании балтов как этнической общности на основе культуры шнуrowой керамики (конец III — начало II тыс. до н. э.). На конференции были предприняты попытки де-

тализовать этот исторический процесс (Р. К. Римантене, Д. А. Крайнов). Спорным представляется вопрос, формировались ли балты на обширных территориях распространения восточных групп культуры шнуrowой керамики или же этот этнос оформился между Вислой и Неманом (жуцевская культура) и позднее заселил широкие пространства вплоть до Волго-Окского междуречья и среднего Поднепровья. Для окончательного решения этого вопроса необходимы новые научные факты.

В изучении славяно-балтских отношений наметился переход от суммарного рассмотрения к дифференциации их на отдельные хронологические этапы, что стало возможным в результате объединения усилий археологов и лингвистов. Как представляется автору, балты первыми выделились из древнеевропейской общности, существовавшей в Средней Европе еще до II тыс. до н. э. и объединявшей будущих кельтов, италиков, иллирийцев, германцев и славян. Как свидетельствуют данные языка и археологии, славяне как отдельная этноязыковая единица индоевропейцев (культура так называемых подклошевых погребений) формировались на стыке западной группы балтов (предки средневековых пруссов, явягов и галиндов) и восточной части древнеевропейцев около середины I тыс. до н. э. Второй этап, относящийся к концу I тыс. до н. э. и первой половине I тыс. н. э., может быть назван балто-славянской общностью, когда славяне, занимавшие среднее Повисленье и среднее Поднепровье, вплотную соприкасались с балтами на обширной территории и не имели стабильных границ из-за взаимопроникновений и культурных влияний. Следующий этап датируется второй половиной I тыс. н. э., когда в результате еще более широкого славянского расселения днепровская и некоторые другие группы балтов влились в состав славян.

Археологи и лингвисты много внимания уделяют этнической истории отдельных

балтских племен, известных по античным и средневековым письменным источникам. Составлены карты расселения куршей, земгалов, латгалов, селов, жемайтов, аукштайтов и других племен для разных периодов их истории и успешно разрабатываются вопросы взаимоотношения говоров литовского и латышского языков с племенными диалектами. На очереди более сложная проблема — условия формирования средневековых племенных образований; до сих пор этнической истории прусских и явяжских племен уделялось недостаточное внимание, и расширение работ этого направления — важная задача баллистики.

Изучение этногенеза немыслимо без анализа различных компонентов как древней, так и современной культуры. Серия докладов этнографов и археологов была посвящена различным аспектам материальной и духовной культуры балтов и прибалтийских финнов. Большое научное значение имеет выделение на территориях Литвы и Латвии, по этнографическим данным, восьми историко-культурных областей, которые и являются наследниками племенных культур и отражают исторические и этнические процессы, происходившие в позднейшее время. Коллективом ученых Москвы и Прибалтики завершается работа над этнографическим атласом народов Прибалтики.

К числу важнейших достижений исследователей этнической истории балтов относится успешная разработка условий формирования литовской и латышской народностей. Р. К. Куликаускаене на конкретных материалах продемонстрировала, как на основе одного из балтских племен, обитавших между средним течением Немана и Нерисом, складывается ядро будущей литовской народности и как оно консолидирует вокруг себя соседние племена в единое целое. Латышская народность формировалась значительно позднее литовской (только в XIV—XVI вв.), поэтому в основе исследования

¹ Проблемы этнической истории балтов. Тезисы докладов. Рига 1977.

Т. Я. Зейда лежит анализ данных письменных источников. Ядром этой народности стали латгалы — наиболее крупное племя, менее всего пострадавшее от агрессии крестоносцев. В процессе консолидации племен в народность первостепенное значение имели исторические процессы — внутренняя колонизация и перемещение населения.

Прошедшая конференция была весьма актуальной, она подвела итоги научных изысканий по этой проблематике и объединила усилия специалистов, работающих в области археологии, лингвистики, антропологии и этнографии, в ее дальнейшем целенаправленном изучении.

В. В. Седов,
Доктор исторических наук
Москва

Археология

Поиски древнейших жителей Америки

Америка была заселена племенами, пришедшими из Сибири на Аляску¹ по «Берингийской суше» (сухопутному мосту, неоднократно возникшему в антропогенном периоде в Беринговом проливе). Однако время, когда это произошло, различными специалистами указывается по-разному. Одни считают, что это было всего 20 тыс. лет назад, другие полагают, что с тех пор прошло более 100 тыс. лет.

В конце 1976 г. американские ученые приступили к выполнению совместной программы исследований, которая проводится Национальным географическим обществом США и Службой национальных парков США; цель ее — установить время этих событий и собрать о них новую информацию.

¹ О проблеме заселения Нового Света из Сибири см., например, Лафлин У., Окладников А. П. Происхождение алеутов. — «Природа», 1976, № 1.

Под руководством археологов У. Пуэрса и Р. Гутри (Университет штата Аляска) начаты раскопки стоянки древнего человека Драй-Крик на Аляске, где недавно, во время предварительного обследования, уже были найдены каменные орудия возрастом 12 тыс. лет. Аналогичные исследования проводятся советскими археологами в Восточной Сибири и канадскими — на северо-западе их страны.

Уже на протяжении 10 лет в Канаде, в провинции Юкон, ведутся раскопки стоянки Олд-Кроу. Здесь обнаружено большое количество предметов материальной культуры человека каменного века, включая редкие образцы костяных орудий. По мнению археолога У. Ирвинга (Торонтский университет, Канада), находки в Олд-Кроу, относимые к периоду между 25 и 32 тыс. лет назад, по-видимому, представляют собой древнейшее прямое свидетельство заселения Америки.

В полевой сезон 1976 г. здесь была найдена челюстная кость человека, предварительное датирование которой показало возраст около 22 тыс. лет.

«Science News», 1976, v. 110, № 15, p. 233 (США).

Организация науки

Учреждена Золотая медаль им.

А. И. Опарина

Исполнительный совет Международного общества по изучению происхождения жизни на Земле учредил Золотую медаль им. академика А. И. Опарина. Медаль будет присуждаться один раз в три года за лучшие работы в этой области. Сообщение об этом было сделано на проходившей 5—10 апреля 1977 г. в г. Киото V Международной научной конференции, посвященной проблеме возникновения жизни на Земле.

Международное общество

во по изучению происхождения жизни было создано в 1970 г. Одним из его учредителей и первым президентом был А. И. Опарин. Ныне А. И. Опарин избран почетным президентом общества.

Организация науки

Польская научная станция в Антарктике

Институт экологии Польской академии наук приступил к организации постоянной полярной станции на о-ве Ливингстона (Южные Шетландские о-ва). Станция названа именем Генрика Арцтовского — пионера польских исследований в Антарктике, участвовавшего в конце XIX в. в бельгийской экспедиции на судне «Бельжика».

На станцию предстоит перевести груз весом около 4 тыс. т: 31 сборный дом, 3,5 тыс. бочек топлива, катера, амфибии, понтоны. На первую арктическую зиму (май — декабрь 1977 г.) после сооружения станции останется 19 человек; состав группы будет меняться каждый год.

Станция, руководителем которой назначен С. Ракуза-Сушевский (Институт экологии ПАН), начнет широкие экологические и биологические исследования биомассы южной части Мирового океана, геологические, геофизические, гляциологические, метеорологические, климатологические и медицинские исследования (касающиеся, в частности, адаптации организма человека к экстремальным условиям полярного климата). Исследовательская работа на станции им. Г. Арцтовского будет строго координирована с программами, осуществляемыми в рамках ЮНЕСКО Научным комитетом по изучению Антарктиды.

Польша будет второй после СССР социалистической страной, имеющей постоянную научную станцию в Антарктике.

«Польское обозрение», 1977, № 6, с. 14.

Георгий Алексеевич Курсанов

Советская наука и журналистика понесли тяжелую утрату. В возрасте 63 лет скоропостижно скончался видный ученый, доктор философских наук, профессор, член редколлегии журнала «Природа» Георгий Алексеевич Курсанов.

Вся жизнь и деятельность Г. А. Курсанова была нераздельно связана с превращением в жизнь идей Коммунистической партии, членом которой он состоял с 1940 г. Ученый-естественник и философ, руководитель научного коллектива и журналист, Георгий Алексеевич отличался широтой своих интересов в науке и общественной жизни. Окончив в возрасте 22 лет Московский институт инженеров транспорта, Георгий Алексеевич все более увлекается общими проблемами естественных наук, а затем и проблемами философского знания. В 1938 г. Г. А. Курсанов заканчивает Институт истории и философии в г. Москве. С этого времени начинается его активная деятельность в различных областях философской науки. Его привлекают исследования по логическим основаниям математических знаний, проблемы пространства и времени, связанные с анализом успехов современной физики, он активно разрабатывает актуальные проблемы марксистской теории познания. Георгий Алексеевич внес значительный вклад в разработку проблемы истины.

Обширная эрудиция в избранной им области науки, умение хорошо ориентироваться в мировой литературе по общим проблемам естествознания и философии,

идейная направленность его философских трудов снискали профессору Г. А. Курсанову широкую известность и признание. Он автор более 100 научных трудов.

Г. А. Курсанов активно участвовал в подготовке высококвалифицированных специалистов, возглавляя в разное время кафедры марксизма-ленинизма и философии в ряде вузов Москвы и Свердловска. В течение многих лет вел большую лекционную работу, пропагандируя и популяризируя философские знания. В 1969—1971 гг. Г. А. Курсанов заведовал отделом международного журнала «Проблемы мира и социализма», затем, до последнего дня жизни работал старшим научным сотрудником Института истории естествознания и техники АН СССР.

В качестве члена редколлегии журнала «Природа» Георгий Алексеевич способствовал своей активной работой подъему уровня публикаций по проблемам истории и методологии науки. Привлекая талантливых авторов, он и сам опубликовал за последние годы ряд интересных материалов по современным проблемам философской мысли.

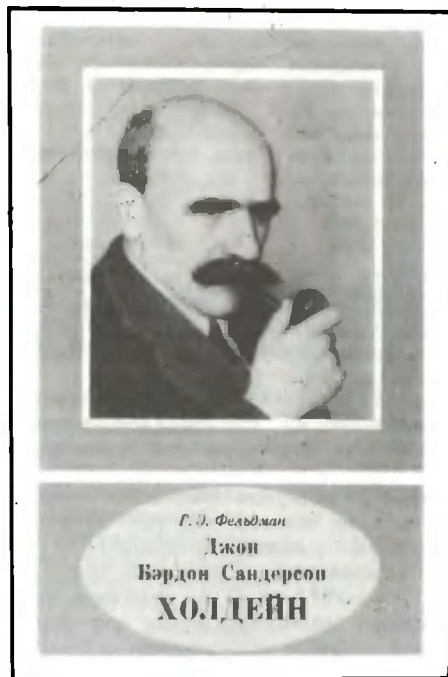
Мы навсегда сохраним в наших сердцах память о Георгии Алексеевиче Курсанове, необыкновенно обаятельном человеке, чутком и отзывчивом товарище, верном сыне Коммунистической партии.

**Редколлегия и коллектив редакции
журнала «Природа».**

УДИВИТЕЛЬНЫЙ ДЖЕЙ-БИ-ЭС

Третья встреча с Холдейном

Академик В. А. Энгельгардт



Г. З. Фельдман. ДЖОН БЭРДОН САНДЕРСОН ХОЛДЕЙН. 1892—1964. М., «Наука», Научн.-биогр. сер., 1976, 216 с.

Мне посчастливилось, правда мельком, встретиться с Джоном Б. С. Холдейном лишь дважды — в 1928 г. в Москве и в начале 1950-х годов в Лондонском университетском колледже. С его книгами, монографиями и статьями 1920—1960 гг. я знакомился от случая к случаю. Образ этого выдающегося английского естествоиспытателя в моем представлении восполнялся за счет сведений, поступавших из научной, а порой и менее специальной

литературы, а также из бесед с собратьями по науке.

Случилось так, что в канун дня, когда меня на короткий срок поместили в лечебное учреждение, я вновь встретился, в третий раз, с Холдейном — его книгой, научной биографией, с рукописью которой я бегло ознакомился еще несколько лет назад. Недельное заточение позволило мне углубиться в чтение этой большой жизни.

Велико было мое удивление узнать, как огромен мир научных интересов и активного творчества этого самобытного ученого-героя. Я и раньше знал, что Холдейн — большой ученый. Но книга убедила меня в том, что он не подпадает ни под какие классификации и его нельзя назвать представителем какой-то одной науки. Оказывается, что широтой интересов, энциклопедичностью знаний, кипучей энергией Холдейн во многом напоминает выдающихся представителей эпохи Возрождения. Универсализм его познаний, его информированность о новейших успехах науки были неизменно нацелены на поиск оптимального синтеза доминирующих тенденций в современном естествознании — дифференциации и интеграции.

Автору удалось раскрыть характер Холдейна: вечно увлеченного, беспокойного, ищущего, неудовлетворенного в своих поисках объективной истины, энтузиаста и мученика науки, ради которой он буквально был готов положить голову на рельсы. Этого не понял Р. Кларк, автор популярной биографии Холдейна (R. Clark. J. B. S. The life and work of J. B. S. Haldane. L., 1968).

Совершенно очевидно, что создать обстоятельную научную биографию — портрет или мозаику разнопланового научного творчества такой неповторимой личности, как Холдейн, — задача, почти непосильная одному исследователю. По-ви-

димому, лучшим автором такого труда был бы сам Холдейн.

Автор книги проделал огромную работу — собрал, систематизировал и обобщил материалы о Холдейне-ученом, неизвестные даже специалистам. Можно без преувеличения сказать, что автор открыл или переоткрыл Холдейна для научной общест-венности, притом не только советской. До появления монографии о Холдейне ге-нетики, экологи, физиологи, биохимики, математики и биометристы, так же как и философы, знали в основном каждый свою грань в холдейновском многограннике. Те-перь он обозрим для всего естествознания. Незаурядная личность Джей-Би-Эс автору также удалась.

Научный и социальный темперамент Холдейна

Профессор В. В. Аллатов

Москва

Автор книги, физиолог Г. Э. Фельд-ман, сотрудник Института океанологии АН СССР, на основании большой работы над опубликованными и неопубликован-ными материалами дал живой образ од-ного из выдающихся биологов нашего ве-ка. Основная жизненная задача Холдейна состояла в том, чтобы молодую генетику, зародившуюся в начале века, во-первых, обосновать биохимически, во-вторых, сде-лать наукой математизированной. Холдейн был сыном известного английского физио-лога и начал свою научную деятельность как исследователь физиологии животных и человека. В дальнейшем интересы Хол-дейна расширились и охватили теорию эволюции и генетику.

Рецензируемая книга состоит из двух частей. Первая часть — это жизненный путь Холдейна. Здесь описаны ранняя молод-ость ученого, участие в первой мировой войне, преподавательская работа в Лон-доне, Холдейн — в сражающейся Испании на стороне республиканцев, вступление в коммунистическую партию, посещение СССР, активное участие в редактировании «Дейли Уоркер», выход из партии под влиянием культа «догматической биологии Лысенко», дружба с Винером — основате-лем кибернетики, разрыв с английской жизнью, отъезд в Индию и работа там до конца жизни.

Вторая часть посвящена научным ин-тересам Холдейна. Это, прежде всего,

Книга хорошо и продуманно иллю-стрирована. Большая часть фотоматери-алов, любезно переданных автору родными и друзьями ученого, публикуется впервые (включая фото на обложке). Самому Хол-дейну, который так искренно любил нашу страну, было бы приятно знать, что первое исследование его вклада в современную науку появилось именно в Стране Советов.

Настоятельно рекомендую без за-медления перевести научную биографию Холдейна на английский язык, дабы на ро-дине этого замечательного человека и в других англоязычных странах его узнали поближе.

генетика человека, популяционная генети-ка и эволюция, подводная физиология, ферменты и их действие, происхождение жизни на Земле.

Холдейн по праву может также счи-таться одним из блестящих популяризатор-ов естествознания, особенно биологии. В этом отношении его можно поставить в ряд с такими авторами, как М. Фарадей, К. А. Тимирязев, С. И. Вавилов, А. Е. Фер-сман, Г. Гамов, А. Азимов, Поль де Крюи.

Научная, популяризаторская и обще-ственная деятельность Холдейна создали ему широкую известность. «Наш удиви-тельный Джей-Би-Эс» — так называли его те, кто прочувствовал на себе влияние его яркого научного и социального темпера-мента.

В книге дан почти полный список на-учных и популярных сочинений Холдейна. Ввиду того что книга Г. Э. Фельдмана рас-считана на широкие круги читателей, было бы полезно дать названия непереведенных сочинений Холдейна на русском языке. Из 454 его работ только 3,5% издавались в нашей стране. Видимо, после публикации научной биографии Холдейна это число возрастет, так как книга одним из читате-лей докажет, а другим напомним, что мно-гие работы Холдейна относятся к лучшим образцам научной классики.

«Незримые колледжи» Я. И. Френкеля

Профессор Я. Е. Гергузин

Харьков



ВОСПОМИНАНИЯ О Я. И. ФРЕНКЕЛЕ. Л., «Наука», 1976, 280 с.

Эту книгу написали 43 автора — академики, члены-корреспонденты, доктора наук. Каждый из них на нескольких страницах поделился с читателем воспоминаниями о радости общения с Яковом Ильичом Френкелем (1894—1952) — выдающимся физиком, человеком удивительной доброты и благородства, лектором-импровизатором, музыкантом, художником, шахматистом, поэтом, инициатором веселых игр. Разумеется, не все эти слова

равнозначны при характеристике Френкеля. Речь идет, главным образом и прежде всего, о выдающемся физике-теоретике, фактически положившем начало развитию теоретической физики в нашей стране, ученом, заслуги и значимость которого, по общему признанию, характеризуются словом, которого нет в предыдущем перечислении: классик.

Я ждал выхода этих воспоминаний из печати, как встречи с человеком, который своими книгами и статьями сыграл огромную роль в моей работе и с которым мне очень хотелось видиться и разговаривать, только жизнь почти отказала мне в этом.

Широко распространилась мысль писателя Д. Данина, что создание биографии давным-давно ушедших подобно труду палеонтолога, который должен восстановить скелет гигантозавра, располагая лишь одной берцовой костью, все остальное черпается из борелей с гипсом. Гипс биографа — домыслы, которые ему кажутся правдоподобными, хотя даже он не имеет оснований считать их однозначными.

Воссоздавая образ человека, когда еще живы его современники, можно обойтись почти без гипса. И нужно пользоваться этой возможностью, чтобы сохранить для потомства истинные образы тех, кто сыграл заметную роль в развитии нашей культуры.

Френкель-ученый принес в науку много идей, ставших ее плотью. Его лучшую книгу — «Кинетическая теория жидкости» — Н. Н. Семенов назвал «научным подвигом ученого». Английский теоретик Н. Мот пишет: «в Англии каждый студент-физик знает о дефектах «по Френкелю». Такое положение, видимо, сохранится всегда, пока будет преподаваться физика».

Физики старшего поколения, одноклассники Френкеля, и его ученики рассказывают много интересных подробностей, ка-

сающихся технологии творчества теоретика, который заботился не столько о формальном совершенстве своих работ, сколько о том, чтобы изучаемое явление было понято качественно, чтобы модель, положенная в основу расчета, правильно отражала главные черты явления.

Мне приходилось слышать шутку, в которой, конечно, не следует усматривать ничего обидного для учеников Френкеля: «Тому, что умел Френкель, научиться было нельзя. Он, обладавший тонкой интуицией, высказывал десять идей, и из них ошибочными оказывались только две. А из десяти идей, высказанных тем, кто пытался работать в его манере и чья интуиция была не столько изоощрена, ошибочными могли оказаться восемнадцать...». В шутке заключена глубокая истина: интуиции нельзя обучить!

И тем не менее нельзя не согласиться с мнением старшего сына Якова Ильича, С. Я. Френкеля, который считает, что и после смерти его отец стоит во главе многих так называемых «незримых колледжей» (новое понятие, под которым социологи и ученые понимают научные сообщества ученых, которые, даже не будучи знакомы друг с другом, объединены общностью подхода к решению научных задач). Как бы в подтверждение этого Г. Н. Флеров пишет, что Яков Ильич, не принимавший непосредственного участия в работах по атомной проблеме, своими идеями оказал на ее развитие определяющее влияние. Видимо, существует и мощный «незримый колледж» Френкеля, активно действующий в области физики атомного ядра. Мне, почти не знавшему Френкеля, тоже хотелось бы причислить себя к одному из «незримых колледжей» Френкеля.

В книге много воспоминаний бывших студентов о лекциях своего профессора. Надо сказать, что с точки зрения общепринятой методики Френкель многое делал не так, как надо. А именно: часто к лекциям не готовился (в стенной газете студенты, шутя, просили дирекцию переселить профессора подальше от института, поскольку к лекциям он готовится по дороге из дома в институт, а этот путь, к сожалению, занимает лишь пять минут); не всегда читал понятно для всей аудитории (в институте распевалась частушка: «Френкель лекции читает вразумительно; жаль, его не понимают все решительно!»); часто опаздывал на лекции (Френкель острил: «Я не опоздал, так как, когда я пришел, лекция еще не начиналась!»); писал

на доске косо, буквально по диагонали (в помощь профессору перед лекцией студенты расчерчивали доску линиями — не помогал!).

Зато Френкель-лектор и Френкель-творец существовали нераздельно. В аудитории он творил: придумывал аналогии, ошибался в расчетах, неожиданным маневром находил ошибку, формулировал проблемы, ждущие решения, и намечал пути поисков этих решений, регулярно сообщал новые результаты, полученные в разных областях физики, менял тему лекции для того, чтобы рассказать об идее, которая осенила его лишь вчера, а быть может, и сегодня. Именно эти особенности его лекций производили огромное впечатление на будущих физиков, учившихся у своего профессора как «делать науку».

Я, разумеется, не предлагаю френкелевский стиль чтения лекций в качестве модели, которой нужно следовать. Я хочу лишь обратить внимание на то, что многое, о чем вспоминают бывшие студенты: Френкеля, — большая ценность при обсуждении проблемы «лекционное мастерство ученого» — одной из серьезнейших проблем для высшей школы.

Несколько заключительных замечаний. Видимо, добрые чувства к объекту воспоминаний проявили в пишущих, которые не являются профессиональными литераторами, их скрытые писательские возможности. Поэтому книга порадует, наверное, и придирчивого читателя, привыкшего строго судить русскую фразу.

Редактор книги В. М. Тучкевич написал две странички очень теплых воспоминаний о Френкеле, которые, к сожалению, поместил в виде текста «от редактора». Казалось бы, этим страничкам место среди прочих воспоминаний, а во введении «от редактора» следовало бы представить Френкеля, дав общую характеристику его вклада в современную физику. Мне думается, что это расширило бы круг читателей книги и многим помогло бы ее лучше понять.

Видимо, в скором времени созреет необходимость второго издания книги. Это издание может оказаться расширенным и за счет воспоминаний других лиц, знавших Якова Ильича, и за счет более щедрого иллюстрирования, в частности репродукциями с картин Якова Ильича.

Энциклопедия пресмыкающихся

Л. Я. Боркин

Ленинград



моей точки зрения, особого внимания заслуживают «Рептилии» А. Карра. Дело в том, что в научно-популярной литературе о животных особенно повезло млекопитающим и птицам, довольно много книг и о рыбах. Зато черепахи и крокодилы, змеи и ящерицы, объединенные в класс пресмыкающихся, или рептилий, явно не попали в число фаворитов. Поэтому вполне понятен интерес к книге А. Карра как со стороны специалистов-герпетологов, так и просто людей, интересующихся природой.

Читатель, которому посчастливилось достать эту книгу, получил огромное удовольствие и несомненную пользу от знакомства с нею. Во многом это связано с тем, что книга о рептилиях написана известным американским герпетологом, профессором Флоридского университета, перевод ее сделан также специалистом, доцентом Московского университета, а предисловие написано лидером отечественной герпетологии.

А. Карр давно известен советским читателям. Его первая книга на русском языке — «Наветренная дорога» вышла еще в 1961 г. Относительно недавно, в 1971 г., любители природы могли прочесть его другую книгу об удивительных морских черепахах — «В океане без компаса». Новая книга А. Карра по праву названа в предисловии «энциклопедией пресмыкающихся». На русском языке не было еще подобного издания.

Автор затрагивает многие важные проблемы современной герпетологии, дает представление обо всех основных группах пресмыкающихся, уделяя особое внимание вымершим представителям этого класса. Такие сложные научные вопросы, как происхождение амниотического яйца и класса рептилий, развитие предупреждающего поведения ядовитых змей, проблема мимикрии изложены просто и увлекательно. С особым интересом читаются

А. Карр. РЕПТИЛИИ. Пер. с англ. Б. Д. Васильева. Предисл. И. С. Даревского. М., «Мир», 1975, 192 с.

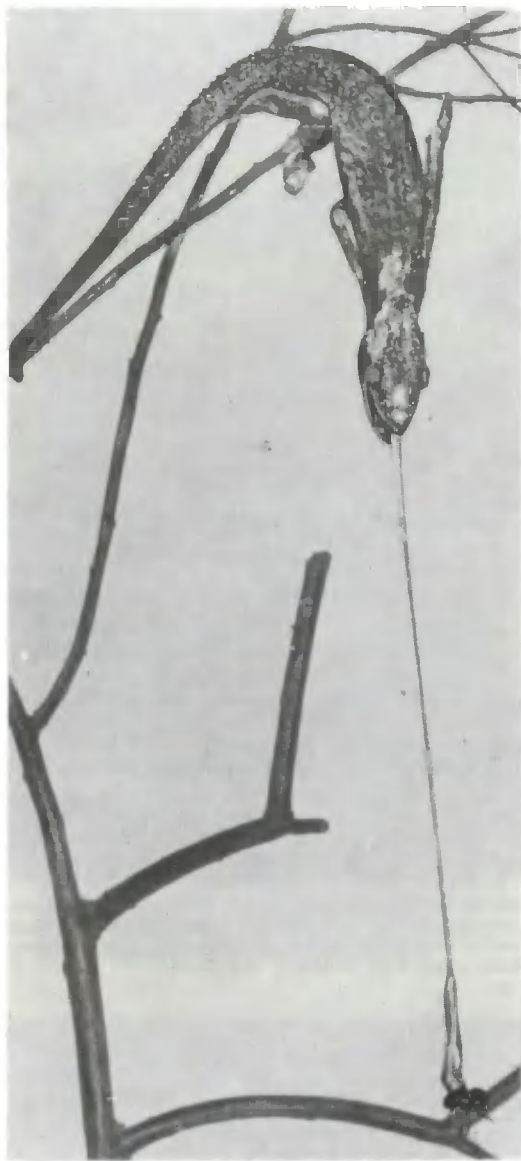
Последние несколько лет издательство «Мир» радует читателей прекрасными научно-популярными книгами о растительном и животном мире. В однотипном великолепном оформлении вышли книги Ф. Вента «В мире растений», Р. Петерсона «Птицы», Р. Каррингтона «Млекопитающие», А. Карра «Рептилии», П. Фабра «Насекомые» и др. Среди этих изданий, представляющих собой как бы единую справочно-энциклопедическую серию, с



Айолот — двуногая червеобразная ящерица из Нижней Калифорнии (Мексика) — редчайшая рептилия Америки. Эта и последующие фотографии — из книги А. Карра «Рептилии».

Детеныш коралловой змеи в момент вылупления из яйца. У ротовой щели виден яйцевой зуб — острый шип, с помощью которого детеныш разрезает яйцевые оболочки.





Тщательно прицелившись, хамелеон «стреляет» языком и ловит насекомое.

главы, посвященные экологии рептилий, где А. Карр удачно совмещает описание морфологических, экологических и поведенческих особенностей пресмыкающихся в связи с их адаптацией к окружающей среде.

Автор достаточно подробно, но вместе с тем не зарываясь в детали, рассказывает о разнообразных способах добычи пищи, о происхождении и функциях яда и ядовитого аппарата у змей, о том, как передвигаются безногие ящерицы и змеи, о рептилиях, живущих под землей, и о многом другом, удачно насыщая все это как традиционными, так и малоизвестными примерами. Очень живо и экологически выпукло обрисовывая, как рептилии адаптировались в процессе эволюции к наземному обитанию, автор в то же время целую главу посвящает переходу некоторых наземных рептилий обратно в воду, показывая сложность и противоречивость эволюции этой группы животных. Не менее интересны разделы, описывающие брачное поведение черепах, змей и крокодилов или, например, проявление материнской заботы у аллигатора. Замечательны страницы, посвященные охране пресмыкающихся. И это понятно, так как в этом отношении А. Карр давно уже снискал себе заслуженную славу.

Как и в любой книге, в тексте «Рептилий» есть и свои недочеты. Встречаются повторения, одностороннее освещаются проблемы происхождения наземных позвоночных и вымирания динозавров, нечетко изложен вопрос о происхождении змей, спорны рассуждения автора об обратимости эволюции и т. д. Имеются и более мелкие недостатки: например, слово «удав» используется и в таксономическом смысле, и в типологическом — для обозначения змей, сходным образом умерщвляющих добычу. Конечно, эти промахи следовало бы устранить при переводе издания на русский язык.

Книга в значительной степени состоит из иллюстраций. Особенно содержательны и эффектные фотографии. Трудно даже сказать, являются ли они дополнением к тексту или наоборот. Во всяком случае, они несомненно представляют самостоятельную ценность. Тем большее огорчение вызывают ошибки в рисунке и подписях к нему на с. 77 (змеи и их жертвы), внесенные (это нетрудно «вычислить» специалисту) при подготовке отечественного издания.

В целом же книга А. Карра — замечательный вклад в дело высокопрофессиональной научной популяризации знаний о пресмыкающихся.

Астрофизика

И. Н. Галкин, В. В. Шварев. **СТРОЕНИЕ ЛУНЫ.** М., «Знание», сер. «Космонавтика, астрономия», 1977, № 2, 64 с., ц. 11 к.

В брошюре содержится обзор и обобщение современных данных о структуре Луны, полученных за последнее десятилетие в результате геолого-геофизических исследований на ее поверхности. Подробно описан уникальный лунный сейсмический эксперимент, специфическая сейсмичность Луны и селенофизические поля (гравитационное, магнитное, тепловой поток). Обсуждаются основные этапы эволюции Луны и причины ее асейсмичности и тектонической пассивности. Специальный раздел посвящен исследованиям лунного грунта.

Кибернетика

Г. Н. Поваров. **АМПЕР И КИБЕРНЕТИКА.** М., «Советское радио», 1977, 96 с., ц. 18 к.

А. М. Ампер (1775—1836) стяжал славу «Ньютона электричества», основателя электродинамики. Но мир его научных интересов был значительно шире. В последние годы жизни Ампер провел работу по классификации наук, в ходе которой выдвинул проекты создания новых научных дисциплин, в том числе и кибернетики. Это науковедческое по своему характеру исследование получило отражение в книге «Опыт о философии наук, или аналитическое изложение естественной классификации всех человеческих знаний». Ее первая часть вышла в свет в 1834 г., вторая — в 1843 г., уже после смерти автора. «Опыты о философии наук» не переводились до сих пор на русский

язык, поэтому книга Г. Н. Поварова должна вызвать у читателя интерес. Помимо исследований Ампера, в книге анализируются труды других ученых прошлого, послужившие истоками современной кибернетики. Особая глава посвящена нынешнему состоянию науки об управлении.

Биология

Дж. и Г. ван Лавик-Гудолл. **НЕВИННЫЕ УБИЙЦЫ.** Пер. с англ. М. Н. Ковалевой. Ред. и предисл. А. Г. Банникова. М., «Мир», 1977, 176 с., ц. 1 р. 05 к.

Советский читатель относится с большим интересом к книге Дж. ван Лавик-Гудолл «В тени человека», изданной у нас в 1974 г. Эта книга была посвящена одиннадцатилетним наблюдениям за поведением шимпанзе в джунглях тропической Африки. Новая книга супругов Дж. и Г. ван Лавик-Гудолл знакомит с хищниками Восточной Африки — гиеновой собакой, пятнистой гиеной, обыкновенным шакалом. Авторам удалось проникнуть в интимный мир этих животных, обнаружить тончайшие детали их взаимоотношений, показать интересные и порой привлекательные их черты.

Биология

И. Ф. Заянчковский. **ЖИВЫЕ БАРОМЕТРЫ.** М., «Лесная промышленность», 1977, 136 с., ц. 29 к.

Книга «Живые барометры» посвящена местным приметам погоды, связанным с поведением животных и реакцией растений. В ней 25 очерков и рассказов. Их «герои» — птицы, звери, рыбы,

пресмыкающиеся и беспозвоночные, а также многие растения, произрастающие в различных зонах Советского Союза. Книга содержит богатую современную научную информацию. Это уже шестая научно-популярная книга И. Ф. Заянчковского о живой природе. Ранее им были написаны и изданы «Занимательная зоология», «Враги наших врагов», «Наследство и наследники», «Звери начеку», «Пастухи и артисты».

Геология

А. А. Локерман. **РОССЫПНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЗОЛОТА.** М., «Знание», сер. «Наука о Земле», 1977, № 1, 46 с., ц. 12 к.

Эта небольшая книжка посвящена истории открытия богатейших россыпных месторождений России. Еще Геродот в V в. до н. э. сообщал, что в горах Рифейских (Урал) золото имеется в огромных количествах. Но месторождения «скифского золота» были утрачены и оставались в неизвестности более двух тысячелетий, пока в 1745 г. крестьянин Ерофей Марков не открыл на Урале первые золотинки в кварцевых жилах. Коренные месторождения давали золота мало, и положение это не менялось вплоть до 1814 г., когда талантливый горный мастер Лев Брусницын нашел в песках старого отвала две крупинки золота. Золото это было необычное — светлое и окатанное. «Имея непостижимое влечение» выяснить происхождение золотинок, Брусницын детально исследовал речные отложения и обнаружил богатейший золотоносный пласт, протянувшийся по всей долине р. Березовки. В 1824 г. на Урале действовало уже более 200 приисков, на которых, по официальным данным, было

добыто 3 т драгоценного металла. Весть об открытии в России золотых россыпей разнеслась по всему миру. Она стимулировала интенсивные поиски золота в Калифорнии, Австралии, на Аляске. В истории человечества наступил новый «золотой век». И началом его следует считать открытие российских россыпей — две золотинки Льва Брусицына.

География

М. Е. Желдаков. ГОРЯЧИЕ ДОРОГИ ИРАНА. М., «Мысль», 144 с., ц. 32 к.

В Иране в течение последних лет под руководством советских геологов успешно разрешена сложная задача по выявлению, оценке и детальному изучению ресурсов коксующихся углей, железных руд и другого металлургического сырья, что дало возможность построить и обеспечить сырьем один из крупнейших на Среднем Востоке Исфаханский металлургический комбинат, созданный при техническом содействии Советского Союза. В этом большом и важном деле было немало своих особенностей и трудностей, и советские специалисты с честью справились с рядом сложных задач. Об этом с глубоким знанием вопроса и в то же время сжато и увлекательно рассказывается в книге, автор которой работал в Иране руководителем группы советских геологов-угольщиков. В книге сообщаются также интересные сведения о столице страны — Тегеране, о центре вновь созданной металлургической промышленности — древнем городе Исфахане, о побережье и островах Персидского залива с его крупнейшими нефтяными промыслами, о внешней и внутренней торговле Ирана, о роли исламской религии в современном иранском обществе и многих других сторонах жизни страны. В книге помещена хорошая, насыщенная разнообразными данными карта Ирана, много фотографий, запечатлев-

ших жизнь различных, иногда самых отдаленных уголков страны.

Профессор Н. И. Погребнов

Этнография

М. А. Дзэлэт. ПЕТРОГЛИФЫ УЛУГ-ХЕМА. Отв. ред. В. В. Волков. М., «Наука», 1976, 120 с., ц. 88 к.

Большую часть книги составляют иллюстрации, в которых представлена древняя картинная галерея, раскинувшаяся на скалах Улуг-Хема («Великой реки» — Верхнего Енисея в пределах Тувы). «Покорения сменяли поколения, а изображения застыли на скалах, донеся до наших дней произведения далекого прошлого, осколки духовного мира первобытного человека», — пишет М. А. Дзэлэт, специалист по петроглифам Сибири.

Книга знакомит с историей открытия и изучения тувинских наскальных рисунков: с изображениями эпохи бронзы (они впервые были датированы А. А. Формозовым), с петроглифами скифского времени, с изображениями гунно-сарматского периода, средневековыми писаницами. Интересен ряд гипотез, выдвинутых автором, в частности о личинах бронзового века как «родоначальниках» тувинских шаманских масок.

Читателя — специалиста привлечет полнота публикации как малоизвестных, так и неизвестных ранее петроглифов, научный анализ памятников наскального искусства древнего населения Сибири, а специалист с удовольствием и не без пользы для себя посетит «залы» этой картинной галереи.

История науки

В. Л. Чеканал. ИВАН ИВАНОВИЧ БЕЛЯЕВ — РУССКИЙ ОПТИК XVIII ВЕКА, 1710—1788. Л., «Наука», Науч.-биограф. сер., 1976, 104 с., ц. 32 к.

После учреждения в 1725 г. Петербургской Академии наук в России начала быстро развиваться прикладная оптика — главным образом благодаря созданию специальных мастерских, в которых для ученых изготавливались различные инструменты. Одним из талантливых русских мастеров того времени был Беляев, выдающийся специалист-практик в области холодной и горячей обработки стекла и изготовления из него барометров и термометров. Проработав в Академии наук 59 лет, Беляев изготовил для Ломоносова, Рихмана, Эйлера и других ученых большое число различных инструментов, часть которых была сконструирована им лично. Автор подробно знакомит читателя с жизнью и творчеством выдающегося «стеклянных дел шлифовальщика», привлекая неизвестные ранее архивные документы, редкие рисунки, фотографии приборов Беляева, сохранившихся в музеях страны.

Философия естествознания

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕОРИИ ОРГАНИЗАЦИИ. Редколлегия: М. И. Сетров (отв. ред.), В. Г. Иванов, Е. Ф. Солопов. Л., «Наука», 1976, 191 с., ц. 62 к.

Серия работ по системным исследованиям пополнилась сборником докладов, которые были представлены на постоянно действующем методологическом семинаре «Проблемы разработки общей теории организации», проводимом Ленинградской кафедрой философии АН СССР в 1972—1975 гг. В центре внимания авторов — разработка функциональной теории организации и соотношение между организацией и управлением системных объектов. Анализ биологической организации и особенностей химической регуляции жизненных процессов сопоставляется с анализом организационных структур, вырабатываемых в человеческой практике.

Отрывки из чужого дневника

Ю. В. Афанасьев

Москва

ОДИН ДЕНЬ МЛАДШЕГО НАУЧНОГО СОТРУДНИКА

6.00. Опять проспал. Пришлось ограничиться малой физзарядкой.

6.15—6.30. Попил чайку, любуясь спящей женой, — и бегом на работу.

6.30—8.00. В метро читал Физрев, в автобусе — УФН, в трамвае — ЖЭТФ¹. Интересно!

8.00—8.15. Помогал уборщице.

8.15. Включил установку и снял 100 спектров. Откуда-то прет жесткий рентген.

8.30. Перетащил спектрограф в другой угол. Исчез рентген — появились нейтроны. Интересно!

9.00—9.30. Помогал буфетнице.

9.30. Поставил спектрограф под углом Брюстера. Нейтроны тоже пропали. Появилась вторая гармоника и быстрые ионы. Интересно!

10.00. Писал статью.

11.00. Пошел со статьей к начальнику. Начальник долго изучал название, хмуро пролистал несколько страниц, и взор его прояснился. «Вот тут мы тебя поправим», — ласково сказал он и поставил запятую.

13.00. Перенес спектрограф на окно. Вернулись нейтроны, вернулся рентген, вторая гармоника превратилась в третью, а быстрые ионы — в надтепловые электроны.

14.00. Позвонил начальник и сказал, чтобы я подготовил перспективный план на 15 лет. Составил и принес. Начальник: «Ничего не понимаю». За спиной радостный смех товарищей. Снять разыграли!

15.00—16.00. Просматривал литературу. Полюбовался статьей, где я — соавтор. Кстати, куда бы поехать летом со стройотрядом — в Сибирь или на Камчатку?

16.00—19.00. Работал.

20.30. Пересчитал нейтроны. Оказалось 10⁵. Маловато. Вспомнил, что договорился пойти с женой в театр.

22.00. Прилетел домой. На двери записка: «Ушла к маме. Надя».

Тут зазвонил будильник, проснулся в холодном поту и вспомнил, что уже год, как я старший научный сотрудник.

ОДИН ДЕНЬ СТАРШЕГО НАУЧНОГО СОТРУДНИКА

10.00. Сегодня не спалось. С трудом добрал до кухни. Жена, как всегда, забыла поставить пиво в холодильник.

10.00—10.30. Рассматривал себя в зеркале.

10.30—11.00. Звонил на работу. Занято. Делать им нечего!

11.00. Позвонил Н. Предложил до работы освежиться в бане.

14.00—14.30. Пока ехал в такси на работу, просмотрел журнал. Ничего. Особенно блондинка.

14.30—14.45. Глядел в окно и думал о строении мира. У доски сопели мэнээсы. Стараясь! Но не могут еще подняться над рутинной математики.

14.45. Принесли статью на рецензию. Достаточно взглянуть на ссылки. Чушь собачья.

14.50—15.00. Звонила Т.! Пожалуй, пора развешаться. Чертовски устал от работы и семьи.

15.20—17.20. Ездили обедать. Шашлык пережарен.

17.20—17.45. Сидел на диване, курил и думал о древних греках. Интересно жили люди.

17.45—18.45. Нечаянно заснул.

18.45. Проснулся разбитый и опустошенный. Решили с Н. немного отдохнуть в кафе. Тоска...

Тут зазвонил будильник, проснулся в холодном поту и вспомнил, что уже год, как я — зав. сектором.

ОДИН ДЕНЬ ЗАВ. СЕКТОРОМ

7.00—8.00. Проснулся и не мог решить, на какой машине ехать на работу: на старой «Волге» или на новых «Жигулях».

¹ Основные физические журналы: «Physical Review» («Физическое обозрение», США), «Успехи физических наук», «Журнал экспериментальной и теоретической физики».

8.00—9.00. Завтракал. За столом сидел еще кто-то. Кажется, жена.

9.00—10.00. Думал, где бы достать карбюратор.

10.00. Позвонил сам. Предложил до работы заскочить в Президиум.

10.00—11.00. Объяснял академикам закон сохранения энергии.

11.00—12.00. Звонил по поводу приоритета. Подписывал бумаги.

12.00—13.00. Думал, где провести лето — в Италии или Франции. Подписывал бумаги.

13.00—14.00. Решал, куда ехать осенью — в Америку или Канаду. Подписывал бумаги.

14.00—16.00. Обедал с иностранцами.

16.00—17.00. Подписывал бумаги.

17.00—18.00. Местком.

18.00—19.00. Бюро.

19.00—20.00. Не помню.

20.00—21.00. Выбивал штатные единицы.

21.00—22.00. Выступал на банкете.

22.00—23.00. Провожал домой очаровательную женщину. Оказалось, собственная жена.

Тут зазвонил будильник, проснулся в холодном поту и вспомнил, что уже год, как я — зав. лабораторией.

ОДИН ДЕНЬ ЗАВ. ЛАБОРАТОРИЕЙ

9.00. Выбивал деньги из министерства. Обещали 10⁵. Маловато!

10.00. Делил деньги между секторами. Принимал иностранцев.

11.00. Решал вопрос о пристройке. На 10-м этаже сделаем бассейн для иностранцев и качели для сотрудников.

12.00. Пил чай с президентом. Выпили по три стакана.

13.00. Звонил шведский король. Спрашивал, кому дать Нобелевскую премию. Позвонил теоретикам. Никого нет на месте.

14.00—14.30. Стоял в очереди в буфете.

14.30. Готовил речь к юбилею лаборатории. Подвел баланс по кадрам: 1 академик; 2 член-корр; докторов больше, чем кандидатов; кандидатов больше, чем лаборантов.

16.00. Ученый Совет.

17.00. Дирекция.

18.00. Президиум.

19.00. Лекция.

20.00. Беседа с корреспондентом.

21.00. Позвонил жене. Кто-то ответил на английском языке. Вспомнил, что пригласил домой иностранцев.

22.00. Угощал гостей. Пели «Подмосковные вечера».

23.00. Разошлись. Наконец-то можно подумать о главных направлениях науки. Но тут зазвонил телефон. Эх, лучше бы будильник! И проснуться бы младшим научным сотрудником!

Оформление П. Г. АБЕЛИНА
Художественный редактор
Д. И. СКЛЯР

Корректоры:
Т. М. АФОНИНА, Т. Д. МИРЛИС

Подписано к печати 20/VII-1977 г.
Т-08675

Формат бумаги 70×100 1/16

Бум. л. 5

Уч.-изд. л. 16,8. Усл.-печ. л. 13,0

Тираж 80 000 экз. Зак. 1316.

Чеховский полиграфический комбинат Союзполиграфпрома при Государственном комитете Совета Министров СССР по делам издательства, полиграфии и книжной торговли. г. Чехов, Московской области.

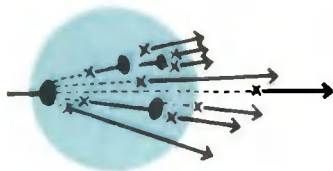
Адрес редакции 117049
Москва, В-49, Мароноовский пер., 26.
Тел. 237-50-30, 237-22-97.



В следующем номере

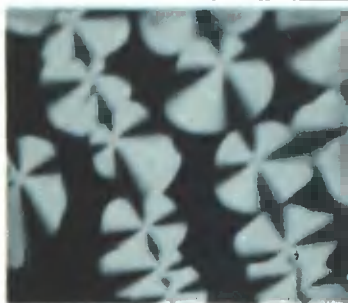
1927 г. естественно считать годом завершения квантовой теории, поскольку ее интерпретация, принятая на V Сольвеевском конгрессе, почти не изменилась за последние 50 лет.

В. Гейзенберг. Развитие квантовой теории 1918—1927 гг.



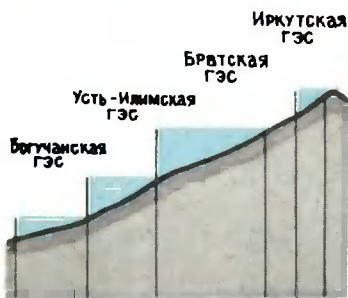
Прозрачность ядерной материи для вновь рожденных элементарных частиц — удивительное свойство их множественного рождения, происходящего при столкновениях частиц высокой энергии с ядрами.

Н. Н. Николаев. На каких расстояниях происходят сильные взаимодействия при высоких энергиях.



Сегодня можно без преувеличения сказать, что жидкокристаллическое состояние, свойственное многим биологическим объектам, играет колоссальную роль в жизнедеятельности клетки.

И. Г. Чистяков, С. А. Селезнев. Биологическая роль лиотропных жидких кристаллов.



Воздействие человека на геологические процессы приобретает все черты долговременных геологических факторов, а скорость такого воздействия сопоставима лишь с катастрофическими геологическими явлениями — вулканическими извержениями или землетрясениями.

М. М. Одинцов. Техногенный фактор в инженерной геологии.



ЗООПАРКИ — НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ

А. Г. Баниников. Зоопарки, зоологические сады, питомники и их значение в охране животных.
Г. Дате. Зоологические сады в Германской Демократической Республики и их задачи.
Б. Д. Васильев. Опыт польских зоопарков.

Цена 50 коп.
Индекс 70707

