

ISSN 0032-874X

4 ПРИРОДА

1981



ПРИРОДА

Ежемесячный
популярный
естественнонаучный
журнал
Академии наук СССР.

Основан в 1912 году



РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор
академик
Н. Г. БАСОВ

Доктор физико-математических наук
Е. В. АРТЮШКОВ

Доктор биологических наук
А. Г. БАННИКОВ

Академик
Д. К. БЕЛЯЕВ

Доктор биологических наук
А. Л. БЫЗОВ

Заместитель главного редактора
В. А. ГОНЧАРОВ

Доктор физико-математических наук
С. П. КАПИЦА

Академик
Б. М. КЕДРОВ

Доктор физико-математических наук
И. Ю. КОБЗАРЕВ

Академик
Н. К. КОЧЕТКОВ

Член-корреспондент АН СССР
В. Л. КРЕТОВИЧ

Доктор философских наук
Н. Ф. ОВЧИННИКОВ

Заместитель главного редактора
В. М. ПОЛЫНИН

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

Заместитель главного редактора
доктор биологических наук
А. К. СКВОРЦОВ

Доктор геолого-минералогических наук
М. А. ФАВОРСКАЯ

Заместитель главного редактора
кандидат технических наук
А. С. ФЕДОРОВ

Член-корреспондент АН СССР
В. Е. ХАИН

Член-корреспондент АН СССР
Р. Б. ХЕСИН

Академик
В. А. ЭНГЕЛЬГАРДТ

Доктор биологических наук
А. В. ЯБЛОКОВ



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

На первой странице обложки. Ю. А. Гагарин и С. П. Королев. Май 1961 г.
Фото И. А. Снегирева.

На третьей странице обложки. Типичный тропический циклон. Высота съемки 350 км. Снимок сделан П. И. Климуком и В. И. Севастьяновым с борта станции «Салют-4».

Фото ТАСС.

На четвертой странице обложки. Старт космического корабля «Восток».

Фото И. А. Снегирева.

См. в номере: К 20-летию первого полета человека в космос.

© Издательство «Наука»,
«Природа», 1981 г.

Апрель 1981 года

В НОМЕРЕ



К 20-ЛЕТИЮ ПЕРВОГО ПОЛЕТА ЧЕЛОВЕКА В КОСМОС	2
Раушенбах Б. В. Двадцать лет спустя	4
Благоиравов А. А. Из воспоминаний	14
Авдуевский В. С. Теоретик космонавтики	20
Никитин С. А. Программа «Интеркосмос» и полеты международных экипажей	30
Газенко О. Г., Генин А. М., Егоров А. Д. Медицинские исследования на советских пилотируемых космических кораблях	42

Наточин Ю. В. Океан и эволюция водно-солевого гомеостаза	48
Маркин В. А. В экологических нишах ледников	55
Апокин И. А. Современная научно-техническая революция: ее содержание и перспективы	66
Вайсенберг А. О. Определение времени жизни очарованных частиц	74
Зотов А. Ф. Структура современного научного исследования природы	80
Крылов И. Н. Конгресс геологов в Париже	88
Крашенинников В. А., Басов И. А. Геологическая история Южной Атлантики. 71-й рейс «Гломара Челленджера»	94
Лазарев А. А. Камчатская «долина смерти» (97).	97
Фадеев В. А. Бурые грифы и белоголовые сипы в Центральном Казахстане (98)	

ЗАМЕТКИ, НАБЛЮДЕНИЯ

НОВОСТИ КОСМИЧЕСКОЙ НАУКИ



НОВОСТИ НАУКИ

КНИГИ О КОСМОСЕ



Елисеев А. С. Через тернии — к звездам	120
---	------------

КНИГИ, ЖУРНАЛЫ

Бородай Ю. М. В поисках этногенного фактора	124
--	------------

НОВЫЕ КНИГИ

87. 126



Гигантский абиссальный хребт у о-ва Южная Георгия в Атлантическом океане; его длина ~100 км. Снимок сделан Г. М. Гречко и Ю. В. Романенко с борта станции «Салют-6».

Фото Госцентра «Природа».

К 20-ЛЕТИЮ ПЕРВОГО ПОЛЕТА ЧЕЛОВЕКА В КОСМОС

Исполнилось 20 лет с того знаменательного дня, когда Ю. А. Гагарин совершил первый космический полет. За этот небольшой в историческом масштабе срок — два десятилетия — человечество совершило небывалый рывок в освоении космического пространства. История покорения космоса демонстрирует нам, быть может, наиболее впечатляющее проявление мощи человеческого разума, достижений современного естествознания и техники. «Природа» всегда внимательно следила за тем, как возникают конкретные задачи космической науки, как они решаются, что дают практике и народному хозяйству. Отмечая 20-летие полета Ю. А. Гагарина, редакция предлагает читателям ряд материалов, продолжающих космическую тематику наших публикаций. Это статьи, посвященные вопросам медицинского обеспечения пилотируемых полетов, международному сотрудничеству социалистических стран в освоении космоса; заметки в разделе «Новости науки», рецензии, снимки Земли, сделанные космонавтами на борту комплекса «Салют» — «Союз». В подборку включены также воспоминания одного из сотрудников С. П. Королева, участника программы первых пилотируемых космических полетов члена-корреспондента АН СССР Б. В. Раушенбаха, материалы из архива академика А. А. Благонравова [1894—1975], возглавлявшего в Академии наук СССР научно-организационную работу по космическим исследованиям, а также статья академика В. С. Авдеевского, посвященная деятельности М. В. Келдыша в становлении и развитии космонавтики.



Двадцать лет спустя

Б. В. Раушенбах



Борис Викторович Раушенбах, член-корреспондент АН СССР, профессор Московского физико-технического института. Специалист в области механики и процессов управления. Автор книг: Вибрационное горение. М.: Физматгиз, 1961; Управление ориентацией космических аппаратов. М.: Наука, 1974 (совместно с Е. Н. Токарем); Пространственные построения в живописи. М.: Наука, 1980. Действительный член Международной академии астронавтики. Лауреат Ленинской премии.

ОТ РАКЕТНОГО ПЛАНЕРА — К «ВОСТОКУ»

Говоря сегодня о космическом полете Ю. А. Гагарина 12 апреля 1961 года, открывшем, несомненно, новую эпоху в познании человечеством окружающей его природы, следует, на мой взгляд, вспомнить более давнюю историю и человека, отдавшего всю жизнь созданию космической техники и космонавтики в целом, — С. П. Королева.

Еще до войны, в конце 30-х годов, когда я стал работать у Сергея Павловича, он был одержим идеей полета человека в стратосфере на ракетном самолете, как тогда говорили, или ракетоплане. По сути дела, это была крылатая ракета. В то время тяга жидкостных ракетных двигателей еще не могла удерживать и тем более поднять большую ракету. Но можно было надеяться, располагая двигателем с тягой в несколько сот килограммов, на осуществление полета небольшого планера или самолета. В таком полете человек мог подняться в высшие слои стратосферы и установить рекорд высоты. При этом уже предусматривалась и герметическая кабина для пилота, и система жизнеобеспечения.

Этот проект разрабатывался очень успешно, и в рамках именно его осуществления летчик В. П. Федоров в 1940 г. выполнил полет на ракетном планере РП-318-1.

Возможно, что не последнее значение в ходе тех работ принадлежало тому факту, что Сергей Павлович сам имел хорошую летную подготовку (он окончил в 1930 г. Московскую летную школу) и страстно мечтал совершить пилотируемый полет на ракете. Он специально готовился как летчик-испытатель для полета на одном ракетоплане, и только совокупность всякого рода случайностей не позволила ему выступить в этой роли.

После окончания войны, когда вернулись к научной ракетной тематике, Королев продолжал думать о полете. К тому времени появились ракеты, способные при вертикальном взлете выходить из плотной атмосферы фактически в пространство, которое мы сейчас называем космическим. На таких ракетах, еще задолго до появления первого спутника, в космос поднимались животные (в основном, собаки). Правда, они находились там совсем недолго и спускались на парашютах, но уже тогда это позволяло изучать жизнедеятельность организмов в условиях космического полета, пусть пока очень непродолжительного. Так что эта работа велась еще в то время, когда технические средства не по-

зволюли создать аппарат, не падающий на Землю, т. е. искусственный спутник.

Затем была создана ракета, поднимающая в 1957 г. первый искусственный спутник Земли. Это был качественно новый шаг в освоении космического пространства. И уже второй спутник полетел с Лайкой. Этот полет дал ученым информацию о жизнедеятельности в условиях длительного пребывания в космосе.

Таким образом, во всем этом коротком очерке легко прослеживается направленность на полет живых организмов, в конечном счете — на полет человека. Но для того чтобы поднять в космос первого космонавта со всем необходимым для этого оборудованием, с системой обеспечения жизнедеятельности, с системой, гарантирующей возвращение на Землю и т. д., нужно было дальнейшее совершенствование ракеты-носителя. Ракета, которая вывела на орбиту первые спутники, для этого не годилась: она не могла нести нужный груз.

В результате появилась ракета, которую потом назвали «Восток». Здесь интересно, может быть, отметить, что обычно космические корабли имеют названия, а ракеты — нет. Заводские индексы мало что говорят, и поэтому ракетам стали присваивать названия тех кораблей, которые впервые на них были подняты. Таким образом, была ракета «Спутник», потом — ракета «Восток», которая подняла первый космический корабль из серии «Восток». Она могла поднимать, конечно, и другие объекты, но за ней утвердилось именно такое название.

«ВОСТОК»

Еще до того, как в конструкторском бюро С. П. Королева была создана ракета «Восток», возник принципиальный вопрос, решение которого, несомненно, повлияло на ход всей работы. Вопрос этот заключался в следующем: нужно ли сразу посылать человека на корабле-спутнике или сначала следует поднять его на вертикально взлетающей ракете, чтобы он пробыл в космосе несколько минут и тут же спустился на парашютах обратно. Такой вариант был достаточно подробно проработан, и у него было немало сторонников. Однако Сергей Павлович настоял на том, что вертикальный подъем космонавта на ракете был отставлен, как бесперспективный, тупиковый вариант, который ничего не дает в развитии работы.

Кстати, в США вначале был осуществ-

влен именно этот вариант. Астронавт А. Шепард совершил 5 мая 1961 г., т. е. уже после полета Гагарина, вертикальный подъем на ракете, но, как и следовало ожидать, этот полет не дал ничего нового. Он даже не называется космическим, поскольку, согласно современному определению, для этого нужно сделать минимум один оборот вокруг Земли.

Таким образом, работая над созданием первых искусственных спутников Земли, Королев уже совершенно конкретно планировал космический корабль и ракету-носитель для пилотируемого полета. Уже в это время на чертежных досках в конструкторском бюро вырисовывались контуры будущего «Востока».

Конечно, эта работа была сопряжена с деятельностью огромного коллектива самых разных специалистов. Ибо полет человека в космос предусматривал решение многих серьезнейших задач. Я выделил бы из них три группы.

Первая — это обеспечение жизнедеятельности человека. Ведь и в космосе человек должен дышать, питаться, быть работоспособным и вообще хорошо себя чувствовать. Правда, в решении этой группы задач нам было от чего оттолкнуться. Мы знали, например, как устроены системы жизнеобеспечения на подводных лодках. Кое-что нам было известно в результате полетов животных, которые, как я отметил, осуществлялись даже задолго до запуска первого спутника, и биологи, медики накопили определенный опыт в этой области. Но все же применительно к полету человека здесь было очень много специфического, и в первую очередь, конечно, — невесомость.

Вторая группа задач связана с возвращением на Землю. Если простой спутник мог не возвращаться (да и сейчас многие спутники-автоматы не возвращаются на Землю), то это немыслимо при пилотируемом полете. И здесь, прежде всего, нужно было решить проблему теплозащиты. Дело в том, что при входе в атмосферу с огромной скоростью (порядка 8 км/с) корабль нагревается до температур, при которых плавятся самые прочные металлы. Именно в результате этого спутники-автоматы и «прекращают свое существование». Таким образом, требовалось создать какие-то новые структуры (типа минеральных веществ), которыми можно было бы защитить корабль не только от сгорания, но и от того, чтобы за время спуска температура в корабле не успевала заметно подняться. С другой стороны, нужно было изучить ди-



Ю. А. Гагарин.

намику движения в атмосфере с такой колоссальной скоростью, определить, как велики возникающие при этом силы сопротивления, и т. д. Так что для обеспечения возвращения космического корабля на Землю необходимо было решить комплекс проблем, связанных с теплопередачей, с одной стороны, и с газовой динамикой, с другой.

Наконец, третья группа задач — это управление полетом. Понятно, что спуск требовал какого-то маневра, нужно было научиться соответствующим образом развернуть корабль, дать посадочный импульс нужной величины и т. д.

Именно в русле решения всех этих задач и шла работа по созданию «Востока». За год до полета Гагарина начались запуски нескольких кораблей-спутников (так они тогда назывались), которые были «науче-

ны» садиться на Землю. Такие корабли поднимались и с собаками, при этом было проверено, насколько надежно работают системы жизнеобеспечения.

И только когда вся эта работа была закончена и появилась твердая уверенность в том, что все перечисленные задачи решены правильно и это решение обеспечивает необходимую надежность и безопасность полета, было изготовлено несколько космических кораблей, точных копий того «Востока», на котором полетел потом Гагарин. Ранней весной 1961 г. два таких корабля были запущены с собаками. Но в процессе испытаний в конструкции этих кораблей уже ничего не менялось, потому что любое изменение, сделанное даже из самых лучших побуждений, в сложной цепи причин и следствий могло привести к не прогнозируемым последствиям. Эти «за-

С. П. Королев.



четные» пуски показали, что и ракета-носитель, и корабль работают достаточно хорошо, что система в целом вполне надежна и обеспечивает необходимую безопасность полета.

Следует подчеркнуть, что полет «Востока» был обставлен и целым рядом других мер безопасности. В частности, на тот случай, если бы отказала система посадки, расчетная траектория была выбрана так, что через несколько суток корабль все равно опустился бы на Землю (правда, тогда уже не в заданном районе). И это предусматривалось запасом воздуха, воды и пищи в корабле.

Таким образом, к весне 1961 г. все было готово для осуществления первого в мире пилотируемого полета в космос и было принято решение, конечно, решение

очень непростое, пустить в первый полет Ю. А. Гагарина.

12 АПРЕЛЯ 1961 Г.
Ю. А. ГАГАРИН

Вспоминая теперь, 20 лет спустя, этот день, я хочу прежде всего отметить, что в той напряженной работе, которую мы все выполняли на космодроме, мало кому удалось, наверное, поразмышлять об историческом значении готовившегося события. Соблюдался привычный для всех режим, шли привычные испытания, привычные разговоры, привычные заседания...

Надо сказать, что Сергей Павлович очень строго отобрал людей, которые поехали на пуск. Он взял только тех, кто непосредственно был для этого нужен. Даже многих своих ближайших помощников он безжалостно вычеркнул из списка, за что



12 апреля 1961 г. После приземления.

на него, кстати, некоторые товарищи очень обиделись. Сергей Павлович был великий психолог! Он понимал, что рабочая обстановка, так необходимая в этом ответственной работе, может быть обеспечена только в том случае, если все участники работы будут максимально загружены. Поэтому количество гостей было практически ничтожно. Да и не подходит слово «гости», например, к М. В. Келдышу, который хоть не был так занят, как другие, на космодроме, не сидел день и ночь с кораблем, с аппаратурой, но был полноправным участником программы. Мы все хорошо его знали именно как участника, и в общем, никогда не воспринимали как гостя. Но даже таких людей, которые были не слишком заняты, Сергей Павлович старался взять как можно меньше. Это позволило избежать лишней напряженности, не было обстановки преждевременного праздника, не было ни лишних вопросов, ни лишних ре-

чей; была нормальная атмосфера ответственной работы.

Вечером накануне старта С. П. Королев попросил меня и К. П. Феоктистова, чтобы в спокойной обстановке (ведь все уже было готово) мы еще раз «проиграли» с Ю. А. Гагариным весь полет. Мы просидели втроем чуть больше часа. Тот раздел, который я должен был обсуждать с Гагариным, был небольшой. И вот когда я свою часть разговора закончил, а Феоктистов был, как говорится, «в разгаре», мне абсолютно нечего было делать. Именно тогда, глядя на деловитого, спокойного Гагарина, я впервые с каким-то очень сильным удивлением и, может быть, с восторгом подумал: «Неужели, черт возьми, он на самом деле завтра полетит!» Я понимал, что он полетит, понимал, что практически невозможно повернуть назад всю эту огромную и приведенную в действие машину, что никто и не собирается этого делать, что сам Гагарин буквально рвется в полет, — но все же это ощущение удивления и восторга возникло тогда. А до этого мы все так были заняты, так много было работы, что все эмоциональные ощущения были как-то неуместны, во всяком случае, я думаю, для тех, кто непосредственно работал по подготовке полета.

Я думаю, что и сам Гагарин не пережил каких-либо сильных потрясений — ни при подготовке полета, ни в самом полете, ни в первое время после приземления. В течение всех этих дней и часов он был очень занят и сознавал ответственность своей работы, которая продолжалась для него более или менее непрерывно все это время.

Хотя в полете Гагарин минимально был загружен какой-либо трудной работой (во всяком случае, с сегодняшней точки зрения), вся программа была расписана буквально по минутам. Он должен был как можно больше наблюдать, заносить результаты наблюдений в бортовой журнал, делать зарисовки, постоянно поддерживать радиосвязь с Землей и т. д. Я думаю, что Юрий Алексеевич просто не заметил, как этот полет кончился, и он вдруг оказался висящим на парашюте над тем, кстати, местом, где начинал свою летную карьеру. Это, конечно, удивительная случайность, и будь это не Гагарин — ее бы не было, но факт: спускаясь на парашюте, он с воздуха узнал места, где учился летать.

Мы прилетели в район посадки в маленьком по теперешним временам самолете «ИЛ-14», а на место посадки — на вер-

толетах. Гагарин был уже оттуда эвакуирован и поступил в распоряжение врачей. Ему дали просмотреть свой дневник и категорически запретили кому бы то ни было что бы то ни было рассказывать. Этот запрет был обусловлен тем, что, как правило, первый рассказ всегда наиболее объективен. Это хорошо знают специалисты, работающие с летчиками-испытателями.

Утром следующего дня было заседание Государственной комиссии, где Юрий Алексеевич сделал очень подробный, обстоятельный доклад и ответил на огромное количество вопросов. Сейчас многие из этих вопросов могут показаться наивными, но мы ведь и были наивными тогда, мы сами далеко не все знали. И вот интересно, что были вопросы, на которые он не брался ответить четко. Например, Сергей Павлович упорно спрашивал, можно ли пускать следующего космонавта на сутки или нельзя. И ответ был: «Не знаю. На виток, на два — можно запросто, — говорил Гагарин, — а сутки — не берусь ответить». Только очень скромный, очень добросовестный, честный человек мог так отвечать.

Вопрос этот имел принципиальное для всех нас значение. Дело в том, что еще до гагаринского полета долго шли дебаты: на один виток или на целые сутки пускать первого космонавта. Были сторонники того, что суточный вариант предпочтительнее. Это в самом деле во многих отношениях было бы проще, чем одновитковый, полуторачасовой полет. В частности, посадка была бы не сразу вслед за стартом, и деятельность наземных служб не должна была бы идти в том стремительном темпе, который не исключает и каких-либо ошибок. Но большинство ученых высказалось за то, чтобы проявить осторожность: ведь никто не знал и не мог знать, что ожидает человека за стартом. Некоторые медики, например, считали, что оказавшись в невесомости, потеряв опору и, так сказать, физиологическую связь с внешним миром, человек может лишиться рассудка.

Надо сказать, что Сергей Павлович не придавал большого значения таким предостережениям, он считал, что они слишком преувеличены. Но и не считаться с ними невозможно было, и вот только Гагарин мог, казалось, вполне определенно ответить на этот вопрос...

Вообще, то наиболее поразительное, что было в личности Гагарина, — это, на мой взгляд, необыкновенно развитое чувство такта. Он был очень веселый, очень прямой, очень непосредственный человек — все это так; но особенное обаяние



На космодроме.

исходило от его тактичности. Ведь это стало хрестоматийным, но от того не менее удивительным фактом: незадолго до старта не Королев его успокаивал, а он успокаивал Королева! Далеко не каждый человек способен в серьезных ситуациях найти тактичный ход и разрядить напряженную обстановку.

Но особенно это проявилось потом, когда ему пришлось совершить триумфальную поездку по всему миру. Он был в христианских, мусульманских, буддистских странах; его принимали короли, премьер-министры, президенты — и здесь любой заурядный человек мог потерять голову, мог смущаться, мог говорить невпопад. Юрий Алексеевич везде оставался самим собой, он везде вел себя поразительно тактично и остроумно.

Известны многие случаи, когда за рубежом корреспонденты на пресс-конференциях задавали ему глупые, а порой и



Юрий Алексеевич и Валентина Ивановна Гагарины и Нина Ивановна и Сергей Павлович Королевы на прогулке.
1961 г.

каверзные вопросы. Гагарину очень легко, к удовольствию большинства присутствующих, удавалось глупого оставить в глупом положении, и ответить на каверзный вопрос так, что неловкость приходилось испытывать тому, кто его задавал. В любом обществе, даже если он не знал и не мог знать принятых там условностей, Гагарин сохранял естественность и непринужденность. Он не терялся и никогда не зазнавался. Все это сделало его любимцем не только нашего народа, но и всех, кто имел счастье его видеть и с ним разговаривать.

С. П. КОРОЛЕВ

Полет Ю. А. Гагарина ознаменовал важный рубеж в завоевании человечеством космического пространства. Это слово — «завоевание» — может показаться расхожим штампом, но оно тем не менее очень точно передает колоссальное напряжение огромной армии ученых, инженеров, рабо-

чих — всех, кто причастен к созданию космической техники. И тем полководцем, кто возглавлял эту армию, был С. П. Королев.

Часто говорят, что выдающиеся способности Королева-ученого счастливо сочетались с выдающимися способностями организатора. Это, безусловно, правильно. Но я бы уточнил эту характеристику Сергея Павловича утверждением, что он обладал талантом полководца. Я думаю, что такой талант можно представить в виде трех слагаемых.

Во-первых, настоящий полководец оперативно принимает решения и всю ответственность за эти решения берет на себя.

Во-вторых, полководец обладает негибкой волей к победе и умеет воодушевить войска, вселить в них уверенность, что во что бы то ни стало враг будет разбит.

Наконец, вещь самая удивительная и по-моему даже необъяснимая: полководец всегда находится в режиме недостатка информации, он не имеет всех сведений не только о противнике, но иногда даже и о своих войсках — и, если он настоящий полководец, он всегда принимает правильное решение!

Все эти качества были ярко выражены у С. П. Королева. Он был выдающимся полководцем — не в военной, конечно, области, а в области космонавтики, которая по праву может считаться его детищем. Возможно, здесь его полководческий дар сродни полководческому таланту Суворова в военных делах.

Вот, например, идет техническое совещание. Предлагается один, другой, третий вариант... Все склоняются к варианту пятому. Сергей Павлович говорит: нет, будем делать третий! И это непонятно!.. Потом, через полгода, через год оказывается, что он был прав. Я думаю, что в тот момент, когда принималось решение, он сам не смог бы точно сформулировать, почему этот, а не другой вариант показался ему предпочтительней. Он обладал мощной и точной интуицией!..

И пусть не он, а кто-то другой лучше знал уравнения гидромеханики или теорию оптимизации процессов. Полководцем оставался Королев, другие, в лучшем случае, — работниками в его штабе. Именно так мы себя всегда и чувствовали — работниками в штабе Королева, — и в далекое довоенное время, когда он возглавлял группу человек в десять, и потом, когда он руководил многими научно-исследовательскими и конструкторскими коллективами. Эта работа в его штабе всегда была очень трудной и по-настоящему захватывающей.

Сергей Павлович очень рано ушел из жизни, он умер в 1966 году, когда ему не было и шестидесяти лет. Но он успел сделать самое главное, чему посвятил жизнь: он создал практическую космонавтику, под его руководством были завоеваны главные рубежи в освоении космоса. Дело его последователей — освоение завоеванных «пространств». Здесь понадобится, по-видимому, другая стратегия и другая тактика.

ЗАГЛЯДЫВАЯ В БУДУЩЕЕ

Уже теперь мы видим, что темпы создания новой космической техники совершенно изменились. После полета Гагарина каждый год был ознаменован каким-либо качественно новым достижением: 1962 г. — первый групповой полет А. Г. Николаева и П. Р. Поповича; полет к Марсу межпланетной станции «Марс-1»; 1963 г. — первый маневрирующий автоматический искусственный спутник Земли; 1964 г. — полет В. М. Комарова, Б. Б. Егорова и К. П. Феок-

тистова на 3-местном «Восходе»; 1965 г. — выход в открытый космос А. А. Леонова; полет автоматической станции на Венеру и т. д. Все эти работы были новаторские; в них все было совершенно новое, но вместе с тем они были достаточно простые в инженерном отношении. Именно это позволяло поддерживать такой темп осуществления новых программ.

Сейчас задачи, стоящие перед космонавтикой, существенно усложнились, но прежде всего — в количественном отношении. Что делать и как — это, в основном, специалистам понятно, эти рубежи теперь завоеваны, но чисто в техническом отношении возникает много трудных проблем. Поэтому для создания «Союза-Т» понадобилось несколько лет, а «Союзы» оказались настолько удовлетворяющими современные потребности космонавтики, что число их подходит к пятому десятку. Мы наблюдаем здесь своеобразный эффект насыщения. Он легко прослеживается и в развитии космической техники в США. Если в 60-е годы на осуществление их проектов также уходил, в среднем, год, то новая программа «Шаттл», как сообщалось в печати, требует 10 лет, а судя по тому, как продвигается эта работа, даже больше.

Таким образом, не без сожаления, но приходится констатировать, что эпоха Колумбов здесь кончилась. Космонавтика превратилась в отрасль промышленности, и по законам, присущим современной промышленности, развивается. Впрочем, многие специалисты находят особенное удовольствие именно в том, что появилась возможность делать все более и более тонкие проекты, связанные с изучением и использованием космического пространства.

Как мне кажется, можно утверждать, что эти проекты будут связаны с автоматическими космическими аппаратами. Космос будет населен автоматами. Уже сегодня та часть работы, которую в космосе выполняют многие сотни автоматов, существенно превышает работу, выполняемую космонавтами. Автоматы в космосе имеют ряд преимуществ перед людьми. Из них два, на мой взгляд, решающие.

Во-первых, автоматы работают непрерывно в течение необходимого промежутка времени и по истечении программы их не нужно спускать на Землю.

Во-вторых, они могут летать по любым траекториям. Например, спутник «Молния» в апогее имеет высоту 40 тыс. км. Орбитальная пилотируемая станция не может подниматься выше нескольких сот ки-



В учебном классе на Байконуре. Справа — Б. В. Раушенбах. 1963 г.

лометров, поскольку за пределами этой тонкой оболочки пространства, окружающего Землю, расположены области, пронизываемые мощной радиацией. Полет американских астронавтов на Луну оказался возможен только потому, что они очень быстро миновали радиационные пояса и не получили недопустимо больших доз облучения.

Но профессия космонавта, родившаяся 20 лет назад, будет, конечно, жить и развиваться! Ибо человек в космосе, в свою очередь, имеет два неоспоримых преимущества перед автоматами.

Прежде всего, человеку, в отличие от робота, свойственно желать, проявлять свою волю. Зачем альпинисты, иногда рискуя жизнью, поднимаются на неприступные вершины? Для сбора разного рода научных сведений в любую точку земного шара в наши дни нетрудно доставить самый совершенный автомат. У людей есть потребность преодоления мыслимых трудностей, им свойственно то, что толкает Колумба открывать Америку, Гагарина и Королева — лететь в космос. Многовековой человеческий опыт показывает, что не следует на все смотреть с точки зрения какой-то непосредственной земной выгоды. Есть категории более высокого порядка.

С другой стороны, человек на борту космического аппарата имеет, бесспорно,

многие возможности, недоступные самому совершенному автомату. Он может, например, в зависимости от хода эксперимента оперативно изменить его условия. Это очень важно, когда работа спланирована многовариантно, а именно так обычно и осуществляется наиболее ответственная часть отработки новой технологии или настройка новой аппаратуры. В процессе долговременной эксплуатации тех или иных космических устройств почти неизбежно появляется необходимость ремонта или замены ряда агрегатов, приборов или деталей. Эти функции тоже под силу только космонавтам. Говоря обыденным языком, для нормального функционирования любой техники необходим обслуживающий персонал.

Наконец, человек в космосе способен обнаружить совершенно новые явления, о которых не подозревают ученые на Земле. Например, космонавт Г. М. Греčko, работая на борту «Салюта-6», обратил внимание на такие явления в атмосфере, о которых никто не догадывался. Он по собственной инициативе начал исследования этих явлений. Понятно, что подобная деятельность не под силу никакому автомату.

Таким образом, мы приходим к идее посещаемых (не постоянно пилотируемых!) станций. «Салют-6» — это в какой-то мере пример, прообраз такой станции. Уже здесь предусмотрена и реализована возможность работы как в пилотируемом, так и в автоматическом режиме, причем дозаправка, замена оборудования и некоторые другие операции выполняются именно экспедициями посещения.

Широко известно, что в длительных космических полетах последних лет успешно решались задачи огромной научной и народно-хозяйственной важности. Наряду с этим, длительные полеты направлены и на медико-биологические исследования. Людям необходимо знать, какими возможностями они располагают, находясь в неведении. Успехи, достигнутые в этом направлении, поразительны. Биологи, врачи и инженеры разработали настолько совершенное оборудование и такие методики, которые позволяют космонавтам сохранять высокую работоспособность, хорошее самочувствие и быструю адаптацию к условиям земного пребывания при длительности экспедиций в полгода и более. В. В. Рюмин из трех последних лет более года прожил в космосе! Это — результат большого и напряженного труда специалистов по космической медицине.

Если же будет обнаружен предел,

превышение которого окажется опасным для жизни космонавта, существует огромный резерв в решении этой проблемы, связанный с созданием искусственного тяготения. По-видимому, это нетрудно будет сделать. Например, если бы станция состояла из двух частей, соединенных тросом длиной в несколько сот метров, и эта система вращалась вокруг центра масс, то центробежная сила заменила бы космонавтам силу тяготения. При этом скорость вращения такого комплекса не будет высокой, так как велико расстояние от станции до центра вращения. Это важно для сохранения работоспособности экипажа, поскольку быстрое вращение может привести к «морской болезни». Таким образом, как мне кажется, длительность космического полета может быть как угодно большой: и год, и три, и пять...

Но здесь возникает вопрос: а нужны ли вообще такие длительные полеты? Если мы обратимся к нашему земному опыту, то обнаружим, что, например, полярные зимовки, антарктические и другие экспедиции, в которых людям приходится жить в трудных, порой экстремальных условиях, продолжаются, в среднем, не более года. Между тем ни у кого не вызывает сомнений, что в Антарктиде можно прожить и пять, и десять лет... Нет, каждый человек должен в конце концов вернуться домой, к своей семье, к друзьям, к нормальной земной жизни. Вместе с полярником, путешественником, космонавтом участвует в его экспедиции, пусть и не покидая своих квартир, немало близких ему людей... Так что скорее земной опыт ставит предел длительности пилотируемого полета, чем накопленный к сегодняшнему дню опыт космонавтики.

Вопрос о большой продолжительности полета можно обсуждать в связи с экспедициями на другие планеты. Например, экспедиция на Марс и обратно должна занять не менее трех лет. Сознывая, что это будет чрезвычайно трудно для космонавтов, я все же думаю, что медико-биологическое обеспечение полета окажется не самой сложной частью программы.

Проекты полета к Марсу были внимательно изучены специалистами в нескольких странах. И вывод был один: для осуществления такой экспедиции понадобится не менее 10—15 лет предварительной работы. Т. е. если бы сегодня было принято решение отправить космонавтов на Марс, полет мог бы начаться лишь после 1990 г. Оценки показывают, что стоимость такой программы столь велика, что ни од-

на страна мира практически не в состоянии ее выполнить. По мнению многих ученых, только человечество в целом может осуществить такой проект — причем при условии отсутствия гонки вооружений. Если все огромные средства, которые расходуются сегодня в мире на вооружение, разумно распределить на решение многих неотложных задач, стоящих перед населяющими Землю людьми (энергетический и экологический кризис, обеспечение продовольствием и т. д.), то часть освободившихся материальных и людских ресурсов можно было бы направить и на обеспечение программы полета к Марсу.

Для этого пришлось бы создать новые двигатели, специальные испытательные стенды для них, соорудить огромные стартовые устройства, решить проблему использования атомной энергии в таком полете и т. д. Полету на Марс должны были бы предшествовать испытательные полеты в межпланетное космическое пространство — все это лишь штрихи той программы, которую придется выполнять огромному интернациональному коллективу ученых, инженеров, рабочих с привлечением новейших технологий и колоссальных материальных ресурсов. По-видимому, это — дело следующего столетия.

В заключение, возвращаясь к сегодняшним достижениям и проблемам космонавтики, я хочу отметить, что без той работы, которая выполняется сейчас в космосе и в пилотируемых, и в автоматических полетах, не мыслится ни дальнейший научно-технический прогресс, ни наращивание экономического потенциала «космических» держав. Полет Ю. А. Гагарина, двадцатилетие которого мы отмечаем в эти дни, стал важнейшей вехой в развитии человеческой цивилизации. Это событие люди с благодарностью будут вспоминать, какое бы время ни отделяло их от нашей эпохи.

Публикацию подготовил **А. И. Антипов**





Из воспоминаний

Академик А. А. Благонравов

Среди видных советских ученых, внесших большой вклад в развитие космических исследований, заслуженной известностью пользуется имя академика, дважды Героя Социалистического Труда, лауреата Ленинской и Государственной премий СССР Анатолия Аркадьевича Благонравова.

Как видный специалист в области баллистики и артиллерийской техники, А. А. Благонравов в конце 40-х годов был назначен председателем специальной комиссии Академии наук СССР, осуществлявшей первые эксперименты по применению ракетной техники для космических исследований.

Цели, первоначально поставленные комиссией А. А. Благонравова, сводились к исследованию параметров верхних слоев атмосферы — таких как плотность атмосферы, давление, температура, воздушные течения, исследование космических лучей. Одновременно возникла идея попытаться использовать ракеты для проведения некоторых медико-биологических экспериментов.

При содействии президента АН СССР С. И. Вавилова и большого коллектива ученых и конструкторов, возглавляемого С. П. Королевым, было положено начало разработке высотных геофизических ракет, получивших название «академических».

Запуск первой вертикально стартующей ракеты для зондирования околоземного пространства был произведен в 1951 г. Ракета с исследовательской аппаратурой и двумя животными на борту поднялась на высоту 101 км. В период 1951—1960 гг. на высоту от 100 до 475 км были подняты десятки геофизических ракет; в 30 случаях осуществлялся полет подопытных животных.

Разносторонняя информация, полученная во время многочисленных запусков высотных ракет, имела не только большое научное

значение, но и послужила надежной базой для создания мощных ракет-носителей и орбитальных научных аппаратов.

В 1960 г. группе ученых и инженеров, в их числе академику А. А. Благонравову, за подготовку, разработку и осуществление запусков высотных геофизических и метеорологических ракет и за проведенные с их помощью исследования была присуждена высшая научная награда Советской страны — Ленинская премия.

Научные учреждения Академии наук с середины 50-х годов переключаются на подготовку и проведение космических исследований с помощью искусственных спутников Земли (ИСЗ). В 1963 г. А. А. Благонравов назначается председателем Комиссии по исследованию и использованию космического пространства АН СССР. Его «космическая» деятельность приобретает еще более широкий размах.

А. А. Благонравов много сделал для развития международного сотрудничества в области исследования космоса. В октябре 1958 г. при Международном совете научных союзов был создан Комитет по космическим исследованиям (КОСПА) с административным центром в Париже¹. А. А. Благонравов был назначен представителем Советского Союза в этой международной организации; тогда же он стал членом исполкома КОСПА, а с 1959 г. — его вице-президентом. С 1960 г. А. А. Благонравов был назначен заместителем представителя СССР в Комитете по мирному использованию космического пространства при Организации Объединенных Наций и одновременно представителем СССР в научно-техническом подкомитете этого же комитета.

Помимо деятельности в ООН, Анатолий Аркадьевич имел с 1962 г. официальное поручение по проведению переговоров с американской стороной о двустороннем сотрудничестве в области космических исследований. Одним из важных результатов переговоров являлось, например, установление постоянного обмена данными метеорологического характера,

Япония, о-в Хонсю. Высота съемки 350 км. Снимок сделан Г. М. Гречко и Ю. В. Романенко с борта станции «Салют-6».

¹ Подробнее см.: Ш о м о д и А. XXIII сессия КОСПА. — Природа, 1980, № 11, с. 67.

получаемыми с помощью ИСЗ и наземных средств для совершенствования мировой службы погоды. Для такого обмена был создан специальный канал прямой связи Москва — Вашингтон. Начавшееся при активном участии А. А. Благонравова советско-американское научное сотрудничество в изучении космоса позволило впоследствии подготовить и осуществить выдающуюся международную космическую программу «Союз — Аполлон».

В архиве Института машиноведения им. А. А. Благонравова АН СССР (более 20 лет, до последних дней жизни, А. А. Благонравов

руководил этим институтом) хранятся воспоминания, которые Анатолий Аркадьевич написал в последние годы жизни. Мы публикуем отрывки из них, относящиеся к первому запуску вертикально стартующей ракеты для зондирования околоземного пространства и тем откликам на советские космические достижения, свидетелем которых был А. А. Благонравов. Публикация и примечания — старшего научного сотрудника Института истории естествознания и техники АН СССР кандидата технических наук А. А. Пархоменко.



...Наиболее впечатляющими в любом деле бывают первые шаги. Поэтому в памяти отчетливо сохраняются воспоминания о самом первом эксперименте.¹

...Подготовка к запуску была связана с тщательной проверкой всей аппаратуры. Старт решено было производить в абсолютно ясную погоду, чтобы визуально следить за подъемом и возвращением ракеты на Землю.

В последние дни перед стартом мы пережили немало волнений. От синоптиков требовали надежного прогноза погоды на каждый предстоящий день. Наконец выдан хороший прогноз. Старт назначен на рассвете, когда еще поверхность Земли слабо освещена, но ракета при подъеме уже должна попасть в солнечные лучи, что обеспечит хорошее наблюдение за ней.

Ракета возвышается над стартовой позицией. Все готово к пуску.

«Десятиминутная готовность!» — передают с командного пункта. Последним уходит со стартовой площадки в укрытие С. П. Королев. Он сохраняет невозмутимое выражение лица, но его волнение выдают руки. Волнуется руководитель эксперимента с животными В. И. Яздовский.

«Минутная готовность!»

Наконец — старт. Яркое вспыхивает огонек загорания. Вырывается пламя, оглушительный рев двигателя, тучи пыли поднимаются с площадки, медленно начинает

подъем ракета, выбрасывая мощный факел пламени. Все быстрее подъем. Вот уже ракета сверкает в лучах солнца, затем быстро уменьшается на наших глазах, превращаясь наконец в точку. Расплывается в небе инверсионный белый след. Мы уже не видим ракеты. Напряжение возрастает.

«Вижу!» — раздается крик какого-то наблюдателя. Глаза различают продолговатый предмет, стремительно опускающийся на землю в 4—5 километрах от нас. Яркая вспышка. Это упал корпус ракеты и взорвались остатки горючего. Доносится гул взрыва. Но все в это время уже вновь устремили взор в небо.

«Идет, идет!» — крикнул кто-то. Действительно, в небе появилась белая точка: это раскрывается парашют, несущий головку ракеты. В. И. Яздовский стремглав бросается к автомашине, и вот она уже устремляется по направлению к приземляющейся головке. За ним несется машина С. П. Королева, а вслед за ними, подобно кавалерийской атаке «лавой», рассыпаются остальные машины.

Немного отвлекаясь, напомним, что в то время очень важной для нас была попытка изучить влияние невесомости на живой организм. Для этого в головной части ракеты, отделяемой после достижения заданной высоты, была устроена герметическая кабина с двумя лотками, к которым привязывались две маленькие собаки. Над ними закреплялся киноаппарат, напротив которого помещалось зеркало. Киноаппарат с момента старта включался, производя съемку зеркального отражения обеих собак.

Система прямой телепередачи из космоса тогда еще не применялась. Поэтому киноплёнки обрабатывались после спуска на Землю кабины с собаками и всей ап-

¹ Речь идет о запуске в 1951 г. первой вертикально стартующей ракеты для зондирования околоземного пространства. Ракета с исследовательской аппаратурой и двумя животными на борту поднималась на высоту 101 км. Руководили подготовкой и осуществлением эксперимента А. А. Благонравов, С. П. Королев и В. И. Яздовский.

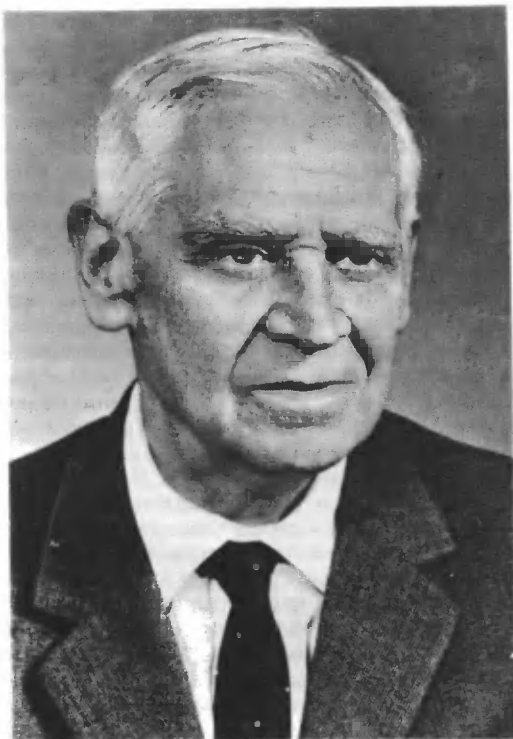
паратурой. Регистрация некоторых показателей состояния организма (например, частоты дыхания) осуществлялась с помощью датчиков, передававших показания на самопишущие приборы. В кабине поддерживалась необходимая атмосфера. При входе в плотные слои земной атмосферы раскрывался парашют, обеспечивавший мягкое приземление.

...И вот мы видим, как головка ракеты коснулась земли, опрокинулась набок, как спадает парашют. Молниеносно отвинчиваются болты люка кабины; сначала извлекается собачка по кличке Дезик, затем Цыган. Дезик в полном здравии и благополучии. Цыган немного пострадал — при ударе головки во время приземления погнулся край лотка и слегка повредил ему кожу на брюхе.

В тот период космические исследования в печати еще широко не освещались. Поэтому имена первых животных-космонавтов не были известны. Между тем впоследствии, в «спутниковый» период космических исследований такие собаки, как Лайка, Белка, Стрелка, приобрели большую популярность.

Начиная со времени запуска первого искусственного спутника Земли, исследования космоса получили широкий размах во времени и пространстве. Поэтому «доспутниковый период» я назвал преддверием Космоса.²

...Уже на следующий день (после нашего приезда)³ одна из газет поместила статью «Трое красных в Америке». Обо мне писали: «Академик Благонравов улыбается, как будто за душой у него есть что-то загадочное. Чем он может нас уди-



Анатолий Аркадьевич Благонравов
20.V (1.VI).1894—4.II.1975.

² К этим воспоминаниям Анатолия Аркадьевича можно добавить, что первые в мире космические путешественники — Дезик и Цыган после проведенных медико-биологических обследований получили «прописку» в доме А. А. Благонравова. Его сестра, Ангелина Аркадьевна, вспоминала, что еще долгие годы Цыган был верным спутником Анатолия Аркадьевича в его прогулках по грибным местам под Звенигородом.

³ Незадолго перед запуском в нашей стране первого искусственного спутника Земли была достигнута договоренность об участии ученых Советского Союза в предстоящих исследовательских работах в рамках международного соглашения «Международный геофизический год» (МГГ). Поскольку ракетной техникой для проведения экспериментов в верхних слоях атмосферы располагали в то время только две страны — СССР и США, амери-

канский Национальный комитет по проведению МГГ обратился к Академии наук СССР с предложением послать в США делегацию советских ученых для совместного обсуждения аспектов программы таких исследований. Предложение было принято, и делегация советских ученых в составе А. А. Благонравова, С. М. Полоскова и А. М. Касаткина в сентябре 1957 г. вылетела в Вашингтон.

океана межконтинентальных ракет подвергалось (американцами) сомнению то, что эти ракеты были действительно межконтинентальными. Однако в период поездки в США подготовка нашего искусственного спутника была уже фактически закончена, американцам же требовалось еще некоторое время для завершения работ.

Мы познакомили американских специалистов с конструкцией и научным оборудованием одной из наших ракет, предназначенной для метеорологических исследований. Описание и фото этой ракеты появились во всех газетах, что свидетельствовало о большом впечатлении, произведенном нашей техникой. Но грандиозная сенсация — запуск первого спутника — была еще впереди.

Наступило 4 октября (1957 г.). В нашем посольстве в Вашингтоне был устроен прием для американских ученых — участников совместных переговоров. Я не предполагал еще, что этот день совпадет с датой запуска нашего первого спутника. Собралось многочисленное общество, не были приглашены лишь представители прессы. В самый разгар приема вдруг срочно вызывают к телефону председателя американского Национального комитета МГГ доктора Л. Беркнера. Через несколько минут он торопливо вбежал в зал и захопал в ладоши: «Прошу внимания, господа!» — Недоумевающие гости примолкли. — «Леди и джентльмены! Сейчас над нами, на высоте 900 км пролетает советский искусственный спутник Земли!»

Трудно вообразить эффект, произведенный его словами. Что было в зале! До сих пор стоит перед глазами эта поразительная картина. В первое мгновение все будто оцепенело. «Словно шок после взрыва бомбы!» — воскликнул кто-то из присутствующих. Не знаю, может быть, и так, но ни раньше, ни позже я ни разу не видел, чтобы людей настолько сильно ошеломила внезапная новость. Придя в себя, гости, как по команде, ринулись к нам — трем советским ученым. Мы оказались теперь не просто «тремя красными в Америке», а представителями страны, в которой рождено великое чудо — первый спутник Земли.

Некоторые из наших гостей затормозились уезжать. Доктор Дж. Каплан, с которым я познакомился еще во время его приезда в Москву, подбежал ко мне запыхавшись. «Извините, я должен срочно вылететь к себе в Калифорнию, организовать прием сигналов спутника», — торопливо проговорил он. Вслед за тем произо-

шла любопытная сцена. Дело в том, что я приготовил Дж. Каплану небольшой подарок — баночку икры и бутылку «Столичной». Не успев завернуть бутылку, я догнал доктора в вестибюле, чтобы вручить ее. Но в это время в здание посольства ворвались осаждавшие подъезд репортеры и кто-то из них успел сфотографировать момент передачи мною доктору Каплану подарка. На следующий день я увидел эту фотографию в газете с подписью: «Благодиров утешает Каплана» наряду с подробными комментариями событий в космосе.

Вся столичная пресса была взбуждена. Один из корреспондентов сказал мне с удивлением: «Невероятно! Материалы о спутнике вытеснили всю информацию с первых полос. Мы сняли портрет чемпиона бейсбола и заменили вашим. Этого у нас еще не бывало...» Вот передо мной номера американских газет октября 1957 г. Аршинные заголовки: «Потрясающая новость», «Триумф Москвы». В эти дни «Нью-Йорк таймс» писала: «Уже сейчас ясно, что 4 октября 1957 г. навеки войдет в анналы истории как день одного из величайших достижений человечества... Этот конкретный символ будущего освобождения человека из-под власти сил, приковавших его к Земле, создан и запущен советскими учеными и техническими специалистами. Все человечество должно быть благодарно им...»

Один из американских журналистов добивался у меня ответа: «Не содержит ли сообщение ТАСС ошибки, может быть, вес спутника не 83,6, а 8,36 килограмма?» Смысл этого вопроса становится понятным, если учесть, что вес спутника «Авангард», еще только готовившегося к запуску, был всего несколько фунтов. Не прошло и месяца, в космос поднялся второй советский спутник. Вес его вырос более чем в шесть раз и составил 508 кг. На борту спутника находилось живое существо — собака Лайка. Всеми миру стало ясно, какими гигантскими шагами идет вперед Советский Союз в деле освоения космоса.



...У меня сохранились яркие, красочные воспоминания об этих днях <апрель 1961 г.>... Уезжая из Москвы⁴, мы знали

⁴ На этот раз выдающееся в истории человечества событие застало А. А. Благодирова в Италии, во Флоренции, где он возглавлял советскую делегацию на очередной сессии КОСПАра.

о готовящемся полете космонавта, но точная дата старта еще не была известна. Однако за день до полета, утром при выходе из гостиницы, я подвергся нападению нескольких корреспондентов итальянских газет, заявивших, что до них дошла весть о выходе советского человека в космическое пространство. Одним из журналистов даже называлась фамилия космонавта, напоминая искаженную фамилию Гагарина. Пришлось отвечать, что мне об этом ничего не известно; тут же я поспешил отправиться за получением какой-либо официальной информации. Сообщения ТАСС еще не было, и наше посольство в Риме, запрошенное по телефону, ответило, что никаких известий пока не поступало.

Оказалось, что какие-то слухи о предстоящем эксперименте просочились в Москве к иностранным корреспондентам, а непосредственным поводом для проявления ажиотажа послужила установка и проверка радиовещательной сети в Москве через уличные репродукторы. Корреспонденты, учитывая, что по этой сети при предстоящих космических экспериментах проводилось оповещение о них, немедленно отреагировали, послав какие-то сообщения в редакции своих газет.

Сенсация разразилась на следующий день. Едва прибыв во дворец Питти, где проходило собрание КОСПАР, мы узнали о запуске космического корабля с Ю. А. Гагариным на борту. Программа заседания была сорвана: все собравшиеся оживленно обсуждали событие в ожидании дальнейших сообщений. Наша делегация собралась в отдельной комнате; в соседнем помещении за закрытой дверью собралась многочисленная американская делегация. Все были в напряжении, особенно переживала, конечно, наша делегация: ожидали окончания этого замечательного полета. Наконец, радостная весть: полет успешно завершён. Первый космонавт мира, советский космонавт, в полном здравии и благополучии — на родной земле после полуторачасового полета вокруг земного шара.

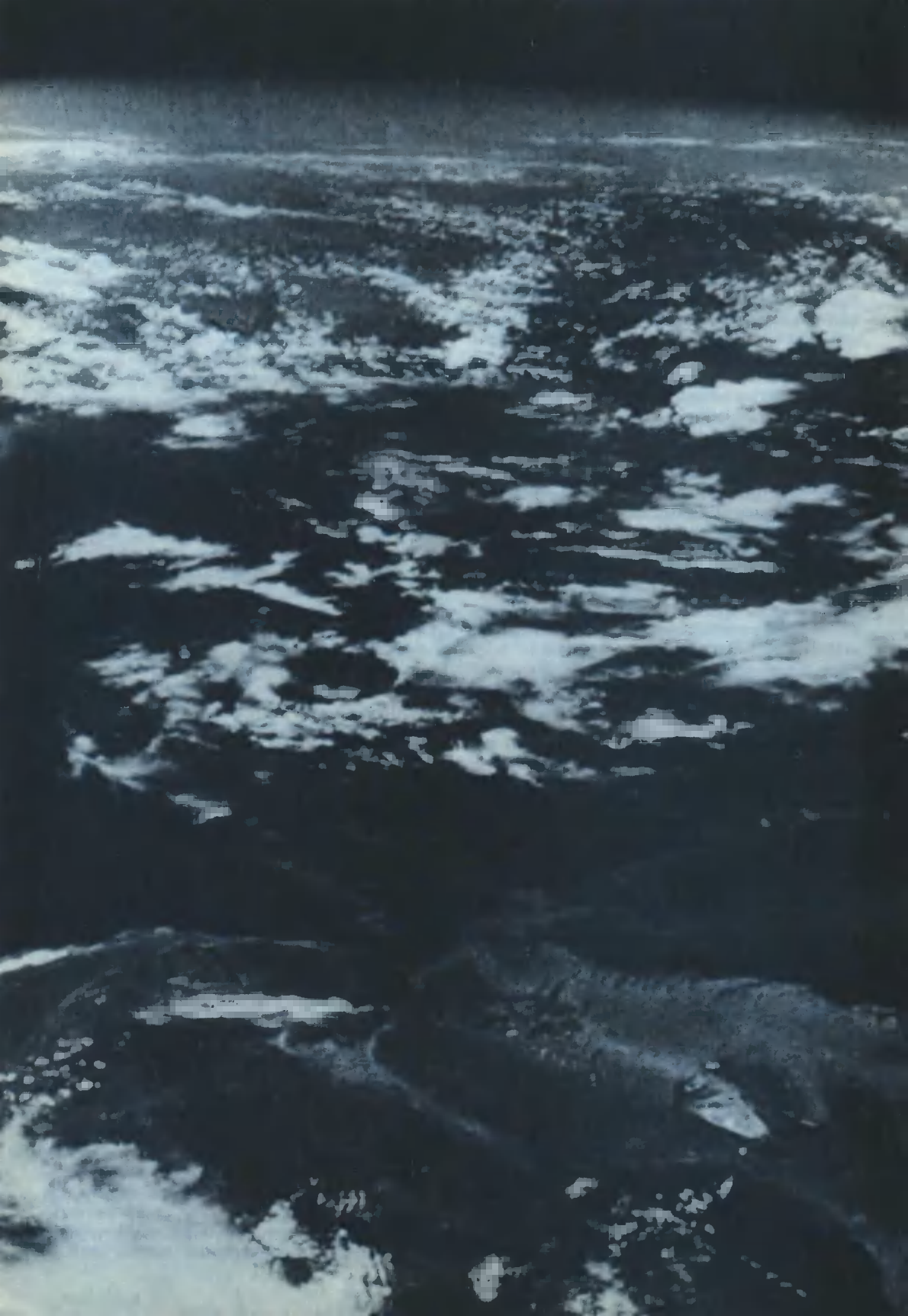
Трудно описать ликование, с которым мы встретили это известие; одна из участниц нашей делегации от радости даже заплакала — такова была разрядка напряжения. Появился в нашей комнате руководитель американской делегации доктор Р. Портер, принесший официальное поздравление. За ним пришел голландский астроном Ван де Хольст, бывший тогда президентом КОСПАР, с бутылкой шампанского и предложил мне поздравительный тост.

Началось нашествие журналистов, добивавшихся уточнения интересующих их вопросов об устройстве космического корабля, о подготовке космонавтов, о дальнейших экспериментах и т. п.

Шумно ворвался к нам весьма экспансивный, как большинство итальянцев, профессор Лапира — мэр города Флоренции. С большой экспрессией и оживленной жестикуляцией он произнес торжественную речь, заявив, что сегодня же в ратуше будет организовано торжественное собрание городской общественности, на котором просил меня выступить.

Вырвавшись из толпы журналистов, я занялся подготовкой своего выступления и переводом его на итальянский язык. Вечером зал под сводами средневекового здания городской ратуши был переполнен. Фанфаристы, облаченные в костюмы XVI—XVII столетий, сыграли торжественную мелодию. Заключительные слова моего выступления: «Auguriamo al primo cosmonauta del mondo Jury Gagarin molti successi e lunghi anni della vita felice!» (Пожелаем же первому в мире космонавту Юрию Гагариному многих успехов и долгих лет счастливой жизни!) были встречены бурной овацией. По окончании собрания мы отправились пешком в свою недалеко расположенную гостиницу, а нас сопровождала толпа восторженных итальянцев. Встречные прохожие, поинтересовавшись в чем дело, присоединялись к толпе, приветствуя нас как представителей Советского народа, подготовившего и осуществившего замечательное достижение науки и техники.

Однако на этом не кончилось. Мы попали в крепкие объятия членов Флорентийского отделения Общества итало-советской дружбы, и в последующие дни члены общества возили нас по вечерам на предприятия, где нам пришлось выступать перед рабочими и служащими, выслушивать горячие поздравления. У нас настойчиво просили автографы, как будто мы являлись соучастниками незабываемого подвига Юрия Алексеевича, просили передать ему самый теплый привет, давали адреса с просьбой прислать его фотографии... Описываемые события свидетельствуют о том огромном впечатлении, которое было произведено за рубежом достижениями нашей страны, о завоеванном советской наукой престиже и о глубоком преклонении перед подвигом отважного космонавта.





Теоретик космонавтики

В. С. Авдуевский



Всеволод Сергеевич Авдуевский, академик, профессор Московского авиационного института. Автор работ по теории горения, газовой динамике струй и отрывных сверхзвуковых течений, тепловой защите и терморегулированию летательных аппаратов, изучению планет Солнечной системы с помощью автоматических космических аппаратов. Лауреат Ленинской премии и Государственной премии СССР.

Создание советской ракетной и космической техники, изучение и освоение космического пространства неразрывно связаны с именем академика Мстислава Всеволодовича Келдыша. Он стоял у истоков космонавтики и остался верен ей до последних дней своей жизни.

В декабре 1946 г. М. В. Келдыш, известный в то время как ученый, теоретически разрешивший ряд важных инженерных проблем авиации, был назначен руководителем НИИ, призванного решать прикладные задачи ракетостроения и космонавтики.

Многие из тех, кто работал с ним в этот период, помнят, как Мстислав Всеволодович, возглавив институт, реорганизовал его работу и четко направил усилия коллектива на решение главной задачи — создание теоретических основ ракетостроения и космонавтики. Сотрудники ин-

ститута, среди которых были известные специалисты по ракетной технике и крупные ученые, очень скоро почувствовали организованность, увидели необычайные способности и высокую человеческую культуру нового руководителя, молодого академика-математика, и навсегда прониклись к нему глубоким уважением и доверием. Как руководитель, М. В. Келдыш с высокой требовательностью относился к себе и к окружающим, не терпел пустословия, дилетанства. Он всегда требовал от научных сотрудников строгости в рассуждениях, но никогда не повышал голоса, не раздражался и не высказывал своего недовольства. Ему были присущи необычайная глубина мышления, широта взглядов, огромная эрудиция. Часто казалось невероятным, как быстро он умел вникнуть в самую суть обсуждаемой проблемы, найти главное звено, отбросив все маловажное, второстепенное. При этом он всегда стремился отыскать в каждой конкретной прикладной задаче лежащую в ее основе математическую теорию.

В этот период возникло творческое содружество М. В. Келдыша и С. П. Королева. Этих двух замечательных людей объединяло не только общее дело, но и настоящая дружба. Их союз в очень большой

Каспийское море. Высота съемки 350 км. Снимок сделан П. И. Климуком и В. И. Севастьяновым с борта станции «Салют-4».

Фото ТАСС.

степени способствовал грандиозным успехам, которыми отмечено начало космической летописи человечества.

Круг научных проблем, которые необходимо было решить, оказался необычайно широк и разнообразен: разработка теории ракетных двигателей различных систем, решение задач теории горения, газовой динамики и гиперзвуковой аэродинамики, проблем теплозащиты при входе в атмосферу с космическими скоростями — и все эти работы проводились по инициативе и под непосредственным руководством М. В. Келдыша.

Значительно ускорило развитие ракетной техники создание установок, на которых воспроизводились условия полета с большими сверхзвуковыми скоростями. Проведение этих исследований в период, когда такие полеты были еще далекой, неясной перспективой, — большая заслуга М. В. Келдыша. В 1949—1950 гг. в институте была разработана и создана летающая экспериментальная модель аппарата с прямоточным реактивным двигателем, мало отличающаяся от современных двигателей, которая развила при испытаниях скорость, в 2,7 раза превышающую скорость звука.

Совместная работа с выдающимся авиаконструктором С. А. Лавочкиным, с которым М. В. Келдыша связывала тесная дружба, привела к выдающимся научным и техническим достижениям: были заложены основы полета самолетов с большими сверхзвуковыми скоростями, впервые исследована работа прямоточного двигателя в системе летательного аппарата, решены проблемы защиты аппарата и его систем от аэродинамического нагрева.

В то же время в отделе механики Математического института им. В. А. Стеклова АН СССР под руководством М. В. Келдыша разрабатывалась теория движения ракет с жидкостными ракетными двигателями (ЖРД), был выполнен большой цикл работ по динамике полета составных жидкостных ракет и его управлению. Работы отдела по оптимизации параметров составной ракеты, методам расчета движения ракет с учетом подвижности жидкого наполнения баков, выбору оптимального управления при полете на максимальную дальность и выводу ракеты на орбиту имели большое значение для проектирования ракет, осуществляемого конструкторским бюро С. П. Королева.

При обсуждении новых научных проблем М. В. Келдыш всегда обращал внимание на их прикладное значение. Он

считал, что ценность теории определяется тем, насколько ее общие положения позволяют понять конкретные явления и решать конкретные задачи.

Развитие сверхзвукового самолетостроения поставило перед учеными новую задачу: необходимо было разработать системы астронавигации и астрокоррекции для осуществления длительного автономного полета сверхзвуковых летательных аппаратов. В результате исследований М. В. Келдыша и его сотрудников такие системы были созданы и испытаны в полетах. Они содержали все элементы систем управления с астрокоррекцией: систему построения вертикали, дающую направление на Землю, систему слежения за звездами, устройства, вырабатывающие команды. Эти исследования во многом стали научной основой для создания систем управления космических аппаратов с астрокоррекцией.

Когда ЦК КПСС и Совет Министров СССР поставили перед учеными и конструкторами задачу создания межконтинентальной баллистической ракеты, для ее решения были выделены значительные средства и материальные ресурсы, созданы конструкторские и научно-исследовательские организации. Руководство всей работой было поручено С. П. Королеву и возглавляемым им организациям.

Однако для успешного решения этой грандиозной задачи было необходимо сконцентрировать научные силы страны, правильно выбрать направления исследований и развития экспериментальной базы. На М. В. Келдыша и возглавляемые им коллективы и была возложена эта большая работа. Он становится организатором и ответственным руководителем научных исследований, связанных с созданием ракеты сверхдальнего действия, которые проводились как в академических, так и отраслевых институтах страны.

Благодаря тесному взаимодействию с конструкторскими организациями М. В. Келдыш четко определил направления и организовал проведение необходимых научных работ. То что М. В. Келдыш, являясь выдающимся механиком и математиком, был в то же время прекрасным инженером и организатором прикладных исследований, нашло свое воплощение в его деятельности по созданию межконтинентальной баллистической ракеты. Научные и технические задачи, решавшиеся под его руководством, не были разрозненными фрагментами, а вписывались в единую

сбалансированную стратегию создания ракетной техники и освоения космического пространства.

Уже в начале этих разработок стало очевидным, что может быть достигнута первая космическая скорость, т. е. существует возможность выведения на орбиту искусственного спутника Земли. Поэтому, начиная с 1953 г., под руководством М. В. Келдыша стали вестись работы по динамике космического полета, решались задачи, связанные с выведением спутника на орбиту и последующего спуска с нее, а потом и некоторые задачи динамики полета к Луне.

В 1955 г. экспертная комиссия, возглавляемая М. В. Келдышем, рассмотрела и одобрила предложения С. П. Королева об организации полета в космос, а через год комиссия АН СССР под председательством М. В. Келдыша, рассмотрев представленные эскизные проекты искусственных спутников Земли, отобрала из них три варианта, которые и были в дальнейшем осуществлены.

21 августа 1957 г. впервые в мире была запущена межконтинентальная ракета. А всего через полтора месяца — 4 октября 1957 г. — на орбиту вокруг Земли был выведен первый искусственный спутник.

Все запущенные до 1959 г. советские и американские космические аппараты после отделения от ракеты-носителя вращались произвольным образом и, следовательно, их полетом нельзя было управлять. Прекрасно понимая необходимость решения этой проблемы, Мстислав Всеволодович еще в 1956 г. создал в своем институте отдел по разработке системы активной ориентации искусственных спутников Земли. Это положило начало науке об управлении полетом космических аппаратов, и первый управляемый космический аппарат «Луна-3» был сделан в СССР.

В становлении новой ракетно-космической техники непосредственное участие принимал Леонид Ильич Брежнев, с 1956 г. секретарь ЦК КПСС, ответственный за оснащение советских вооруженных сил новейшей техникой и развитие космонавтики. Неоценимый вклад в развитие ракетной техники внесли многие другие партийные, государственные и военные руководители нашей страны.

Задолго до создания спутника Мстислав Всеволодович приступил к разработке советской космической программы, направленной на создание космических ап-



М. В. Келдыш.

паратов, их использование в народном хозяйстве и развитие науки. Он не сомневался, что искусственные спутники будут сделаны, и понимал, что программа научных исследований должна быть выработана заблаговременно.

Еще в феврале 1954 г. М. В. Келдыш собрал научно-технический совет, на который были приглашены крупные ученые, работающие в разных областях науки. С. П. Королев кратко изложил перспективы создания искусственного спутника. Главной задачей совещания было формирова-

ние научной программы исследований, которая должна будет проводиться с помощью искусственных спутников. Мстислав Всеволодович всегда стремился, чтобы такая программа строилась с целью решения фундаментальных научных проблем, а не состояла бы просто из набора интересных, но разрозненных экспериментов.

Он придавал большое значение возникшей после запуска искусственного спутника Земли новой области исследований — внеатмосферной астрономии, давшей мощный импульс для развития астрофизики, физики Солнца, изучения околоземного космического пространства; одним из первых оценил значение искусственных спутников Земли для глобального контроля за земной поверхностью. М. В. Келдыш предпринял самые решительные шаги по внедрению ЭВМ в бортовые системы управления ракетами и космическими аппаратами.

Понимая, что задачи и объем космических исследований будут быстро возрастать, С. П. Королев и М. В. Келдыш пришли к выводу о необходимости привлечения новых сил к этим исследованиям. В результате, в 1959 г. в правительство была направлена докладная записка о развитии работ по освоению космического пространства», в которой были предложены необходимые для этого организационные меры. В которой были предложены необходимые для этого организационные меры.

Прошел 21 год с момента написания этого документа, большинство из предложений уже реализовано, и сейчас видно, насколько правильно и прозорливо М. В. Келдыш и С. П. Королев представляли себе дальнейшее развитие космонавтики.

Институт прикладной математики АН СССР под руководством М. В. Келдыша стал ведущей организацией по проблемам динамики космического полета, космической баллистике и другим вопросам исследования космического пространства. Работы, выполненные в институте, легли в основу баллистического обеспечения межпланетных полетов, выбора оптимальных траекторий и управления полетами к Луне, Венере и Марсу. М. В. Келдыш был одним из первых, кто понял значение электронно-вычислительных машин в развитии новой техники. В Институте прикладной математики был создан первоклассный вычислительный центр для обработки «траекторной» информации, выработки управляющих команд. Одновременно в институте развивались такие важные научные направления, как исследование верх-

них слоев атмосферы, физика планет, астрофизика.

В 1965 г. был создан давно задуманный М. В. Келдышем Институт космических исследований АН СССР, призванный выполнять головные функции в АН СССР в области освоения космического пространства. Были организованы служба радиационного контроля космического пространства и Центр подготовки космонавтов, создан специальный Институт медико-биологических проблем МЗ СССР М. В. Келдышу принадлежит также главная роль в организации международного сотрудничества Советского Союза в области исследования и использования космического пространства по программе «Интеркосмос» и советско-американской программы «Союз — Аполлон».

В 1961 г. М. В. Келдыш был избран на пост президента Академии наук СССР. На него легла огромная ответственность за работу по координации фундаментальных исследований в области общественных и естественных наук, проводимых в нашей стране. Тем не менее от космической программы СССР он не отошел. Его роль в осуществлении ее даже возросла. Газеты называли его Теоретиком космонавтики, а Главным конструктором — С. П. Королева. Успех их совместной работы определялся тем, что С. П. Королев был также крупным ученым, а М. В. Келдыш очень глубоко понимал технические проблемы. К нему приходили за советом ученые, конструкторы, испытатели. Его мнение высоко ценили руководители промышленности. В трудные минуты он всегда сохранял спокойствие, вселял уверенность в окончательный успех эксперимента. На совещаниях М. В. Келдыш делал много замечаний, часто таких, с которыми конструкторы поначалу не соглашались. В этих случаях он никогда не использовал свой авторитет и свое положение, а говорил, что последнее слово, конечно, принадлежит конструктору. Однако спустя некоторое время, как правило, его предложения принимались. Он был любим и уважаем всеми, с кем работал, и не согласиться с ним было почти невозможно.

Авторитет М. В. Келдыша был очень высок еще и потому, что, обсуждая любые вопросы и принимая решения, он всегда исходил исключительно из интересов дела, отбрасывая иные, особенно конъюнктурные соображения, которые нередко ему пытались навязать. Он отстоял предложе-



А. С. Елисеев, М. В. Келдыш, Б. Н. Петров, А. Н. Милицын, В. С. Авдусевский (слева направо) в Центре Управления полетом.

ние о создании массовой дешевой ракеты-носителя для проведения широкого спектра научных экспериментов в космосе на малых спутниках серии «Космос»; дальновидно и решительно поддержал развитие и модификацию тяжелой ракеты-носителя «Протон», благодаря чему расширились исследования Луны и планет, появилась возможность запуска спутников связи на геостационарную орбиту и были запущены станции «Салют».

Характерными чертами Мстислава Всеволодовича, как руководителя космических программ страны, были последова-

тельность и настойчивость в достижении поставленной цели, доведение до конца, как он говорил, «без шараханий», поставленной задачи. Эти черты особенно четко проявились при осуществлении программы исследований Луны и планет с помощью автоматических космических аппаратов.

Начало этим работам было положено в ОКБ С. П. Королева. 2 января 1959 г. в сторону Луны был отправлен первый космический аппарат «Луна-1» — человечество вступило в эпоху межпланетных полетов. 4 октября того же года с помощью аппарата «Луна-3» были получены и переданы на Землю первые в мире фотографии невидимой стороны Луны.

В 1965 г. эту программу возглавил главный конструктор Георгий Николаевич



М. В. Келдыш и С. П. Королев

Бабакин, человек очень высокой квалификации, увлеченный идеей полетов к планетам. И естественно, что М. В. Келдыш, глубоко убежденный в необходимости освоения Солнечной системы, сразу оценил Г. Н. Бабакина, увидел в нем энтузиаста и единомышленника. Они совместно решали возникающие научные и технические проблемы. Г. Н. Бабакин был постоянным участником семинаров и совещаний, которые собирал М. В. Келдыш, а Мстислав Всеволодович, несмотря на огромную занятость, был своим человеком в ОКБ, на полигонах, в Центре дальней космической связи.

Это был период, когда действительность опережала фантазию. Результаты их совместной работы явились огромным вкладом в науку, закрепили приоритет наших ученых в исследованиях Луны и планет. 3 февраля 1966 г. впервые в мире была осуществлена мягкая посадка на Луну и

переданы уникальные панорамы поверхности Луны автоматической станцией «Луна-9». 3 апреля 1966 г. создан искусственный спутник Луны — «Луна-10». 12 сентября 1970 г. стартовала «Луна-16», вернувшаяся на Землю с образцами лунного грунта. Через два месяца на поверхности Луны начал свою работу «Луноход-1». Всего к 1976 г. совершили облет Луны, были запущены на ее поверхность и орбиты спутников 34 советских космических аппарата, которые дали недоступную ранее ценную научную информацию.

М. В. Келдыш не только всячески поддерживал и направлял лунную программу, он вложил в нее глубокое научное содержание, привлек к научным исследованиям крупных ученых, сам руководил семинарами, где обсуждались результаты исследований и намечались дальнейшие планы.

Не менее эффективной и плодотворной была совместная работа М. В. Келдыша и Г. Н. Бабакина по организации исследований планеты Венера. Трудно было себе представить, что всего лишь через 10 лет после запуска первого искусственного спутника Земли, советский космический аппарат «Венера-4», пролетев 350 млн км, войдет со скоростью 12 км/с в плотные слои атмосферы Венеры и во время парашютного спуска на ее поверхность начнет прямые измерения химического состава, температуры и давления. Все показания приборов и телеметрические данные пристально и тщательно анализировались и обсуждались учеными на совещаниях у М. В. Келдыша, который сам активно участвовал в дискуссиях.

Обработка полученных данных дала неожиданные результаты: оказалось, что атмосфера Венеры состоит в основном из углекислого газа, давление у поверхности 90—100 атм, температура близка к 500°C, воды и кислорода очень мало.

Настойчивость и целеустремленность М. В. Келдыша в осуществлении программы исследований Венеры обеспечили дальнейшее успешное исследование планеты: посадку на невидимую с Земли освещенную сторону, получение фотопанорам, определение тонкого химического состава атмосферы, плотности грунта, освещенности. В результате этого человечество получило представление о Венере и возникла новая область науки — сравнительная планетология.

Использование автоматических космических аппаратов, безусловно, имело и имеет огромное значение для народного

хозяйства и науки. Однако главной целью космической программы С. П. Королев и М. В. Келдыш всегда считали создание пилотируемых аппаратов, освоение космоса человеком.

В своих выступлениях Мстислав Всеволодович говорил, что человечество обязательно будет совершать межпланетные перелеты. Он считал, что проникновение в космос оказывает огромное влияние на мировосприятие современного человека. Человек перестает чувствовать себя ограниченным пределами нашей планеты. Выйдя в космическое пространство, он получает возможность взглянуть на Землю как бы со стороны. Развитие космонавтики оказывает благотворное влияние на чувство ответственности за судьбы людей нашей планеты.

Он четко представлял себе значение человека для практического освоения космоса, проведения исследований, сборки и монтажа конструкций в космосе, ремонтно-профилактических работ.

В связи с большой сложностью и ответственностью подготовка к пилотируемым полетам началась задолго до запуска первого искусственного спутника Земли. Особое значение придавалось проблемам жизнеобеспечения, медико-биологическим исследованиям и безопасности.

12 апреля 1961 г. впервые в истории летчик-космонавт СССР Ю. А. Гагарин совершил орбитальный полет вокруг Земли. Началась эра пилотируемых полетов.

М. В. Келдыш принимал активное участие в разработке программы и подготовке этого полета, анализе результатов наземной и летной отработки корабля и его систем, в реализации всей последующей программы пилотируемых полетов. Он указывал, что теперь открываются новые грандиозные перспективы освоения космоса, стыковки космических кораблей на орбите, создания орбитальных станций, говорил, что в недалеком будущем на орбите вокруг Земли можно будет создать космический научно-исследовательский институт, в котором смогут работать ученые самых различных специальностей.

В соответствии с программой пилотируемых полетов и освоения космоса человеком было создано поколение транспортных кораблей «Союз», запущены космические аппараты «Полет», совершившие многократные маневры на орбите, осуществлена стыковка автоматических космических спутников «Космос».

16 января 1969 г. была проведена

первая стыковка пилотируемых аппаратов «Союз».

В 1971 г. была выведена на орбиту первая орбитальная станция «Салют». С тех пор такие станции, на которых созданы комфортабельные условия для длительной работы и отдыха экипажа, успешно используются для проведения разнообразных научных исследований в околоземном пространстве.

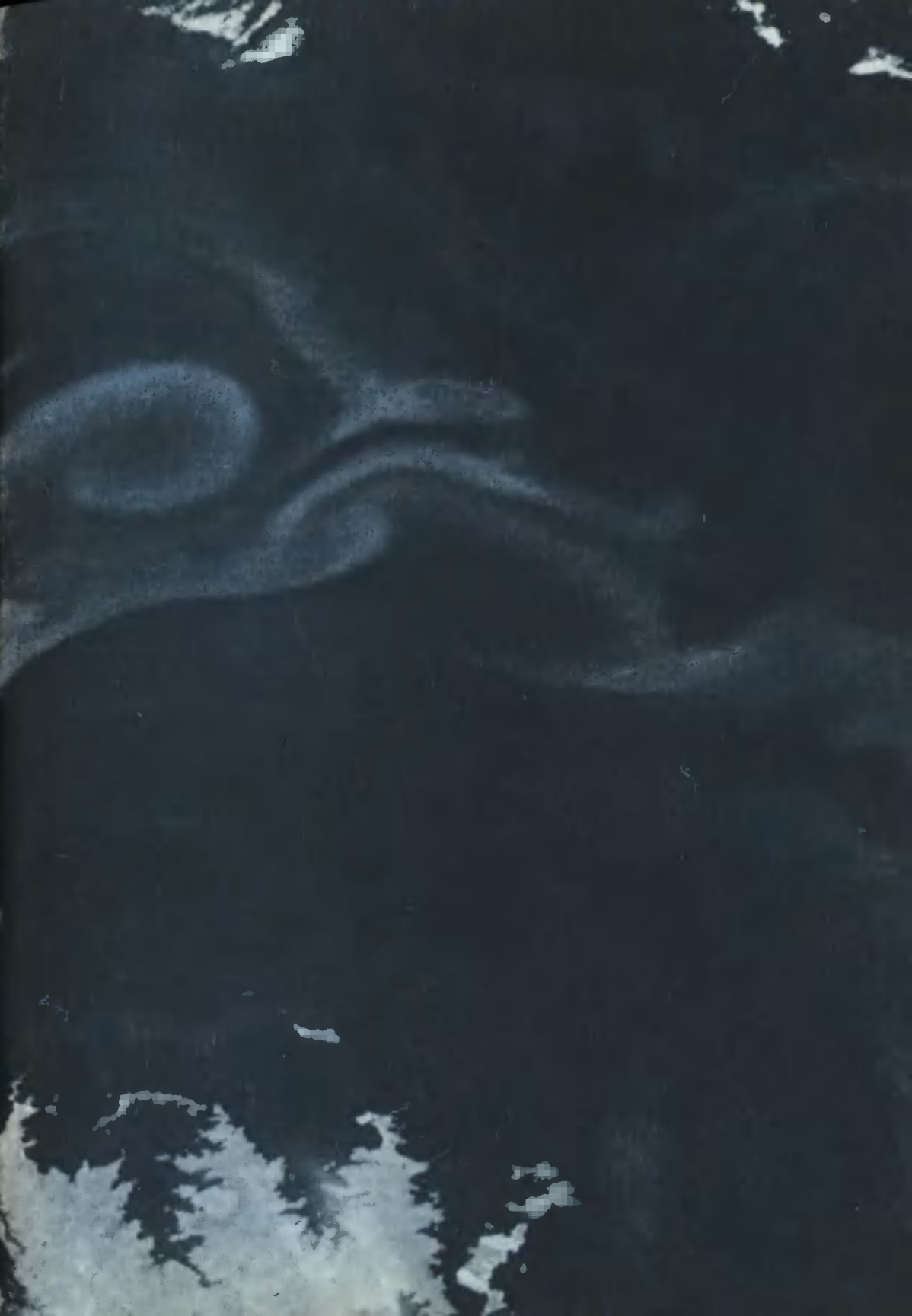
Космонавтика быстро становилась отраслью народного хозяйства, и Мстислав Всеволодович волновали перспективы ее использования для практических нужд. Он уделял большое внимание использованию космических условий для получения материалов с улучшенными свойствами; занимался вопросами использования методов дистанционного зондирования в сельском и лесном хозяйстве, метеорологии, гидрологии, океанографии, охране окружающей среды; выступал с предложениями о более эффективном использовании данных о природных ресурсах, получаемых со спутников, и упорядочения системы их выдачи заинтересованным министерствам и ведомствам. Он неоднократно подчеркивал, что ученые несут большую ответственность перед страной за создание и использование ракетной и космической техники.

Мстислав Всеволодович был твердо уверен, что проникновение в космос — одна из важнейших задач нашей эпохи. Свою уверенность он передал другим, оставив после себя большое число учеников и последователей, отдающих все свои силы решению этой задачи.

На с. 28—29.

Фолклендские о-ва и акватория Атлантического океана. Хорошо видны океанические течения. Высота съемки 350 км. Снимок сделан Г. М. Гречко и Ю. В. Романенко с борта станции «Салют-6». Фото ТАСС







Программа «Интеркосмос» и полеты международных экипажей

С. А. Никитин



Станислав Александрович Никитин, сотрудник Совета по международному сотрудничеству в области исследования и использования космического пространства «Интеркосмос» при АН СССР. В «Природе» опубликовал ряд статей, среди них: Еще один космический год (1970, № 10); Новый старт к Венере (1972, № 6); В поисках жизни на Марсе (1977, № 10); Советско-французское сотрудничество в области гамма-астрономии (1978, № 12).

МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО В ОБЛАСТИ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Как показал опыт проведения космических исследований в течение почти 25 лет, прогресс космонавтики неразрывно связан с международным сотрудничеством в области изучения и освоения космического пространства. Непрерывное расширение сферы космических исследований, огромные затраты средств и материальных ресурсов на развитие ракетно-космической техники и проведение космических экспериментов, глобальный характер большинства исследуемых проблем настоятельно требуют объединения усилий специалистов многих стран.

Советский Союз всегда рассматривал успехи космонавтики как общее достояние человечества, как вклад в дело укрепления мира во имя прогресса, счастья и благо всех людей на Земле. Начиная с запуска первого в мире искусственного спутника Земли в октябре 1957 г., наша страна постоянно осуществляет широкое международное сотрудничество в области изучения и освоения космоса. Разнообразны его формы и методы, правовые основы и нормы. Советские специалисты осуществляют сотрудничество в космосе на основе межправительственных соглашений, соглаше-

ний между Академией наук СССР и академиями наук других стран; часто совместные работы ведутся в рамках отдельных соглашений, заключенных институтами АН СССР или институтами различных ведомств с соответствующими научными организациями других стран.

Представители СССР принимают активное участие в работе Комитета ООН по использованию космического пространства в мирных целях — специального межправительственного органа, в котором государства, принадлежащие к различным общественным системам, совместно обсуждают политические, правовые и научно-технические вопросы, возникающие в процессе освоения космоса, и разрабатывают правовые нормы и практические рекомендации, призванные содействовать дальнейшему прогрессу космонавтики.

Научные организации нашей страны, специалисты постоянно участвуют в конгрессах Международной астронавтической федерации (МАФ), сессиях Комитета по космическим исследованиям (КОСПАР) и других международных форумах, а также в крупных международных программах, таких как «Международные исследования магнитосферы», «Программа исследований глобальных атмосферных процессов» и др.

Важная форма сотрудничества — обмен научной информацией по результатам проведенных в космосе исследований.

Все большую эффективность и действенность приобретает такая форма сотрудничества, как совместные проекты и программы в космосе — запуск спутников, разработка научной и служебной аппаратуры, установка на космических аппаратах одной страны научных приборов, созданных специалистами других стран. Эта форма сотрудничества осуществляется как на многосторонней, так и на двусторонней основе.

Наконец, необходимо упомянуть о ряде международных космических организаций (например, «Интерспутник», Европейское космическое агентство, Международная организация спутниковой теле связи «Интелсат»); их структура, уставы, правовые основы и организационные формы порой существенно отличаются, но все они в той или иной мере объединяют усилия многих государств в деле практического использования космического пространства.

Наиболее обширную программу совместных работ в космосе Советский Союз осуществляет со странами социалистического содружества.

ПРОГРАММА «ИНТЕРКОСМОС»

14 апреля 1965 г. Правительство СССР направило правительствам социалистических стран письмо, в котором предложило обсудить конкретные шаги по объединению усилий в области исследования и использования космического пространства в мирных целях с учетом научно-технических возможностей и ресурсов отдельных стран. В письме подчеркивалось, что Советское правительство считает полезным изучить возможности для сотрудничества социалистических стран в таких важных областях, как космическая физика, биология и медицина, организация дальней радиосвязи и телевидения, изучение верхних слоев атмосферы и космического пространства с помощью метеорологических и геофизических ракет, а также искусственных спутников Земли.

В ноябре 1965 г. и в апреле 1967 г. в Москве состоялись совещания представителей НРБ, ВНР, ГДР, Республики Куба, МНР, ПНР, СРР, СССР и ЧССР, на которых обсуждались содержание и формы такого сотрудничества. На втором из этих совещаний была одобрена программа совместных работ в космосе, которая в 1970 г. во

Полеты советских космонавтов и космонавтов социалистических стран на кораблях «Восток», «Восход», «Союз» и орбитальных станциях «Салют»

Космический корабль, орбитальная станция	Экипаж	Время полета
1. «Восток»	Ю. А. Гагарин	12.IV.1961 г. (1 ч 48 мин)
2. «Восток-2»	Г. С. Титов	6—7.VIII.1961 г. (1 сут 1 ч 18 мин)
3. «Восток-3»	А. Г. Николаев	11—15.VIII.1962 г. (3 сут 22 ч 22 мин)
4. «Восток-4»	П. Р. Попович	12—15.VIII.1962 г. (2 сут 22 ч 57 мин)
5. «Восток-5»	В. Ф. Быковский	14—19.VI.1963 г. (4 сут 23 ч 6 мин)
6. «Восток-6»	В. В. Терешкова	16—19.VI.1963 г. (2 сут 22 ч 50 мин)
7. «Восход»	В. М. Комаров К. П. Феоктистов Б. Б. Егоров	12—13.X.1964 г. (1 сут 17 мин)
8. «Восход-2»	П. И. Белаяев А. А. Леонов	18—19.III.1965 г. (1 сут 2 ч 2 мин)
9. «Союз-1»*	В. М. Комаров	23—24.IV.1967 г. (1 сут 2 ч 48 мин)
10. «Союз-3»	Г. Т. Береговой	26—30.X.1968 г. (3 сут 22 ч 51 мин)
11. «Союз-4»	В. А. Шаталов	14—17.I.1969 г. (2 сут 23 ч 21 мин)
12. «Союз-5»	Б. В. Воинов А. С. Елисеев Е. В. Хрунов	15—18.I.1969 г. (3 сут 54 мин)
13. «Союз-6»	Г. С. Шонин В. Н. Кубасов	11—16.X.1969 г. (4 сут 22 ч 43 мин)
14. «Союз-7»	А. Ф. Филиппченко В. Н. Волков В. В. Горбатко	12—17.X.1969 г. (4 сут 22 ч 40 мин)
15. «Союз-8»	В. А. Шаталов А. С. Елисеев	13—18.X.1969 г. (4 сут 22 ч 51 мин)

* Космические корабли «Союз-2», «Союз-20», «Союз-34» и «Союз Т», а также орбитальная станция «Салют-2» запускались в беспилотном варианте.

16. «Союз-9»	А. Г. Николаев В. И. Севастьянов	1—19.VI.1970 г. (17 сут 16 ч 59 мин)
17. «Союз-10»	В. А. Шаталов А. С. Елисеев Н. Н. Рукавишников	23—25.IV.1971 г. (1 сут 23 ч 46 мин)
18. «Союз-11» «Салют»	Г. Т. Добровольский В. Н. Волков В. И. Пацаев	6—30.VI.1971 г. (23 сут 18 ч 22 мин)
19. «Союз-12»	В. Г. Лазарев О. Г. Макаров	27—29.IX.1973 г. (1 сут 23 ч 16 мин)
20. «Союз-13»	П. И. Климук В. В. Лебедев	18—26.XII.1973 г. (7 сут 20 ч 56 мин)
21. «Союз-14» «Салют-3»	П. Р. Попович Ю. П. Артюхин	3—19.VII.1974 г. (15 сут 17 ч 30 мин)
22. «Союз-15»	Г. В. Сарафанов Л. С. Демин	26—28.VIII.1974 г. (2 сут 12 мин)
23. «Союз-16»	А. В. Филиппченко Н. Н. Рукавишников	2—8.XII.1974 г. (5 сут 22 ч 24 мин)
24. «Союз-17» «Салют-4»	А. А. Губарев Г. М. Гречко	11.I.—9.II.1975 г. (29 сут 13 ч 20 мин)
25. «Союз-18» «Салют-4»	П. И. Климук В. И. Севастьянов	24.V.—26.VII.1975 г. (62 сут 23 ч 20 мин)
26. «Союз-19»**	А. А. Леонов В. Н. Кубасов	15—21.VII.1975 г. (5 сут 22 ч 31 мин)
27. «Союз-21» «Салют-5»	Б. В. Воынов В. М. Жолобов	6.VII— 24.VIII.1976 г. (49 сут 6 ч 23 мин)
28. «Союз-22»	В. Ф. Быковский В. В. Аксенов	15—23.IX.1976 г. (7 сут 21 ч 52 мин)
29. «Союз-23»	В. Д. Зудов В. И. Рождественский	14—16.X.1976 г. (2 сут 7 мин)
30. «Союз-24» «Салют-5»	В. В. Горбатко Ю. Н. Глазков	7—25.II.1977 г. (17 сут 17 ч 26 мин)
31. «Союз-25»	В. В. Коваленок В. В. Рюмин	9—11.X.1977 г. (2 сут 45 мин)

** Совместный советско-американский полет по программе «ЭПАС». Подробнее об этом см.: Леонов А. А., Денисенко В. А. Как готовился и осуществлялся полет «ЭПАС». — Природа, 1977, № 10.

Окончание на с. 34.

Вроцлаве (ПНР) на встрече руководителей национальных координационных органов стран — участниц сотрудничества получила наименование «Интеркосмос».

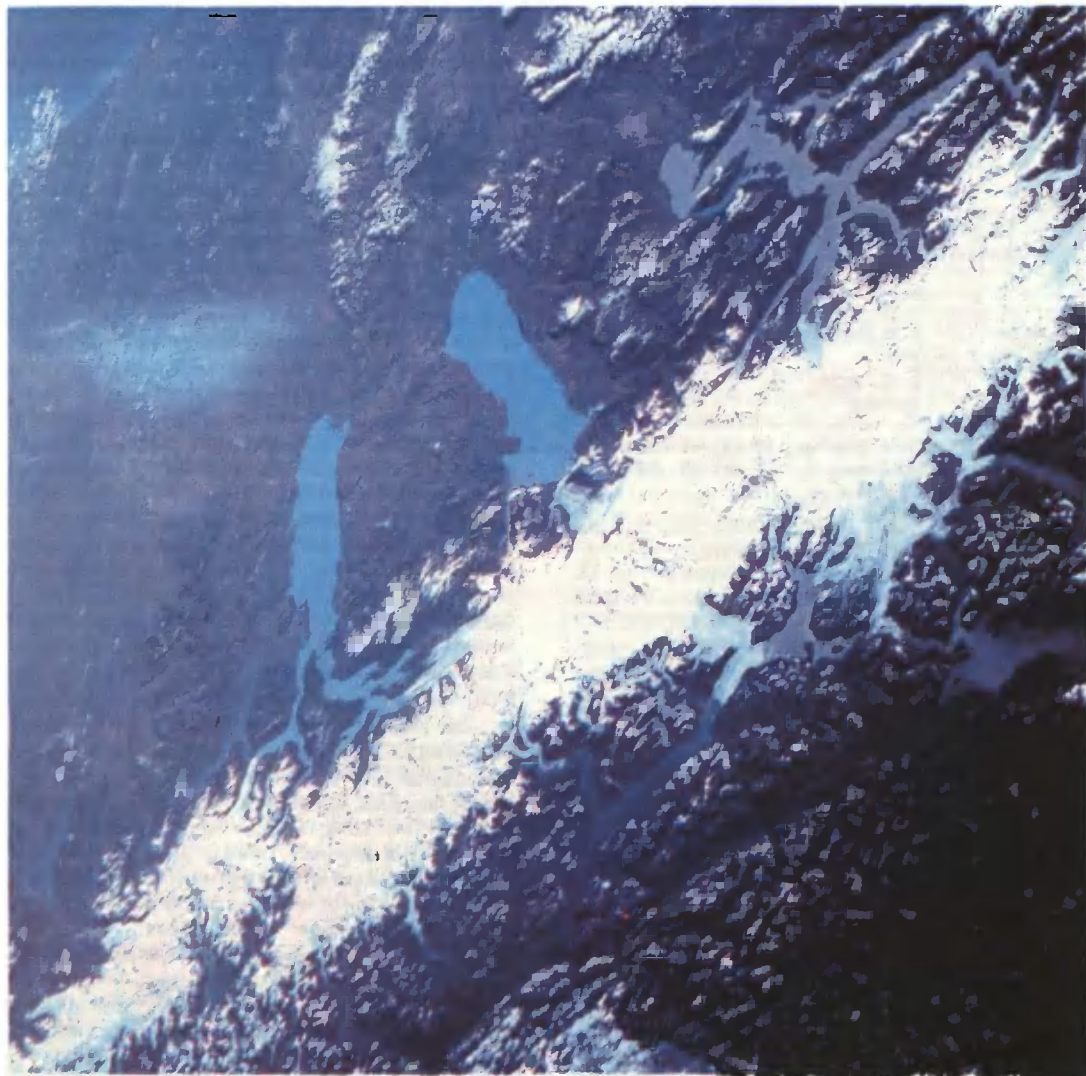
Совместные работы в рамках программы «Интеркосмос» ведутся по следующим основным направлениям: космическая физика, космическая метеорология, космическая биология и медицина, космическая связь, изучение Земли с помощью аэрокосмических средств.

Были созданы национальные координационные органы, обеспечивающие выполнение совместных работ, а также двух- и многосторонних соглашений по отдельным проектам и темам, которые осуществляются в рамках согласованной программы. В Советском Союзе таким органом является Совет по международному сотрудничеству в области исследования и использования космического пространства при Академии наук СССР.

Совет был создан в 1966 г. для координации совместных работ в космосе, выполняемых различными министерствами, ведомствами, научными учреждениями и промышленными организациями нашей страны, в том числе АН СССР, Министерством здравоохранения СССР, Министерством связи СССР, Государственным комитетом СССР по гидрометеорологии и контролю окружающей среды. В задачи совета входит также участие в составлении текущих и перспективных планов сотрудничества в изучении и освоении космоса с зарубежными странами, ознакомление стран — участниц сотрудничества с возможностями советской ракетно-космической техники, оказание помощи при налаживании деловых контактов и связей между научными и промышленными организациями Советского Союза и других стран.

Высший орган «Интеркосмоса» — Совещание руководителей национальных координационных органов, которое принимает принципиальные решения и рекомендации, касающиеся форм и направлений сотрудничества, планов совместных работ в космосе. Его сессии проводятся не реже одного раза в год, как правило, поочередно в странах — участницах сотрудничества. Решения и рекомендации, принятые Совещанием, обязательны для тех стран, руководители национальных координационных органов которых согласились с конкретным решением или рекомендацией.

Для практического осуществления программ и планов работ по пяти основным направлениям сотрудничества были



Южная Америка, Патагонские Кордильеры. Высота съемки 350 км. Снимок сделан Г. М. Гречко и Ю. В. Романенко с борта станции «Салют-6».

Фото ТАСС.

созданы постоянно действующие смешанные рабочие группы, состоящие из специалистов всех стран-участниц. На них возложены обязанности контролировать состояние планов совместных работ в космосе, регулярно рассматривать ход выполнения принятых проектов, изучать предложения о новых проектах, о развитии новых форм и методов сотрудничества, о разработке и изготовлении научных приборов и устройств. Рабочие группы вырабатывают

соответствующие рекомендации, которые выносятся на рассмотрение Совещания.

Таким образом, своеобразие организационно-правовых и финансовых основ «Интеркосмоса» заключалось, во-первых, в том, что сотрудничество в рамках этой программы в начальный свой период не основывалось на едином межправительственном учредительном документе, и, во-вторых, страны — участницы программы не имеют общего финансового фонда, размер которого ограничивал бы программу совместных работ в космосе. Так, Советский Союз безвозмездно предоставляет своим партнерам средства ракетно-космической техники и обеспечивает запуски космических объектов. Каждая страна фи-

32. «Союз-26» «Салют-6»	Ю. В. Романенко Г. М. Гречко	10.XII.1977 г.— 16.III.1978 г. [96 сут 10 ч]
33. «Союз-27» «Салют-6»	В. А. Джанибеков О. Г. Макаров	10—16.I.1978 г. [5 сут 22 ч 59 мин]
34. «Союз-28» «Салют-6»	А. А. Губарев В. Ремек [ЧССР]	2—10.III.1978 г. [7 сут 22 ч 16 мин]
35. «Союз-29» «Салют-6»	В. В. Коваленко А. С. Иванченков	15.VI.—2.XI.1978 г. [139 сут 14 ч 48 мин]
36. «Союз-30» «Салют-6»	П. И. Климук М. Гермашевский [ПНР]	27.VI.—5.VII.1978 г. [7 сут 22 ч 3 мин]
37. «Союз-31» «Салют-6»	В. Ф. Быковский З. Яен [ГДР]	26.VIII.— 3.IX.1978 г. [7 сут 20 ч 49 мин]
38. «Союз-32» «Салют-6»	В. А. Ляхов В. В. Рюмин	25.II.— 19.VIII.1979 г. [175 сут 36 мин]
39. «Союз-33»	Н. Н. Рукавишников Г. И. Иванов [НРБ]	10—12.IV.1979 г. [1 сут 23 ч 1 мин]
40. «Союз-35» «Салют-6»	Л. И. Попов В. В. Рюмин	9.IV.—11.X.1980 г. [184 сут 20 ч 12 мин]
41. «Союз-36» «Салют-6»	В. Н. Кубасов Б. Фаркаш [ВНР]	26.V.—3.VI.1980 г. [7 сут 20 ч 46 мин]
42. «Союз Т-2» «Салют-6»	Ю. М. Малышев В. В. Аксенов	5—9.VI.1980 г. [3 сут 22 ч 19 мин]
43. «Союз-37» «Салют-6»	В. В. Горбатко Фам Туан [СРВ]	23—31.VII.1980 г. [7 сут 20 ч 42 мин]
44. «Союз-38» «Салют-6»	Ю. В. Романенко А. Тамайо Мендес [Куба]	18—26.IX.1980 г. [7 сут 20 ч 43 мин]
45. «Союз Т-3» «Салют-6»	Л. Д. Кизим О. Г. Макаров Г. М. Стрекалов	27.XI.— 10.XII.1980 г. [12 сут 19 ч 8 мин]
46. «Союз Т-4» «Салют-6»	В. В. Коваленко В. П. Савиных	12 марта 1981 г.

нансировать разработку и создание научных приборов и проведение экспериментов, в которых она заинтересована, с учетом ее научных интересов и финансовых возможностей.

Опыт проведения совместных работ в космосе странами социалистического содружества продемонстрировал эффективность и гибкость организационных форм сотрудничества в рамках программы «Интеркосмос», позволяющих оперативно и с учетом интересов каждой страны решать все возникающие вопросы.

Желая закрепить накопленный положительный опыт сотрудничества и содействовать дальнейшему его развитию, 13 июля 1976 г. представители правительства девяти социалистических стран — участниц программы «Интеркосмос» подписали в Москве межправительственное «Соглашение о сотрудничестве в исследовании и использовании космического пространства в мирных целях». Соглашение вступило в силу 25 марта 1977 г. 17 мая 1979 г. к соглашению присоединилась Социалистическая Республика Вьетнам, став десятой страной — участницей программы «Интеркосмос».

За период с октября 1969 г. по февраль 1981 г. в рамках этой программы было запущено 21 спутник серии «Интеркосмос», восемь высотных исследовательских ракет типа «Вертикаль» и большое число метеорологических ракет. Для исследований с помощью этих спутников и ракет было разработано и изготовлено более 200 научных приборов и устройств.

В ходе исследований по программе «Интеркосмос» было получено много интересных научных результатов, часть которых представляет собой крупный вклад в науки о космосе и прикладные направления. Так, совместные работы в области космической связи привели к созданию международной системы космической связи «Интерспутник», которая обеспечивает передачу программ телевидения, телефонии и других видов информации. Соглашение о создании «Интерспутника» министры связи девяти социалистических стран подписали в Москве 15 ноября 1971 г.

ПОЛЕТЫ МЕЖДУНАРОДНЫХ ЭКИПАЖЕЙ — НОВЫЙ ЭТАП ПРОГРАММЫ «ИНТЕРКОСМОС»

Обмен опытом и знаниями между многочисленными научными и производственными коллективами стран — участ-

ниц программы «Интеркосмос», постоянное расширение масштабов совместных работ в космосе в рамках этой программы позволили поднять сотрудничество стран социализма в космических исследованиях на еще более высокий научно-технический уровень. От автоматических спутников Земли к пилотируемым космическим кораблям и, далее, к долговременным научным орбитальным станциям со сменяемыми экипажами — такова логика развития космонавтики. Поэтому закономерна инициатива Советского Союза, выступившего с предложением об участии граждан стран — участниц программы «Интеркосмос» в пилотируемых полетах на советских космических кораблях и орбитальных станциях. В июле и сентябре 1976 г. в Москве представители НРБ, ВНР, ГДР, Республики Куба, МНР, ПНР, СРР и ЧССР обсудили и одобрили новую инициативу Советского Союза, касающуюся развития программы «Интеркосмос». Было решено, что граждане всех социалистических стран — участниц программы «Интеркосмос» примут участие в полетах на советских космических кораблях и станциях совместно с советскими космонавтами в период с 1978 по 1983 г.

Программа полета каждого международного экипажа предусматривала:

- старт международного экипажа с космодрома Байконур на космическом корабле «Союз»; комплектование экипажа в соответствии с принципом: командир — летчик-космонавт СССР, космонавт-исследователь — гражданин социалистической страны, участницы программы «Интеркосмос»;

- встреча и стыковка корабля «Союз» с орбитальной научной станцией «Салют»; переход международного экипажа на борт станции, где находится основной экипаж советских космонавтов;

- работа на станции совместно с основным экипажем в течение 7 дней: проведение запланированных научных исследований, телевизионных репортажей и др.;

- возвращение международного экипажа на Землю в космическом корабле «Союз».

Первый международный экипаж стартовал с космодрома Байконур 2 марта 1978 г. С марта 1978 г. по сентябрь 1980 г. состоялись полеты семи международных экипажей, в состав которых наряду с советскими космонавтами вошли космонавты — граждане ЧССР (В. Ремек), ПНР (М. Гермашевский), ГДР (Э. Йен), НРБ (Г. Иванов), ВНР (Б. Фаркаш), СРВ (Фам

Туан) и Республики Куба (А. Тамайо Мендес).

При подготовке как общей исследовательской программы полетов международных экипажей, так и экспериментов для каждого экипажа важную роль играют комплексность и преемственность проводимых исследований. По мнению специалистов, повторение некоторых экспериментов позволяет получить более надежные результаты, накопить статистические данные, выявить как индивидуальные особенности, так и общие закономерности изучаемого явления. Вместе с тем в каждом последующем полете экспериментальная программа расширялась, все большее число стран подключалось к подготовке исследований для международных экипажей. И если первый (советско-чехословацкий) экипаж выполнил в ходе своего полета 6 экспериментов, то программа полета советско-кубинского экипажа включала 22 эксперимента.

Для выполнения научных программ специалисты социалистических стран специально сконструировали и изготовили около 30 научных приборов и устройств, среди них многозональная фотоаппаратура МКФ-6М производства ГДР, впервые успешно испытанная во время полета космического корабля «Союз-22», болгарская аппаратура «Спектр-15», отлично зарекомендовавшая себя в космосе, ряд оригинальных приборов для медико-биологических исследований.

В общей сложности члены международных экипажей выполнили около 100 научных исследований и экспериментов по космической биологии и медицине, космическому материаловедению, изучению физических свойств космического пространства, земной атмосферы и поверхности Земли. Такая программа отражает тенденцию все большей практической направленности совместных работ в космосе в рамках программы «Интеркосмос» в интересах различных отраслей народного хозяйства.

На советских электронагревательных установках «Сплав» и «Кристалл» была выполнена обширная программа исследований в области космического материаловедения. О перспективности этого направления, сулящего в будущем революционные преобразования в технологии изготовления традиционных и новых материалов, писалось достаточно много. Отметим только, что цель космической технологии — использовать факторы космического полета для создания полезных и подавления вредных влияний в процессе изготовления ве-



Фотограмма «зодиакальный свет» — рассеянный солнечный свет в ближнем космосе. Проведена специальная обработка, в ходе которой зоны разной освещенности получили разные цвета. Снимок сделан Г. М. Гречко и Ю. В. Романенко с борта станции «Салют-6».

Фото Госцентра «Природа».

ществ и получение новых технически перспективных материалов.

В технологических экспериментах, проведенных международными экипажами, исследовались материалы, полученные в условиях слабой гравитации, выяснялась связь между этими условиями и условиями

кристаллизации, выявлялись воздействие слабой гравитации на структуру и другие физические характеристики конденсированных систем. В ходе этих экспериментов были получены также кристаллы тройного полупроводника ртуть — кадмий — теллур, полупроводниковые соединения свинец — теллур, висмут — теллур, монокристаллы арсенида галлия, легированного хромом, антимонида индия, антимонида галлия и другие материалы, имеющие широкое применение в приборостроении.

Непременной составной частью исследовательской работы космонавтов во всех пилотируемых космических полетах, в том числе в полетах международных



экипажей, являются медицинские и биологические исследования. Актуальные задачи современной космической биологии и медицины — изучение факторов космического полета, влияющих на человеческий организм, в том числе таких, как невесомость, космическое излучение, нервно-эмоциональное напряжение, воздействие искусственной среды обитания на условия работы и жизни на борту космического аппарата.

Сегодня доказано, что человек может жить и работать в космосе более полугода. Но любой шаг, даже самый небольшой, в сторону увеличения сроков пребывания человека в космосе — это шаг

в неизведанную область, требующий тщательной и многосторонней подготовки, огромной предварительной исследовательской работы. Следует подчеркнуть, что сейчас один из центров тяжести медико-биологических исследований переносится на проблему работоспособности экипажа, в область психологических реакций космонавта.

Результаты десятков медико-биологических экспериментов, выполненных международными экипажами, оперативно ставились на службу медицинского обеспечения последующих пилотируемых космических полетов. Особенно следует отметить цикл экспериментов, в которых изучалось изменение функционального состояния организма человека в первые часы и дни пребывания в невесомости (в так называемый острый период адаптации) и вырабатывались профилактические меры по предупреждению неблагоприятного воздействия экстремальных условий космического полета на человека в этот период.

Третье традиционное направление исследований в программе работ международных экипажей — дистанционное зондирование Земли: изучение ее природных ресурсов, исследование земной атмосферы, решение задач атмосферной оптики и т. п. Важность этих экспериментов трудно переоценить, они имеют как большое научное, так и огромное прикладное, народнохозяйственное значение.

Уже сейчас эти прикладные исследования приносят весомый экономический эффект, а сфера их народнохозяйственного применения необычайно широка: обнаружение районов, перспективных для поиска полезных ископаемых; исследования в интересах сельского и лесного хозяйства, гидрологии, океанографии, метеорологии; изучение акваторий Мирового океана в целях повышения эффективности рыболовства и т. п.

Помимо научных исследований и экспериментов космонавты ежедневно проводили телевизионные репортажи с борта станции «Салют-6», в которых рассказывали о своей работе в космосе, делились впечатлениями и наблюдениями. Широкую популярность завоевали бортовые телевизионные пресс-конференции, в ходе которых космонавты отвечали на вопросы корреспондентов, аккредитованных в Центре управления полетом. Первый же советско-чехословацкий международный экипаж открыл «космическое» отделение связи, которое в дальнейшем

Полеты американских космонавтов на космических кораблях «Меркурий», «Джемини», «Аполлон» и орбитальной станции «Скайлэб»

Космический корабль, орбитальная станция	Экипаж	Время полета
1. «Меркурий-3»*	А. Шепард	5.V.1961 г. [15 мин]
2. «Меркурий-4»	В. Гриссом	21.XI.1961 г. [16 мин]
3. «Меркурий-6»	Дж. Гленн	20.II.1962 г. [4 ч 55 мин]
4. «Меркурий-7»	С. Карпентер	24.V.1962 г. [4 ч 56 мин]
5. «Меркурий-8»	У. Ширра	3.X.1962 г. [9 ч 13 мин]
6. «Меркурий-9»	Г. Купер	15—16.V.1963 г. [1 сут 10 ч 20 мин]
7. «Джемини-3»**	В. Гриссом Дж. Янг	23.III.1965 г. [4 ч 53 мин]
8. «Джемини-4»	Э. Уайт Дж. Макдивитт	3—7.VI.1965 г. [4 сут 1 ч 56 мин]
9. «Джемини-5»	Г. Купер Ч. Конрад	21—29.VIII.1965 г. [7 сут 22 ч 56 мин]
10. «Джемини-6»	Ф. Борман Дж. Ловелл	4—18.XII.1965 г. [13 сут 18 ч 35 мин]
11. «Джемини-7»	У. Ширра Т. Стаффорд	15—16.XII.1965 г. [1 сут 1 ч 51 мин]
12. «Джемини-8»	Н. Армстронг Д. Скотт	16—17.III.1966 г. [10 ч 41 мин]
13. «Джемини-9»	Т. Стаффорд Ю. Сернан	3—6.VI.1966 г. [3 сут 21 мин]
14. «Джемини-10»	Дж. Янг М. Коллинз	18—21.VII.1966 г. [2 сут 22 ч 47 мин]
15. «Джемини-11»	Ч. Конрад Р. Гордон	12—15.IX.1966 г. [2 сут 23 ч 17 мин]
16. «Джемини-12»	Дж. Ловелл Э. Олдрич	11—15.XI.1966 г. [3 сут 22 ч 34 мин]
17. «Аполлон-7»***	У. Ширра Д. Эйзел У. Каннингем	11—22.X.1968 г. [10 сут 20 ч 9 мин]

* «Меркурий» — первый одноместный космический корабль США.

** «Джемини» — двухместный космический корабль США, созданный по программе отработки операций встречи и стыковки на орбите.

*** «Аполлон» — трехместный космический корабль США, разработанный по программе, цель которой — высадка человека на Луне. Во время полетов «Аполлона-11, -12, -14, -15, -16, -17» высадка была осуществлена.

работало регулярно и аккуратно: двумя специальными штемпелями — советским и той страны, космонавт которой входил в состав международного экипажа, гасились конверты, предназначенные для последующего экспонирования в музеях СССР и других социалистических стран. Члены международного экипажа вместе с космонавтами — членами основной экспедиции на «Салют-6» — подписывали свидетельства МАФ о выполнении полета соответствующего международного экипажа. Один из телевизионных репортажей был специально посвящен предметам символического характера, которые брали с собой международные экипажи на борт станции «Салют-6». Об этом следует сказать несколько подробнее.

В полетах по программе «Интеркосмос» сложилась традиция брать с собой в космос предметы, символизирующие культурное и научное наследие страны, ее исторические реликвии. Чтобы читатель имел представление, о каких предметах идет речь, приведем примеры из практики двух международных экипажей. Полет советско-польского экипажа проходил в канун Дня Возрождения Польши — большого национального праздника польского народа. Поэтому на борту станции «Салют-6» находился текст «Июльского манифеста», обнародованного 22 июля 1944 г. Польским комитетом национального освобождения, манифеста, содержавшего программу коренных политических и социально-экономических преобразований, возвестившего о рождении новой Польши. Кроме того, среди предметов, взятых на борт станции советско-польским экипажем, находились фрагмент из факсимильного издания книги Николая Коперника «О вращении небесных тел» и репродукция рисунка Солнечной системы из этой книги.

Советско-венгерский экипаж взял с собой в космос схему полета в 1919 г. из Будапешта в Советскую Россию к В. И. Ленину посланца венгерских коммунистов Тибора Самуэли, макет Чепельской радиотелеграфной установки «Искра», которая 22 марта 1919 г. приняла обращение Ленина к рабочим Венгерской Советской республики, макет монумента «Освобождение», установленного в 1945 г. на горе Геллерт в Будапеште. На борту станции находились также страницы из труда одного из творцов неевклидовой геометрии Яноша Бойяи, копия двух страниц из Будапештской хроники 1473 г. — старейшего памятника венгерской печати, копия страницы с записью первых метеорологических на-

блюдений в Венгрии и другие символы венгерской истории, науки и культуры.

Наконец, каждый космонавт — член международного экипажа брал с собой в космос горсть священной земли со своей Родины — будь то земля Праги или Варшавы, земля с площади Бадинь, из Плайя-Хирон или с родины космонавта.

После окончания полета предметы символического характера возвращались вместе с международным экипажем на Землю и передавались в государственные музеи социалистических стран.

Полеты международных экипажей, подготовка для них научных экспериментов и разработка исследовательской аппаратуры явились новым мощным импульсом для развития космических исследований в социалистических странах — участницах программы «Интеркосмос». Исследования и эксперименты, проведенные этими экипажами в космосе, способствуют улучшению медико-биологического обеспечения полетов человека в космосе и прогрессу медицинского обслуживания людей на Земле, проникновению в существо технологических процессов в космосе, что в будущем может привести к созданию производственных комплексов на околоземной орбите, изучению природной среды обитания человека и природных ресурсов Земли для рационального их использования и создания надлежащего контроля за загрязнением природной среды, а также для решения других глобальных экологических проблем.

Международное сотрудничество Советского Союза в области исследования и использования космического пространства с братскими социалистическими странами успешно развивается. В подмосковном Центре подготовки космонавтов им. Ю. А. Гагарина тренируются и готовятся к полетам кандидаты в космонавты — граждане Монголии и Румынии. Создается перспективная программа совместных работ в космосе по всем основным направлениям космических исследований. Эта программа включает новые сложные эксперименты на пилотируемых и автоматических космических аппаратах, в их числе проекты исследований в области внеатмосферной астрономии и астрофизики, изучения атмосферы Венеры, исследований в области космического материаловедения, изучения процессов и явлений в Солнечной системе, в том числе солнечно-земных и магнитосферно-ионосферных связей.

18. «Аполлон-8»	Ф. Борман Дж. Ловелл У. Андерс	21—27.XII.1968 г. [6 сут 3 ч]
19. «Аполлон-9»	Дж. Макдивитт Д. Скотт Р. Швейкарт	3—13.III.1969 г. [10 сут 1 ч 41 мин]
20. «Аполлон-10»	Т. Стаффорд Дж. Янг Ю. Сернан	18—26.V.1969 г. [8 сут 3 мин]
21. «Аполлон-11»	Н. Армстронг Э. Олдрич М. Коллинз	16—24.VII.1969 г. [8 сут 3 ч 18 мин]
22. «Аполлон-12»	Ч. Конрад А. Бин Р. Гордон	14—24.XI.1969 г. [10 сут 4 ч 36 мин]
23. «Аполлон-13»	Дж. Ловелл Ф. Хейс Дж. Сунджер	11—17.IV.1970 г. [5 сут 22 ч 54 мин]
24. «Аполлон-14»	А. Шепард Э. Митчелл С. Рука	31.I.—9.II.1971 г. [9 сут 2 мин]
25. «Аполлон-15»	Д. Скотт А. Уорден	26.VII—7.VIII.1971 г. [12 сут 7 ч 12 мин]
26. «Аполлон-16»	Дж. Янг Т. Мэттингли Ч. Дьюк	16—27.IV.1972 г. [11 сут 1 ч 51 мин]
27. «Аполлон-17»	Ю. Сернан Х. Шмитт Р. Эванс	7—19.XII.1972 г. [12 сут 8 ч 51 мин]
28. «Аполлон» «Скайлаб» [1-й экипаж]****	Ч. Конрад П. Вейц Дж. Кервин	25.V.—22.VI.1973 г. [28 сут 50 мин]
29. «Аполлон» «Скайлаб» [2-й экипаж]	А. Бин Дж. Лусма О. Гэрриот	28.VII.—25.IX.1973 г. [59 сут 11 ч 9 мин]
30. «Аполлон» «Скайлаб» [3-й экипаж]	Дж. Карр У. Поуг Э. Гибсон	16.XI.1973 г.—8.II.1974 г. [84 сут 1 ч 16 мин]
31. «Аполлон-18»*****	Т. Стаффорд Д. Слейтон В. Бранд	15—24.VII.1975 г. [9 сут 1 ч 28 мин]

**** На орбитальной станции «Скайлаб» работали три экспедиции космонавтов, доставленные на станцию и вернувшиеся на Землю после окончания работы на орбите в космических кораблях «Аполлон».

***** Совместный советско-американский полет по программе «ЭПАС». После 1975 г. в США запуски пилотируемых космических кораблей не проводились.





Тропический циклон «Рита» у берегов Юго-Вос-
точной Азии. Снимок сделан В. В. Коваленком
и А. С. Иванченковым с борта станции «Салют-6».
Фото Госцентра «Природа».



Медицинские исследования на советских пилотируемых космических кораблях

О. Г. Газенко, А. М. Генин, А. Д. Егоров

Большинство медицинских проблем обеспечения космических полетов человека возникло задолго до начала космической эры и в той или иной мере решалось применительно к другим видам деятельности человека. Однако два решающих специфических фактора, а именно невесомость и космическую радиацию, стали изучать только с освоением космоса. Дело в том, что с непрерывной и продолжительной невесомостью человек не сталкивался в процессе всего филогенетического и индивидуального развития, а сам феномен длительной невесомости физически нельзя воспроизвести в лабораторных условиях. В известной мере это относится и к космической радиации. Современные установки, даже самые мощные, не дают полного спектра первичного галактического излучения.

В конце 40-х — начале 50-х годов, когда появились технические предпосылки для создания пилотируемых космических кораблей, естественно возник вопрос о безопасности невесомости и космической радиации для жизни и здоровья человека. От решения этого вопроса зависели перспективы развития космонавтики, облик и предназначение будущих пилотируемых космических кораблей.

Умозрительный анализ ситуации был неоднозначен. Высказывались как оптимистические, так и крайне пессимистические точки зрения. Возникла необходимость в специальных экспериментальных исследованиях, позволяющих понять характер и механизмы биологического действия невесомости и космической радиации. Первые опыты проводили на животных, растениях и других биологических объектах, поме-

щенных в герметические отсеки вертикально взлетающих ракет и искусственных спутников Земли. Обнадеживающие результаты, полученные в этих экспериментах, позволили приступить к разработке пилотируемых космических кораблей и осуществить первый кратковременный полет человека в космос.

Параллельные физические исследования уровней космической радиации в околоземном космическом пространстве привели к открытию С. Н. Верновым радиационных поясов Земли — внутреннего и внешнего¹. Более низкий внутренний радиационный пояс располагается на высоте 1,2—4,5 радиуса Земли и содержит протоны с энергией в несколько мегаэлектронвольт. Эти исследования наряду с биологическими экспериментами позволили установить, что полеты в околоземном космическом пространстве ниже поясов Вернова безопасны в радиационном отношении.

Полет Ю. А. Гагарина, состоявшийся 12 апреля 1961 г., стал основной вехой в развитии космонавтики. Именно с этого момента началось систематическое освоение человеком околоземного космического пространства.

В развитии отечественной космонавтики можно выделить два этапа: кратковременных и долговременных пилотируемых полетов. На первом этапе, совпавшем с первым десятилетием космических полетов, стояла задача доказать возможность целенаправленной и разносторонней деятельности человека в космосе.

¹ Таверской А. А. Динамика радиационных поясов Земли. М.: Наука, 1968.



Олег Георгиевич Газенко, академик, директор Института медико-биологических проблем Министерства здравоохранения СССР. Основные интересы сосредоточены в области физиологии экстремальных состояний и профилактики их неблагоприятного воздействия на организм. Член президиума Международной астрономической академии, член Международного программного комитета «Человек и космос», член Американской авиакосмической медицинской ассоциации.



Абрам Моисеевич Генин, доктор биологических наук, профессор. Заведует отделом в том же институте. Занимается разработкой методов и средств медицинского обеспечения космических полетов.



Анатолий Дмитриевич Егоров, доктор медицинских наук. Возглавляет отдел в том же институте.

В результате многочисленных исследований стало ясно², что невесомость не вызывает у человека существенных для его здоровья нарушений физиологических функций. Физическое и психическое состояние космонавтов позволяет выполнять им сложную и ответственную работу как в герметической кабине корабля, так и за ее пределами в открытом космосе. Был установлен такой интересный

факт, что с увеличением времени пребывания в невесомости работоспособность космонавтов и их общее состояние не ухудшаются, а, как правило, улучшаются. Таким образом, был сделан вывод, что у человека развиваются приспособительные реакции к невесомости. Вместе с тем были обнаружены неблагоприятные реакции организма человека на условия космического полета. Это, во-первых, вестибуло-вегетативные нарушения, проявляющиеся у многих (около 30%) космонавтов в первые 2—4 дня полета. Эти нарушения напоминали по своей симптоматике укачивание на морском или воздушном транспорте и выражались в головокружении, иллюзиях про-

² Первые космические полеты. М.: Изд-во АН СССР, 1962; Первый групповой космический полет. М.: Изд-во АН СССР, 1964; Второй групповой космический полет и некоторые итоги полетов советских космонавтов на кораблях «Восток». М.: Изд-во АН СССР, 1965.

странственного положения, тошноте, иногда рвоте.

Во-вторых, это расстройства со стороны сердечно-сосудистой системы и двигательного аппарата, возникающие после возвращения космонавтов на Землю. Эти расстройства были особенно заметны после самого продолжительного в первом десятилетии 18-суточного полета космонавтов А. Г. Николаева и В. И. Севастьянова на корабле «Союз-9». Они проявлялись в резком снижении физической работоспособности, расстройстве координации движений, невозможности длительное время сохранять вертикальную позу³. Создавалось впечатление, что человек легко и сравнительно быстро приспосабливается к условиям невесомости, но расплачивается за это появлением на Земле детренированности к действию земного притяжения.

Физиологические механизмы влияния невесомости на организм человека изучали как во время космических полетов, так и в модельных наземных экспериментах. Оказалось, что одним из основных пусковых механизмов функциональной перестройки системы кровообращения в невесомости служит перераспределение массы циркулирующей крови из нижних конечностей и брюшной полости к сердцу, легким и голове. В этих экспериментах использовали специальные чувствительные к растяжению физиологические датчики, так называемые рецепторы. Они сигнализируют о переполнении кровью сосудов верхней половины тела, что, в свою очередь, приводит к повышенному выделению жидкости из организма и снижению общего объема циркулирующей крови⁴.

При возвращении на Землю объем циркулирующей крови может оказаться недостаточным для заполнения сосудистого русла, так как кровеносные сосуды нижних конечностей растягиваются под действием гидростатического давления крови. Это и является одной из основных причин расстройств кровообращения у космонавтов на Земле.

Несмотря на то, что создать длительную невесомость в лабораторных условиях невозможно, можно сравнительно просто воспроизвести цепочку последовательных физиологических реакций челове-

ка на свойственное невесомости перераспределение крови. Для этого были разработаны специальные лабораторные модели: человека погружали в жидкость, имеющую плотность близкую к плотности крови, или держали в горизонтальном положении при небольшом наклоне головой вниз. Эти модели, которые хорошо имитировали физиологическое состояние космонавта, широко использовали при подготовке длительных полетов на орбитальных пилотируемых станциях.

Для осуществления длительных космических полетов была подготовлена обширная комплексная программа. Прежде всего необходимо было разработать ряд методов и средств, помогающих создать оптимальные условия жизни в космическом корабле, найти рациональный режим работы и отдыха космонавтов, создать психологический климат, соответствующий задачам каждого полета, усовершенствовать методы отбора и подготовки космонавтов и т. д.

Однако главным в этой комплексной программе был вопрос о разработке системы профилактики расстройств кровообращения и физической детренированности при переходе человека от невесомости к перегрузкам и земной гравитации.

Для безопасности полетов важно было обеспечить строгий медицинский контроль, позволяющий прогнозировать переносимость человеком гравитационных нагрузок при окончании полета. С этой целью были разработаны и испытаны в лабораторных модельных экспериментах специальные физические тренажеры, создающие нагрузку на позную мускулатуру человека и позволяющие тренироваться в ходьбе, беге, прыжках и т. д.

Имитацию гидростатического давления крови и тканевых жидкостей в условиях невесомости воспроизводили с помощью отрицательного давления на нижнюю часть тела, создаваемого в жесткой герметической емкости, которую надевают на нижнюю часть тела. Кроме того, чтобы восполнить уменьшенный объем циркулирующей крови, были рекомендованы водно-солевые добавки к пищевому рациону космонавтов непосредственно перед спуском на Землю. Стенды для физических упражнений и вакуумная емкость (костюм «Чибис») одновременно служили и для медицинского контроля, так как имитировали нагрузку, создаваемую силой тяжести на костноопорный аппарат человека и систему кровообращения.

Средства профилактики неблагопри-

³ Космические полеты на кораблях «Союз». М.: Наука, 1976.

⁴ Cauer O. H. Blood volume control as derived from simulated weightlessness. IV International Man-in-Space Symposium. Yerevan, USSR, 1—5 Oct., 1971. Moscow, 1974, 176—191.

ятного действия невесомости после успешной апробации в лабораторных модельных экспериментах были установлены на орбитальных пилотируемых станциях и в той или иной мере использовались космонавтами во всех полетах, продолжающихся более 15 суток³.

Основная медико-биологическая задача второго этапа пилотируемых космических полетов состояла в том, чтобы установить допустимые для здоровья человека предельные сроки пребывания в космосе, используя при этом существующие средства профилактики неблагоприятного действия невесомости. Постепенное увеличение продолжительности полета и тщательный медицинский контроль за состоянием членов экипажа обеспечивали безопасность подобного исследования.

Широкий набор физиологических, биохимических и морфологических показателей позволил сделать вывод о возможности дальнейшего увеличения продолжительности космических полетов. Большое значение придавали исследованию сердечно-сосудистой системы как в покое, так и при функциональных нагрузках.

Несколько увеличенная частота сердечных сокращений в полете на участке выведения корабля на орбиту обычно снижалась до предполетных величин и потом колебалась в зависимости от характера и интенсивности физической нагрузки и психического напряжения.

Со стороны таких фундаментальных показателей кровообращения, как объем крови, выбрасываемый сердцем в аорту за каждое сокращение (ударный объем) и за одну минуту (минутный объем) в течение полетов различной продолжительности, также не было обнаружено четких изменений, зависящих от времени пребывания человека в невесомости.

Изменения электрокардиограммы были связаны главным образом с некоторым изменением положения сердца в грудной клетке. Других закономерных изменений, зависящих от продолжительности полета, обнаружено не было.

Физическую работоспособность космонавтов определяли с помощью функциональной пробы с физической нагрузкой. Так, на орбитальном комплексе «Са-

лют-6» — «Союз» нагрузка составляла 750 кгм/мин в течение 5 мин. Наиболее полные исследования, проведенные во время длительных полетов на орбитальном комплексе «Салют-6» — «Союз», показали в 96- и в меньшей степени в 140-суточном полете определенные признаки детренированности сердечно-сосудистой системы. Это проявилось преимущественно в увеличении ударного объема и увеличении частоты сердечных сокращений сердца.

В 175- и 185-суточных полетах у экипажей не было обнаружено признаков детренированности сердечно-сосудистой системы. В целом у космонавтов степень тренированности была достаточно высокой, а у бортинженера, весьма интенсивно выполнявшего физические упражнения, реакция со стороны сердечно-сосудистой системы оказалась менее выраженной, чем до полета.

Наиболее отчетливо физическая детренированность проявлялась после полета. В полетах продолжительностью до 16 суток наблюдалась прямая зависимость между длительностью полета и степенью реакций на высоте нагрузки.

В зависимости от длительности полета увеличивалась так называемая кислородная задолженность⁴. В целом реакции на физическую нагрузку после 30-суточного полета восстанавливались медленнее (в течение месяца), чем после полетов большей продолжительности, хотя степень их изменения сразу после полета была примерно одинаковой. Очевидно, это было связано с более рациональной системой профилактики и режимом труда и отдыха.

Таким образом, реакции сердечно-сосудистой системы в ответ на одинаковую физическую нагрузку не прогрессировали с увеличением продолжительности полета с 1 до 5—6 месяцев, что, возможно, связано с более интенсивной физической тренировкой членов экипажей в длительных полетах и более рациональным режимом труда и отдыха.

Опыт 20-летних медицинских исследований позволил получить довольно четкую картину гравитационных воздействий на человека.

Как показали опыты с приложением отрицательного давления к нижней части

Генин А. М., Пестов И. Д. Экспериментальное обоснование некоторых методов профилактики неблагоприятного действия невесомости. IV Международный симпозиум «Человек в космосе», Ереван, 1—5 окт. 1971. М., 1974, с. 76—88.

⁴ Дополнительное количество кислорода, потребляемое организмом после физической работы на окисление накопившихся продуктов обмена.

тела у ряда космонавтов устойчивость к гравитационным нагрузкам снижалась уже непосредственно во время полета. Общая реакция организма на такую пробу до и во время полета проходила без субъективных признаков ухудшения самочувствия. Однако увеличивалась частота сердечных сокращений, незначительно изменялись показатели артериального давления, повышалось сопротивление периферических кровеносных сосудов, снижались показатели пульсового кровенаполнения головы. Следует отметить, что практически во всех длительных полетах (месяц и более) пробы на отрицательное давление к нижней части тела в полете были более выражены, чем на Земле. Это проявилось, в частности, в большом увеличении частоты сердечных сокращений, значительном увеличении скорости распространения пульсовой волны на аорте, повышении тонуса магистральных сосудов и более резком уменьшении пульсового кровенаполнения сосудов головы. У космонавтов, работавших на орбитальном комплексе «Салют-6» — «Союз», реакции на отрицательное давление на нижнюю часть тела были ярче выражены, главным образом, в 96-суточном полете и в меньшей мере — в 140-суточном полете. Вместе с тем на всем протяжении 175-суточного полета реакция на эти пробы была примерно такой же, как и до полета. Нарушения в сердечно-сосудистой системе наблюдались в основном после окончания полета и проявлялись в увеличении частоты сердечных сокращений и артериального давления.

По данным эхокардиографии, уменьшался объем левого желудочка и ударный объем, несколько увеличивался диаметр левого предсердия (наиболее заметно после 96-суточного полета). Сократительная функция миокарда при этом практически не отличалась от предполетной. Восстановление гемодинамики в определенной степени зависело от уровня общей тренированности экипажей и завершалось на 5—10-е сутки после полета. В этот период снижалась также способность космонавтов к сохранению вертикальной позы, так называемая ортостатическая устойчивость. Проведенные после полетов по программе «Союз» обследования показали, что ортостатическая детренированность возрастает в зависимости от длительности полета, причем после 18-суточного полета корабля «Союз-9» детренированность была самой сильной.

Медицинское обследование космонавтов, работавших на орбитальных комп-

лексах «Салют» — «Союз», не обнаружило четкой зависимости ортостатической детренированности от длительности полетов. После 96- и 140-суточных полетов ортостатическая устойчивость космонавтов была не ниже, чем после 16-, 18- и 63-суточных полетов.

Интересно отметить, что физические реакции космонавтов на антиортостатические пробы (наклоны головой вниз на 15°, а затем на 30° при 6-минутной экспозиции в каждом положении) после космического полета были ниже, чем до полета. Многие космонавты после полета предпочитали антиортостатическое положение горизонтальному и переносили такое состояние тем лучше, чем дольше продолжался полет. По-видимому, в адаптации организма к перераспределению крови в невесомости определенную роль играет повышение тонуса сосудов верхней половины тела и снижение их растяжимости.

Еще одно направление медицинских исследований в космосе связано с изучением структуры и функции скелетной мускулатуры. Наблюдавшиеся здесь изменения, по-видимому, были связаны с существенным уменьшением нагрузки на костноопорный аппарат. Выключение из активной работы мышц, ответственных за сохранение вертикальной позы, довольно быстро снижает их тонус и функциональную гипотрофию. Остановить этот процесс непросто, и только интенсивные физические упражнения, особенно силовые, позволили сохранить позную мускулатуру космонавтов после длительных космических полетов в удовлетворительном состоянии. Гипотрофия касалась больше всего мышц нижних конечностей, длинных и широких мышц спины и шеи. В полете систематически измеряли объем голени членов экипажа. Наиболее резкие изменения произошли в первые дни и были, несомненно, вызваны перераспределением жидких сред, однако, дальнейшее уменьшение объема голени, по-видимому, зависело от атрофических процессов.

Двигательная активность космонавтов восстанавливалась во всех случаях, но время восстановления зависело от индивидуальных особенностей космонавтов и характера выполняемых на борту корабля физических упражнений.

Известный интерес представляют результаты исследований крови. В ходе полета общее количество гемоглобина в крови и число эритроцитов у космонавтов снижалось и продолжало падать при увеличении продолжительности полета до 30 су-

ток. Дальнейшее увеличение продолжительности полета такого действия не оказывало.

Параллельно с этим показателем снижалось и число ретикулоцитов в крови. Общая масса гемоглобина и числа ретикулоцитов восстанавливалась только на Земле после завершения полета.

Наиболее простое и правдоподобное объяснение этого факта заключается в том, что потеря плазмы и увеличение концентрации гемоглобина в первый период действия невесомости тормозит образование новых эритроцитов. Однако правомерность такого предположения нуждается в основательном подтверждении.

Изменения массы тела космонавтов в кратковременных полетах отражали, главным образом, отрицательный водный баланс, который устанавливается в первые дни невесомости. Однако уже в 18-суточном полете на корабле «Союз-9» потеря космонавтами массы тела объяснялась не только пониженным водным обменом, но и отрицательным азотистым балансом в организме. Такой же характер изменения массы тела сохранился и в полетах большой продолжительности. Максимальные потери массы достигали 6—7 кг и не зависели от продолжительности космического полета. Измерения массы тела во время полета орбитальной станции «Салют-6» не дали однозначных результатов. Так, в 185-суточном полете масса тела обоих космонавтов даже увеличилась.

Еще одно направление медицинских исследований в космосе связано с изучением структуры и функции скелетной мускулатуры. Минеральную насыщенность костной ткани исследовали методом прямой фотонной абсорбции по гидроксиллапатиту в пяточной кости космонавтов. Содержание гидроксиллапатита определяли в г/см² на 20 уровнях пяточной кости с шагом 1,6 мм. Так, содержание гидроксиллапатита у командира уменьшилось на 8,3%, а у бортинженера на 3,2% после 175-суточного полета. При этом оказалось, что гидроксиллапатит в пяточной кости космонавтов снижался существенно меньше, чем после длительного постельного режима аналогичной продолжительности. Это снижение было сопоставимо с данными, полученными по программе «Скайлэб» после 84-суточного полета (уменьшение мине-

ральной насыщенности у двух астронавтов составило 4,5 и 7,9%).

В заключение следует отметить, что во время полетов советских космических кораблей и станций у космонавтов не было зарегистрировано каких-либо заболеваний, в том числе и инфекционных, из чего можно заключить, что иммунологический статус не претерпевал каких-либо серьезных изменений. В ходе полета несколько изменялся состав и количественное содержание аутогенной микрофлоры и микрофлоры воздуха и поверхностей кабин космических кораблей. Однако эти сдвиги существенно не увеличивали опасность возникновения инфекционных заболеваний.

В целом проведенные медицинские исследования позволили установить, что при выполнении экипажем космических кораблей специальной системы тренировок и соблюдении удовлетворительных условий жизни и рационального режима труда и отдыха все обнаруженные после кратковременных космических полетов физиологические сдвиги не прогрессировали при увеличении продолжительности полета от одного месяца до полугода. Это обстоятельство позволяет оптимистически оценивать перспективу дальнейшего увеличения продолжительности полета.

В предпринятых до сих пор полетах практически не возникало серьезных психологических проблем, мешающих выполнению задания или приводящих к психосоматическим расстройствам. Это достигалось эффективностью психологического отбора экипажей, удовлетворительными условиями обитаемости космических кораблей, сбалансированным режимом труда и отдыха и специальными мерами по психологической поддержке экипажей.

Тем не менее мы должны отдавать себе отчет в серьезности этих проблем, особенно в тех случаях, когда полет протекает в условиях особой опасности или предъявляет очень высокие требования к качеству операторской деятельности экипажа. Кроме того, в космических полетах большой продолжительности возникают дополнительные социально-психологические, этические проблемы, успешность решения которых в конечном счете может оказаться самым важным фактором, лимитирующим продолжительность будущих космических миссий человека.

Океан и эволюция водно-солевого гомеостаза

Ю. В. Наточин



Юрий Викторович Наточин, доктор биологических наук, профессор, заведующий лабораторией эволюции почки и водно-солевого обмена Института эволюционной физиологии и биохимии им. И. М. Сеченова АН СССР. Автор статей и книг, посвященных механизмам транспорта воды и ионов через мембраны, эволюции функций почки, функциональной нефрологии. Лауреат премии им. Л. А. Орбели 1980 г.

Вода и ионы необходимы для всех живых существ. Обмен этих веществ между организмами и окружающей их средой возник на первых же этапах биологической эволюции. Каким образом живые организмы поддерживают постоянный водно-солевой состав жидкостей внутренней среды, так называемый гомеостаз? Для ответа на этот вопрос необходимо представлять физико-химические особенности окружающей среды, в которой они возникли, развиваются и живут.

Эволюция большинства типов животных была неразрывно связана с океаном, а концентрация в нем солей могла иметь решающее значение для формирования водно-солевого состава живых существ. Сопоставив ряд физико-химических характеристик воды океана на протяжении всей биологической эволюции с ионным составом клеток животных различных типов, можно судить о причинах, определивших наиболее важные, наиболее строго и точно регулируемые показатели водно-солевого гомеостаза, такие как осмотическое давление, обусловленное всеми растворенными веществами, и концентрация каждого из ионов в клетках и окружающей их внеклеточной жидкости. По мысли выдающегося французского физиолога Клода Бернара, именно постоянство состава внутренней среды обеспечило свободу и независи-

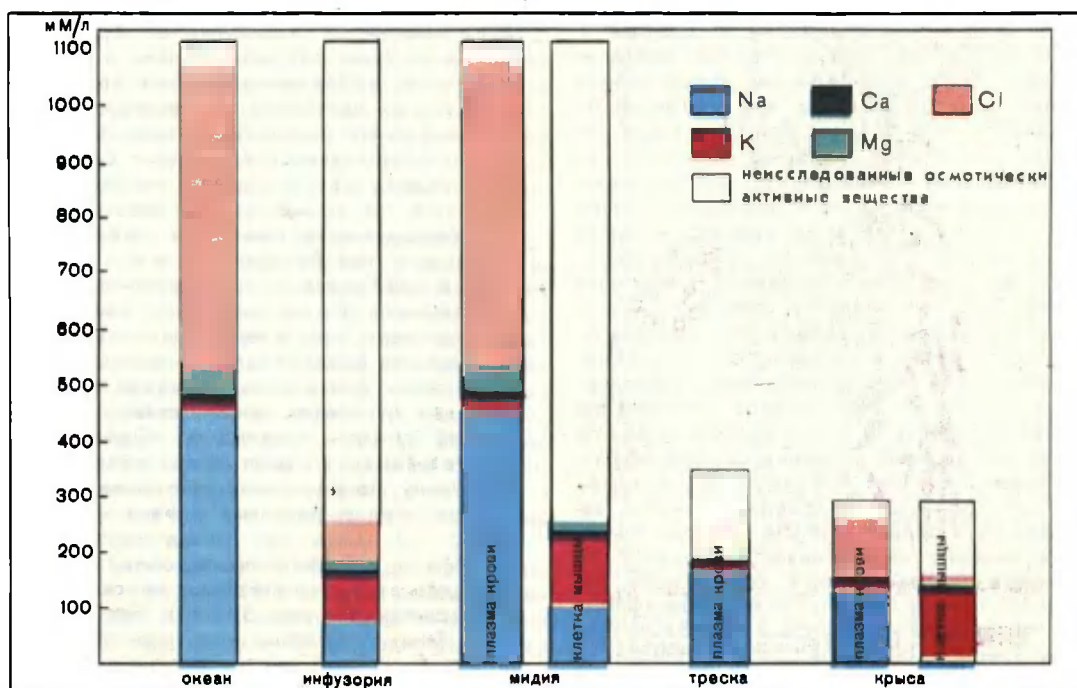
мость живых существ от изменения условий окружающей среды.

Прежде чем обсуждать проблемы эволюции водно-солевого гомеостаза, вспомним основные вехи развития жизни на Земле. Возраст самых древних из обнаруженных до сих пор ископаемых организмов типа водорослей и сходных с бактериями существ превышает 3 млрд лет. В более поздних отложениях, которым около 1,9 млрд лет, появляются фотосинтезирующие водоросли, а еще 1 млрд лет спустя — синезеленые водоросли и грибы. Большинство исследователей полагают, что многоклеточные беспозвоночные появились в Древнем Океане около 600 млн лет назад. Предшественники этих существ, отдельные клетки — организмы, плававшие в морской воде или обитавшие на дне, жили в среде, которая была для них во многом подобна крови, из нее они черпали необходимые для своего развития соли, кислород и даже некоторые органические вещества. Вряд ли можно сомневаться, что уже у первых весьма примитивных живых форм концентрация отдельных ионов существенно отличалась от окружающей клетку жидкости. Переход к многоклеточным животным ставил новые проблемы — необходимо было создать жидкую внутреннюю среду и специальную систему для ее непрерывного обновления. Возникла

кровеносная система, которая обеспечила быстрый обмен различных веществ между кровью и внеклеточной жидкостью — той средой, в которую непосредственно погружены клетки различных органов и тканей.

Ионный состав внутриклеточной жидкости качественно отличается от внеклеточных жидкостей, которые образуют внутреннюю среду — кровь или гемолимфу, собственно межклеточную жидкость, некоторые специализированные жидкости, например спинномозговую. Возникновение

лей от окружающей морской воды. Совсем иная концентрация ионов в крови и внеклеточной жидкости у позвоночных животных, в том числе и у морских позвоночных — костистых рыб, морских черепах и млекопитающих. Концентрация натрия в крови морских беспозвоночных, как и в океане, равна около 460 ммоль/л, а в плазме перечисленных выше морских позвоночных она обычно составляет 150—200 ммоль/л. Следовательно, разница концентраций ионов натрия в крови морских беспозвоночных и позвоночных, кроме



Ионный состав океанической воды, внеклеточных жидкостей и клеток животных.

жидкостей внутренней среды послужило важным этапом прогрессивного развития многоклеточных животных, создало более благоприятные условия для стабилизации состава жидкости, окружающей клетки. В результате эволюции у организмов появилась способность к поддержанию относительного постоянства водно-солевого состава внутренней среды. У многих современных морских беспозвоночных гемолимфа почти не отличается по содержанию со-

миксин, может достигать 300 ммоль/л; в то же время концентрация калия в морской воде и крови довольно близка. Так, в океане концентрация калия равна 11 ммоль/л, а в крови многих беспозвоночных она лишь на 2—3 ммоль/л выше, в плазме крови позвоночных содержится около 5 ммоль/л калия. Таким образом, по сравнению с плазмой крови позвоночных в морской воде содержится на 250—300 ммоль/л больше натрия и всего лишь на 6 ммоль/л больше калия. Соответственно, при большей концентрации солей в морской воде и в крови беспозвоночных осмотическое давление равно 22 атм, а в крови морских костистых рыб, морских рептилий и млекопитающих оно в три раза ниже.

В чем же причина столь резких отличий осмотического давления крови у морских беспозвоночных и позвоночных животных? Зависит ли это от изменения солевого состава океана или определяется иными причинами? Эта проблема волнует исследователей с конца XIX в., она имеет самое непосредственное отношение к эволюции позвоночных животных и среды их обитания и, как будет ясно из этой статьи, для решения важнейших вопросов физиологии клетки, связанных с поддержанием ионной асимметрии клеток по отношению к окружающей их среде.

Для самых различных физиологических процессов первостепенное значение имеет строго определенная концентрация солей в цитоплазме и во внеклеточной жидкости. Это создает благоприятные условия для клеток, которые извлекают из окружающей жидкости необходимые ионы, переносят их через мембрану внутрь клетки, а из цитоплазмы удаляют избыток ионов. Попробуем проанализировать, что же предопределило различный ионный состав клеток и окружающей их жидкости, в какой степени это зависело от внешней среды, в которой возникли одноклеточные и многоклеточные животные?

Ответ на этот вопрос несомненно очень труден, ибо к его решению можно подойти только косвенными способами. Согласно гипотезе Макаллума¹, у которой до сих пор много сторонников, жизнь зародилась в океане с иным солевым составом, нежели современный. К моменту появления многоклеточных организмов соленость океана была почти в три раза меньше, ниже была концентрация не только натрия, хлора, но особенно магния, сульфатов. Появившиеся в этом океане организмы приспособились к жизни в среде с такой сравнительно невысокой соленостью. Среди них около полумиллиарда лет назад были и предки позвоночных, у которых, как и у многих современных беспозвоночных — моллюсков, иглокожих, червей, солевой состав крови и внеклеточных жидкостей внутренней среды мало отличался от состава морской воды того времени. Почти одинаковая концентрация солей в крови, внутренней среде и среде внешней не требовала значительных затрат на поддержание водного и солевого гомеостаза. В поисках новых источников пищи предки позвоночных стали проникать из

солончатых эстуариев, где во время прилива смешиваются морские и пресные воды, в пресные воды рек. Это требовало полной перестройки всей системы водного и солевого обмена, животным необходимы были приспособления, препятствующие потере солей и устойчивые к пресной воде. После возникновения такой «изоляции» кровь миног и рыб сохранила ту же соленость, что была у их предков, и по ее составу, если принять гипотезу Макаллума, можно косвенно судить о составе морской среды, в которой жили эти существа. Появившиеся позднее позвоночные животные — земноводные и переселившиеся на сушу рептилии, птицы и млекопитающие, современные обитатели морских вод — костистые и хрящевые рыбы, морские рептилии и млекопитающие — все они принципиально сходны друг с другом по солевому составу крови, но резко отличаются по концентрации электролитов от современного океана и гемолимфы живущих в нем беспозвоночных.

В учебниках и монографиях, опубликованных совсем недавно, излагается эта красивая гипотеза, согласно которой покинувшие древние моря животные унесли в своих кровеносных сосудах привычную для их клеток среду, ставшую внутренней средой организма². Однако эта гипотеза вряд ли достаточно обоснована, поскольку, по данным океанологов, современная стадия развития океана началась около 1,7 млрд лет назад на рубеже раннего и позднего протерозоя, а океаническая вода была близка по свойствам к современной уже 3 млрд лет назад³.

Таким образом, если признать под влиянием новых фактов, что на протяжении многих сотен миллионов лет в течение всей эволюции биосферы, во всяком случае многоклеточных животных и, несомненно, позвоночных, солевой состав океана практически оставался постоянным, то необходимо найти иное объяснение особенностям солевого состава крови позвоночных. Прежде всего четко сформулируем основной вопрос, на который ищем ответа — чем определяется солевой состав крови позвоночных, каковы причины, обусловившие данный уровень ионного гомеостаза. Иными словами, почему сотни мил-

¹ Macallum A. B. *Physiol. rev.*, 1926, v. 6, p. 316.

² Шноль С. Э. Физико-химические факторы биологической эволюции. М.: Наука, 1979.

³ Виноградов В. И. Сколько лет океану? — *Природа*, 1975, № 12, с. 50.

лионов лет с удивительным консерватизмом сохраняется значительно меньшая суммарная концентрация ионов в крови позвоночных и в клетках беспозвоночных и позвоночных, чем в океанической среде? Клетки находятся в осмотическом равновесии с окружающей их средой, осмотическое давление внутри и вне клеток животных практически одинаково, и в них, несмотря на разный состав солей, общая концентрация растворенных органических и неорганических компонентов должна быть равной по обеим сторонам мембраны. Так как вне клетки преобладает натрий, то для осмотического равновесия клетки могли, казалось бы, накапливать такую же концентрацию калия. Однако этого не наблюдается, внутриклеточная концентрация калия примерно одинакова у животных самых различных групп и прямо не зависит от содержания натрия во внеклеточной жидкости.

Если сравнить только морских животных, кровь которых гипер-, изо- или гипосмотична по отношению к океанической среде, то у каждого из них суммарная концентрация всех ионов в клетках будет ниже, чем в воде океана. Следовательно, для работы клеток в их содержимом необходима меньшая суммарная концентрация солей, чем имеется в океане. Это заключение касается живых организмов самого разного уровня развития — простейших и моллюсков, членистоногих и позвоночных.

Водно-солевой обмен должен обеспечивать постоянство четырех основных показателей — концентрацию отдельных ионов, суммарную (осмотическую) концентрацию растворенных веществ, объем клеток и их кислотнo-основное равновесие. Очевидно, что для сохранения осмотического равновесия с окружающей средой при меньшей внутриклеточной концентрации солей необходимо добавить какие-то относительно химически инертные, неядовитые органические низкомолекулярные вещества, для которых мембрана плохо проницаема. Только в этом случае можно сохранить постоянный объем клеточной жидкости и меньшую концентрацию в ней солей, чем в среде. Нужно сказать, что по такому пути и пошли живые существа. Достаточно привести несколько примеров, чтобы убедиться, сколь широко используется этот механизм живыми организмами.

В 1901 г. бельгийский исследователь Л. Фредерик обратил внимание, что концентрация неорганических солей в тканях морских организмов меньше, чем в

протекающей по ним крови, а недостаток солей компенсируется органическими веществами. Полвека спустя механизм этого явления раскрыли М. Флоркен и его сотрудники. При экспериментальном повышении солёности окружающей среды в крови и внеклеточной жидкости у морских моллюсков, червей, иглокожих увеличивалась концентрация солей, за счет которых возрастала солёность среды, внутри клеток повышалась концентрация низкомолекулярных органических веществ, главным образом аминокислот и таурина. В результате осмотическое давление повышалось в одинаковой степени как в клетках, так и в крови, но за счет разных веществ — во внеклеточной жидкости (и в крови) увеличивалась концентрация тех же солей, что и в окружающей морской воде, а внутри клеток, напротив, возрастало содержание органических веществ.

В отличие от морских беспозвоночных морские позвоночные, кроме миксин, обладают весьма совершенными механизмами водно-солевого гомеостаза. Это позволяет им всегда сохранять более низкую концентрацию солей в крови, чем в морской воде. Механизм этого процесса основан на том, что костистые рыбы, рептилии, птицы пьют морскую воду, а избыток солей в виде концентрированных растворов хлористого натрия удаляют солевыми железами или хлоридными клетками в жабрах и тем самым опресняют соленую воду и поддерживают в крови меньшую концентрацию солей. Хрящевые рыбы (акулы, скаты), подобно беспозвоночным, используют для осморегуляции низкомолекулярные азотсодержащие вещества, но они накапливают их в крови в большой концентрации и благодаря этому имеют почти такую же низкую концентрацию электролитов в крови, как и у костистых рыб, а осмотическая концентрация крови намного больше и превышает осмотическое давление морской воды. Это обусловлено накоплением в крови органических веществ, в частности мочевины. В последнее десятилетие было показано, что подобный механизм приспособления к высокой солёности среды имеется и у других животных, способных к регуляции осмотического давления жидкостей внутренней среды. Например, у лягушек и жаб, которые могут питаться и некоторое время жить на берегу океана, добывая в морской воде пищу. Для осморегуляции используется мочевина, поскольку именно это вещество у многих животных является конечным продуктом обмена; оно не ядовито и свободно

проникает через мембраны большинства клеток.

Таким образом, у морских животных клетки могут иметь две линии защиты от высокого осмотического давления морской воды. В одном случае линия защиты находится лишь на клеточной мембране, она обеспечивает разный ионный состав содержимого клетки и внеклеточной среды, но не в состоянии противостоять разнице осмотических концентраций. В цитоплазме этих клеток высокое осмотическое давление обусловлено аккумуляцией, помимо ионов, органических осмотически активных веществ. Другой вариант защиты клеток выработался на более поздних этапах эволюции у морских костистых рыб, обитающих в море рептилий, птиц и млекопитающих; он находится на уровне организма, который с помощью специальных осморегулирующих органов поддерживает в несколько раз меньшее осмотическое давление в крови, а для клеток создаются оптимальные, «тепличные», условия при равенстве осмотических давлений вне- и внутриклеточных жидкостей с разным ионным составом.

Что же регулирует соотношение между органическими и неорганическими веществами в клетке? Является ли этот процесс автономной реакцией клетки или необходимы нервные или гормональные воздействия, чтобы изменить концентрацию веществ в клетке? Опыты, поставленные на моллюсках, позволяют ответить на эти вопросы. На морском берегу Баренцева и Белого морей дважды в день во время отлива осушаются огромные участки побережья, вне воды остаются водоросли, целый ряд моллюсков, среди которых чаще других встречаются мидии. Они не только обсыхают, но во время дождя оказываются в условиях опресненной воды. В предустьевых зонах рек, впадающих в море, мидии довольно долго могут находиться в опресненной морской воде. Если опреснение не слишком велико, то мидия продолжает пропускать, фильтровать эту воду, в крови моллюска падает осмотическое давление, и концентрация большинства ионов становится такой же, как в опресненной морской воде. Как же реагируют на это изменение клетки? Их мембраны проницаемы для воды, и при снижении осмотического давления крови в условиях опреснения в клетку возрастет приток воды, она набухает. При этом внутриклеточная концентрация калия уменьшается пропорционально набуханию клетки, общее же количество калия остается тем же. Иначе ве-

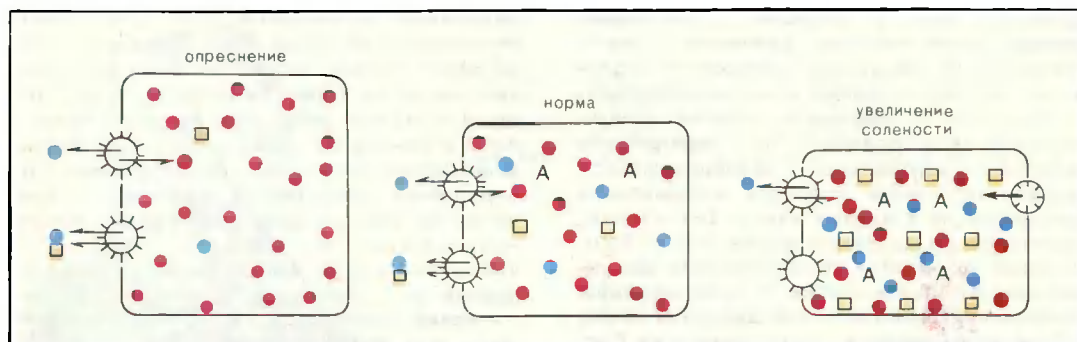
дет себя натрий. Специальный насос выкачивает из клетки натрий вместе с хлором, снижается количество свободных аминокислот, что уменьшает набухание клетки. Поведение клеток мышцы в целом животном и в изолированной мышце оказалось совершенно одинаковым. Это означает, что описанная реакция регулируется самой клеткой, а не нервными или гормональными стимулами.

Как же ведут себя клетки при увеличении солёности среды? Часть воды отсасывается через мембрану по осмотическому градиенту, так как мембрана клетки не пропускает растворенных веществ. Когда вода уходит из клетки, растёт концентрация калия, хотя его общее количество в клетке меняется мало. В ответ на обезвоживание, чтобы предотвратить дальнейшее сморщивание клетки, сохранить ее объем в мембране, открываются каналы, пропускающие ионы натрия и хлора, и эти ионы пассивно, по градиенту, входят в клетку. В новых условиях клетка регулирует концентрацию калия и натрия таким образом, чтобы поддерживать постоянное отношение концентраций калия и натрия между внутриклеточным содержимым и средой, окружающей клетку. Несмотря на то, что в клетку поступают ионы натрия и хлора, общее количество ионов в клетке недостаточно, чтобы осмотически уравновесить возросшую концентрацию солей во внеклеточной жидкости. Это и вызывает сморщивание клеток, уменьшение их объема, в результате чего повышается внутриклеточная концентрация солей, растворяющихся в меньшем объеме воды. Для нормальной работы клетка должна восстановить исходный объем, однако она не может впускать еще больше этих ионов. Вовлекается новый механизм — вошедший в клетку натрий активирует процессы, способствующие увеличению внутриклеточной концентрации аминокислот, осмотическое давление внутри клетки возрастает и нормализует ее объем. Для поддержания постоянного ионного состава клетка использует натриевый насос. За счет энергии, вырабатываемой в процессе обмена веществ, специальный фермент, расположенный в клеточной мембране, работает как ионный насос: против электрохимического и концентрационного градиента он удаляет натрий из цитоплазмы через мембрану во внешнюю среду, а в обмен поступает в клетку калий, и здесь его концентрация становится высокой. Калий преобладает среди внутриклеточных катионов, его концентрация достигает 150 ммоль.

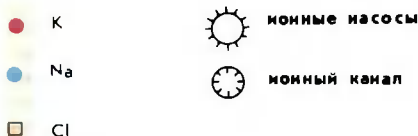
лей/л. Другой ионный насос удаляет избыток натрия вместе с хлором.

При повышении осмотического давления концентрация калия в клетке растет не столь высоко, как содержание натрия вне клетки, т. е. имеются какие-то ограничения, не позволяющие увеличивать уровень калия в клетке пропорционально увеличению концентрации натрия в среде. Чтобы решить, частный ли это случай или более общая закономерность, необходимо было исследовать этот феномен на других объектах. Аналогичное явление присуще

к ее экономии, осмотическое давление мочи может быть ниже 1 атм и возрастет до 100—200 атм и выше; эта работа почки обеспечивает постоянство осмотического давления крови на уровне 7,5 атм. В известной степени имеется аналогия между адаптацией клеток моллюсков к опресненной среде или к обитанию при океанической солености и приспособлением клеток почечных канальцев к изменению осмотического давления внеклеточной жидкости при разных режимах работы почки — во время образования гипотонической (разведенной)



Принцип адаптации клеток к повышению солености окружающей среды. В нормальной клетке для поддержания определенной концентрации ионов имеются ионные насосы и ионные каналы. Однако эти элементы работают не всегда одинаково. В случае опреснения насос, выкачивающий натрий вместе с хлором, начинает работать значительно интенсивнее (на что указывает длина стрелок). Когда соленость среды увеличивается, в клетке усиливается работа ионных каналов, пропускающих ионы натрия и хлора пассивно.



А — аминокислоты

животным других типов и классов, адаптирующимся к высокой солености — простейшим, кишечнотелостным, иглокожим, ракообразным и др. Поиск подходящего объекта привел нас к изучению ионного состава мозгового вещества почки птиц и млекопитающих. Особенность этой структуры состоит в том, что при переходе от режима избыточного потребления воды к обезвоживанию, т. е. от выведения воды

и гипертонической, высоко осмотически концентрированной мочи. Изучение ионного состава ткани мозгового вещества почки и клеток канальцев показало, что при этих крайних состояниях работы почки в них не растет содержание калия, а увеличивается количество натрия, хлора и мочевины. Иными словами, наблюдается картина, весьма близкая той, которая была описана выше у моллюсков, адаптирующихся к средам с разной соленостью: в клетках почечных канальцев увеличивается содержание ионов натрия и хлора, органического азотсодержащего вещества — мочевины — и не меняется количество калия.

Итак, концентрация калия в клетках животных самого различного уровня развития поддерживается в сравнительно ограниченных пределах. В океане первичноморские животные имели равное осмотическое давление крови и морской воды и не нуждались в системе осморегуляции. Когда позвоночные стали проникать в пресные воды, у них появилась система осморегуляции, которая обеспечивает постоянство осмотического давления крови и других жидкостей внутренней среды, возникла необходимость в специальных органах для удаления избытка воды и накопления солей. На каком же уровне должна была установиться концентрация осмотически актив-

ных веществ в крови у позвоночных животных, когда около полумиллиарда лет назад они заселяли пресные воды? Коль скоро состав, соленость, осмотическое давление вод океана были близкими современному, а в крови у предшественников позвоночных эти физико-химические показатели были в основном подобны среде их обитания, при переходе животных в пресные воды концентрация солей в крови могла либо сохраниться прежней, либо снизиться, если это было возможно для биологических систем. Приведенные данные показали, что у морских беспозвоночных осмотическое давление внутриклеточной жидкости создается ионами калия, натрия, хлора и аминокислотами. Л. Проссер, Р. Бэртон и многие другие исследователи полагают, что важнейшим условием нормальной функциональной активности клетки является оптимальная концентрация в клетке калия. Тем самым, осмотическое давление крови могло быть снижено до уровня осмотического давления ионов калия в клетке. У пресноводных позвоночных осмотическое давление крови в 3—4 раза меньше, чем у морских беспозвоночных; внутриклеточная концентрация калия у них осмотически уравнивается концентрацией натрия во внеклеточной жидкости. Так как для пресноводных животных необходимы большие энергетические траты на поддержание высокой концентрации солей по сравнению с окружающей средой, то очевидно, что чем меньше будет разница осмотического давления между организмом и средой, тем это энергетически выгоднее. Переход позвоночных в пресные воды сопровождается уменьшением осмотического давления солей в крови, и эта особенность сохранилась у всех последующих поколений позвоночных, независимо от того, продолжали ли они жить в пресной воде, мигрировали в море или перешли к жизни на суше. Если принять, что солевой состав океана был стабильным в течение всей эволюции клеток и многоклеточных живых существ, можно прийти к заключению, что был найден оптимальный уровень клеточного калия, который клетки стремились удерживать при условиях разной солёности среды. Таким образом, анализ альтернативы — является ли осмотическое давление и состав крови позвоночных отражением соответствующих показателей океана в переходном периоде палеозоя или меньшая концентрация солей в крови позвоночных обусловлена оптимальной для клеточной активности концентрацией ионов

в клетке и прежде всего калия — указывает на вторую возможность.

Несомненно, при чтении статьи у читателя возникает немало других вопросов, на многие из которых еще нет ответа. Одна из интригующих загадок в том, какие причины обусловили использование калия в качестве доминирующего внутриклеточного катиона. Сказать, что он необходим для нормальной активности клеток, это не значит ответить на вопрос. Одно из интересных объяснений было предложено несколько лет назад В. А. Твердисловым, который считал, что калий был использован не из-за своих свойств, а с его помощью можно увеличить концентрацию в клетке одного из ионов и создать электрохимический потенциал на мембране. При нарушении целостности мембраны изменение потенциала могло бы иметь сигнальное значение. Из этого не следует, что клеточный калий может быть заменен на другой ион, например на натрий. Биохимические процессы в клетке приспособлены к определенной концентрации именно калия. И. А. Скульский и А. А. Жучихина в опытах на мидиях, в естественных условиях живущих при различной солёности среды, установили, что пируваткиназа, один из ферментов, участвующих в образовании АТФ в процессе гликолиза, активируется при той концентрации калия, которая присуща клеткам животных данного вида.

Трудно расставаться с представлениями, сложившимися в течение десятилетий и казавшимися незыблемыми. Быть может, жаль, но придется отказаться от красивой гипотезы Макаллума. Трудность истинных суждений при изучении эволюции функций состоит в том, что в прямом опыте нельзя установить, как работали отдельные органы и системы, каков был состав внутренней среды у существ, обитавших сотни миллионов лет назад. Хотелось бы надеяться, что сказанное в этой статье близко к истинному, но очевидно, что иные из объяснений, кажущиеся бесспорными, будут пересмотрены. Как сказал Гете — кто ищет истины, не чужд и заблуждения.

В экологических нишах ледников

В. А. Маркин



Вячеслав Алексеевич Маркин, кандидат географических наук, специалист в области гляциологии и климатологии ледниковых районов, а также в области истории науки. Автор ряда научных и популярных работ, и в том числе книг: *В стране ледяных куполов*. М.: Изд-во АН СССР, 1963; *Там, где умирает Гольфстрим*. Л.: Гидрометеиздат, 1965; *В ледяном мире гор*. Л.: Гидрометеиздат, 1971 (в соавторстве с В. Г. Ходаковым). В «Природе» опубликовал статью: П. А. Кропоткин — метеоролог (1979, № 4).

Один из многих парадоксов воды состоит в том, что, являясь основой жизни на нашей планете, она в своей твердой фазе обычно для жизни губительна. И дело здесь не в низкой температуре, а в том, что превращение воды в лед сопровождается образованием кристаллической структуры внутри клеток; острые грани кристаллов разрывают стенки живых клеток.

Однако существуют формы жизни, способные сохраняться и даже активно функционировать в окружении смертоносных ледяных кристаллов. Естественно, что это возможно лишь на микроуровне, в мире микроорганизмов, размеры клеток которых позволяют им избегать опасных соприкосновений. Эти клетки обладают особой устойчивостью к таким неблагоприятным для живых организмов условиям, как низкие температуры среды и повышенный уровень солнечной радиации в ультрафиолетовом участке спектра.

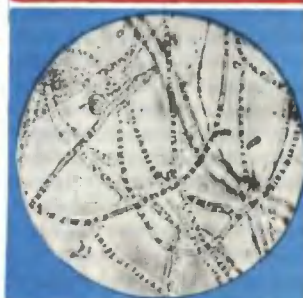
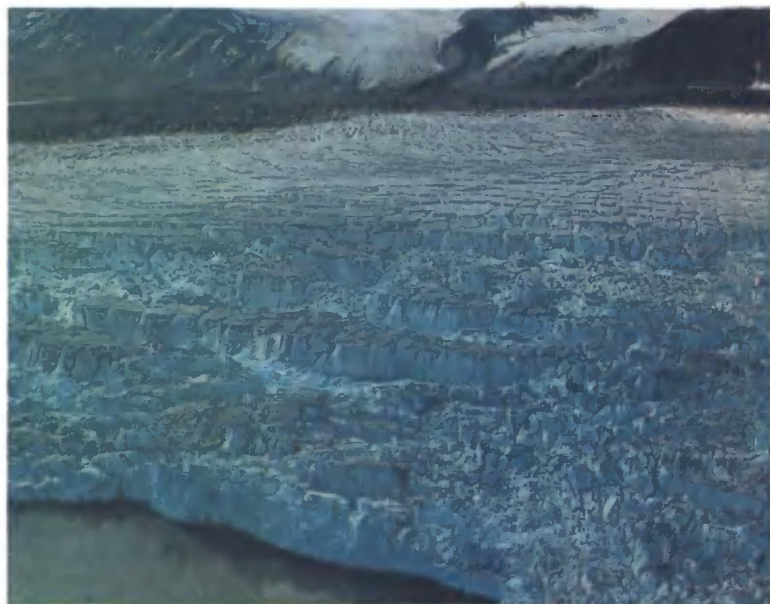
Такие жесткие условия жизни создаются на высокогорных и полярных ледниках, представляющих экологические ниши организмам, которые являются по сути «пионерами жизни». Это одноклеточные микроводоросли — различные виды диатомовых, зеленых и синезеленых водорослей.

Синезеленые водоросли принадлежат к древнейшим на Земле организмам, достигшим в своем развитии вершины био-

химической эволюции безъядерных форм жизни (прокариотов). Из-за отсутствия выраженного ядра в клетке их иногда относят к бактериям, именуя цианобактериями.

Изучение экологии и физиологии этих организмов, обитающих в экстремальных жизненных условиях, представляет значительный интерес. Однако в этом направлении наукой сделаны пока еще лишь первые шаги, несмотря на то, что знакомство человека с популяциями микроорганизмов на ледниках и снежниках состоялось достаточно давно. Объясняется это, вероятно, тем, что исследование жизненных процессов в относительно труднодоступных полярных и высокогорных районах требует совместной работы специалистов различного профиля, прежде всего представителей двух наук, на первый взгляд, далеких друг от друга — биологии и гляциологии. Попытка комплексных исследований ледниковой микрофлоры была предпринята в 1974—1978 гг. гляциологами географического факультета и физиологами растений биологического факультета Московского государственного университета.¹ В обработке материала, полученного с ледников

¹ Поливода А. И., Маркин В. А., Левченко Л. И. Вестн. МГУ, сер. биол., 1978, № 1, с. 3.





Места обитаний ледниковых микроводорослей и их микрофотографии. На с. 56: один из ледников Шпицбергена [вверху] и снежник в центральной части Кавказа [внизу]. Зиготы анцилономы Норденшельда, снежная хламидомонада, анцилонома Норденшельда, колония нитчатых водорослей, синезеленая водоросль анабена [сверху вниз]. На с. 57: ледник Абрамова (Памиро-Алай) [вверху], желтый снег на снежнике Шпицбергена [внизу].

Фото В. И. Бардина, В. И. Опалина, В. Ф. Яиченкова.

Шпицбергена, Кавказа и Памира, приняли участие микробиологи Института микробиологии АН СССР, кафедры ботаники Тартуского университета, Института ботаники им. В. Л. Комарова АН СССР. Объект исследования оказался интересен для биологов различного профиля, гляциологов, экологов, метеорологов. Стало ясно, что его дальнейшее изучение возможно лишь на широкой комплексной основе, и в этом убеждает знакомство с историей открытия в разных районах Земли и первых исследований феномена, долгое время известного под названием «красного, или цветного, снега».

ИЗ ИСТОРИИ ИЗУЧЕНИЯ «ЦВЕТНОГО СНЕГА»

Первое упоминание о «красном снеге» в литературе появилось в 1600 г. Его обнаружил англичанин Дж. Дэвис в Гренландии.

В 1671 г. немецкий путешественник Ф. Мартен обратил внимание на красные пятна на снегу Шпицбергена. Однако не сразу была установлена причина окраски снега. В 1757 г. фран уз Дюналь, исследуя красные пятна на белоснежных выпаринах соли на берегу Средиземного моря, обнаружил здесь популяцию микроорганизмов. Впоследствии стало очевидным, что такова же природа красных, желтых и зеленых пятен и полос, встречающихся, в частности, на снегу и льду.

Для Ч. Дарвина, встретившегося с «красным снегом» при переходе через Анды в 1835 г., уже не было сомнений в объяснении явления. «На некоторых горах снега,— писал он,— я нашел водоросль, являющуюся причиной красной окраски снега (*Protococcus nivalis*), так хорошо известную по рассказам арктических мореплавателей».²

Упомянут о распространении микроводорослей в Арктике и известные полярные исследователи прошлого столетия А.—Э. Норденшельд и Ф. Нансен. Норденшельд еще во время первой своей зимовки на Шпицбергене в 1858 г. обратил внимание на то, что «даже непосредственно на самом льду находятся простейшие растительные организмы». В 1870 г. во время перехода через ледниковый щит Гренландии отряд Норденшельда, в составе которого был ботаник Бергрен, обнаружил популяции, обретенные зеленой водорослью, получив-

шей видовое название *Ancylonema nordenskiöldii* Berggren (Анцилонема Норденшельда).

Обильный материал собран во время плавания «Веги» в 1878—1879 гг., в дрейфе нансеновского «Фрама» и при переходе Нансена через Землю Франца-Иосифа в 1895 г. Описание снежной флоры этого архипелага впервые сделал ботаник И. В. Палибин, участник плавания «Ермака» под командованием адмирала С. О. Макарова в 1901 г. Палибин первым обратил внимание на разрушение структуры снега микроорганизмами, обитающими на его поверхности. Впервые наблюдавший за состоянием популяции снежных водорослей в течение всего года биолог Л. И. Леонов в 1932—1933 гг. отметил, что у клеток снежной водоросли способность к жизни прекрасно сохраняется в течение долгой полярной зимы.

Очаги микрофлоры на горных ледниках впервые были обнаружены швейцарским натуралистом О. де Соссюром, совершившим в 1787 г. восхождение на вершину Монблана. Впоследствии нередко сообщали о многих подобных находках, но, как и в Арктике, дело обычно ограничивалось фиксацией самого факта обнаружения «цветного снега», в лучшем случае, определением видового состава популяции.

Серьезные исследования начал, но, к сожалению, не закончил на ледниках Кавказа в 1928 г. молодой и рано погибший микробиолог Г. С. Филиппов, работавший под руководством Г. А. Надсона. Ему удалось взять лишь несколько проб с ледников.

Наиболее крупный вклад в дело изучения снежной микрофлоры внесла венгерский альголог Эржбет Коль, собравшая за 30 лет экспедиций множество проб с ледников Гренландии, Норвегии, Аляски, со снежников Карпат и Аппенин.³ Чистые культуры из ее коллекции имеются во многих научных центрах мира, в том числе и в московском Институте микробиологии АН СССР. Изучением распространения ледниковых микроорганизмов в полярных и горных районах Советского Союза занимались и многие советские исследователи, среди которых были океанолог П. П. Шишов, почвовед М. А. Глазовская, биологи В. О. Таусон и Э. Г. Кукк. Однако специальных наблюдений за жизнью ледниковой и снежной микрофлоры не проводилось.

² Дарвин Ч. Путешествие вокруг света на корабле «Бигль». СПб., 1908, с. 212.

³ Kol E. Kryo-biologie: Biologie Algae und Limnologie des Schnees und Eises. Stuttgart, 1968.



Сбор микрофлоры на леднике Башнара (Приэль-брусье).

Фото В. А. Маркина.

ОТ ШПИЦБЕРГЕНА ДО ПАМИРА

Имеются данные о распространении микроводорослей на поверхности ледниковых куполов и ледниковых потоков Шпицбергена, Земли Франца-Иосифа, Новой Земли, Северной Земли. Наиболее подробно изучена микрофлора ледников Шпицбергена, где идентифицировано более 30 видов водорослей. Отнеся их преимущественно к аркто-альпийской группе криобионтов, Коль делает вывод об относительно более бедном составе альгофлоры (лат. *algae* — водоросль) Шпицбергена по сравнению с горными районами умеренных широт. Она объясняет это замедленным ходом эволюции видов в суровых арктических условиях.

В пробах, взятых В. И. Бардиным в 1978 г. с ледников западного побережья Шпицбергена, в дополнение к видам, перечисляемым Коль, микробиолог М. А. Пушева обнаружила некоторые новые формы

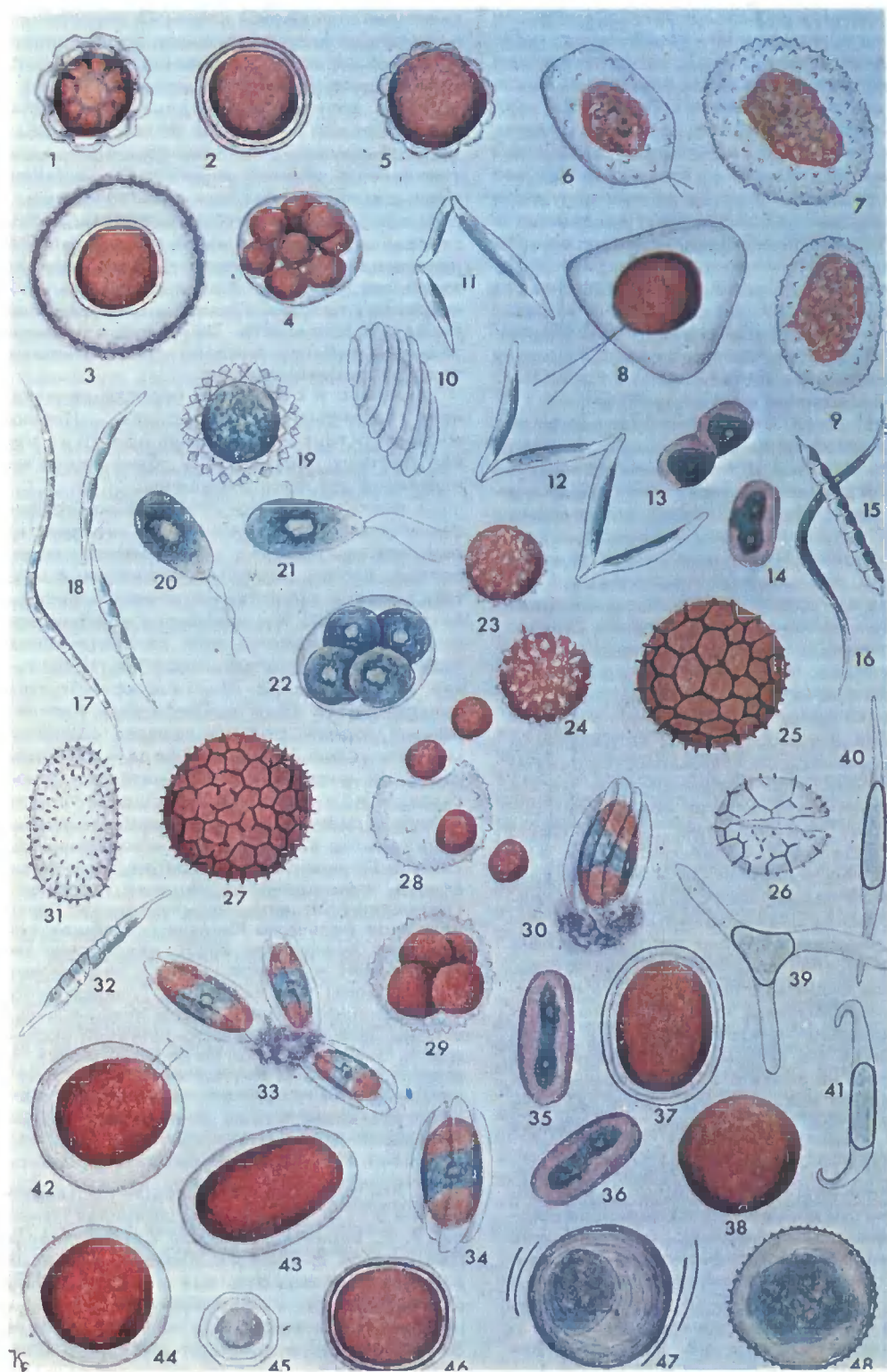
(например, синезеленую водоросль глеокапса). Можно рассчитывать, что список представителей микрофлоры шпицбергенских ледников в дальнейшем будет продолжен. Пока же в нем определенно преобладают водоросли из отдела зеленых, а среди них — снежная хламидомонада (*Chlamydomonas nivalis*), которая, по-видимому, вообще является наиболее характерной для ледниковых популяций. Именно вырабатываемому ее клетками пигменту обязаны лед и снег красноватой окраской различных оттенков: Широко встречается также анцилонема Норденшельда, а также синезеленая водоросль, относимая к виду *Scotiella granulosa*.

Условия вегетирования ледниковой микрофлоры на Шпицбергене, видимо, более благоприятны, чем на соседнем архипелаге Земля Франца-Иосифа или на дрейфующих льдах Северного Ледовитого океана. Влияние Северо-атлантического течения проявляется там в более умерен-

На с. 60—61.

Виды и формы снежных и ледниковых микроводорослей. Из кн. Kol E. Kryobiologie. Stuttgart, 1968.





ных температурах зимой; а близость Гренландского антициклона способствует увеличению числа ясных дней. На протяжении полярного дня сумма часов солнечного сияния могла бы превысить при условии постоянно ясного неба 2500—3000. Однако интенсивность коротковолновой радиации не настолько велика, чтобы клетки испытывали ее угнетающее действие даже при длительном непрерывном освещении. Перегрев из-за поглощения длинноволновой (тепловой) радиации ограничен низкой (около 0°C) температурой среды обитания. По-видимому, световой режим на арктических ледниках вполне благоприятен для вегетации микроводорослей. Более важным фактором для них становится наличие в достаточном количестве жидкой воды.

В 1974—1976 и 1978 гг. мы работали на ледниках Эльбруса и северного склона Главного Кавказского хребта. На 25 ледниках при микроскопировании проб снега и льда (их было взято около 200) обнаружено около 30 видов и форм микроводорослей. Они отнесены Л. И. Левченко и Э. Г. Куком к зеленым, диатомовым, синезеленым и пиррофитовым водорослям. Наибольший интерес в этом материале представили синезеленые водоросли, в особенности азотфиксирующие формы, принадлежащие к родам *Anabaena*, *Calothrix*, *Gloeocapsa*.

В отличие от Шпицбергена, на кавказских ледниках наиболее часто встречаемым видом оказалась не хламидомонада снежная, а анцилонема Норденшельда; массовые скопления клеток этой водоросли придают льду интенсивную желто-бурую окраску. Цепочки боченкообразных или слегка вытянутых клеток (по 4—8 в каждой) встречаются в пробах льда с большинства ледников. Один из ледников — Кашкаташ в долине р. Адылсу, правого притока Баксана целиком заселен анцилонемой, так что даже издали видна буроватая окраска его поверхности. Заметные невооруженным глазом скопления клеток водоросли часто встречаются на самом краю ледниковых трещин или на почти отвесных стенках трещин, образуя уходящие в глубину на 1,5—2 м розоватые, желто-бурые, зеленоватые полосы.

Снежная хламидомонада распространена также достаточно широко, и если анцилонема предпочитает поселяться на освободившемся от снега льду, то этот более свойственный арктическим снегам вид сохраняет свою «привязанность» к снежным полям и к горам. Часто ее можно обнаружить на снежниках, образованных сошедшими зимой или весной лавинами. Эти

снежники опускаются довольно низко, и там к хламидомонаде присоединяются диатомовые водоросли, придающие поверхности снега серо-фиолетовую окраску.

На крупнейшем леднике Кавказа — Безенгийском (его длина 18 км) в пробах льда обнаружены колонии бледно-буроватых клеток, напоминающих гроздь винограда; размеры этих колоний — 40×85 мкм, размеры клеток — от 2,5 до 10,5 мкм. Это глеокапса Джорджа, принадлежащая к синезеленым водорослям. Другой вид из этого же рода — глеокапса рупетрис — встречен в тающем, насыщенном водой снегу оливкового цвета. Такую же оливково-зеленую окраску придает снегу и клетки водоросли сихоноцистис.

Однако и отсутствие окраски не означает безжизненности ледника. «Пленка жизни» состоит в этом случае просто из менее плотных популяций, и образующие их клетки не так ярко окрашены.

Кавказская ледниковая микрофлора существует при значительных контрастах температуры воздуха и поверхности и коротковолновой солнечной радиации, в составе которой существенна доля ультрафиолетовых лучей. Эти контрасты в горах более резко выражены, чем на арктических ледниках, где их сглаживают круглосуточное сияние солнца, практическое отсутствие суточного хода температуры. Расчлененный горный рельеф создает сложную мозаику условий жизни, отсюда и разнообразие ее форм. В полной мере это относится и к микрофлоре ледников, состав которой, равно как и интенсивность развития, заметно варьирует при изменении абсолютной высоты, экспозиции, крутизны склона, освещенности ледника. Хотя обследована пока лишь незначительная часть ледников Большого Кавказа (их общее количество превышает 2000), некоторые закономерности распределения ледниковой микрофлоры уже выяснены. Главное ясно, что ледниковая микрофлора предпочитает склоны западной и северо-западной экспозиции, она почти никогда не встречается на южных склонах. С ростом высоты над уровнем моря из популяций постепенно исчезают все виды, кроме синезеленых водорослей.

Эти основные выводы были подтверждены и в 1978 г. на высоких ледниках Памира. В. В. Барке взял пробы с поверхности Памирского фирнового плато и ледников района пика Коммунизма с высот более 6500 м над ур. м. Впервые установил существование микрофлоры на таких высотах Э. Г. Кук, ранее проводивший сборы мик-

рофлоры на Памире. Он определил несколько форм микроводорослей, оказавшихся синезелеными, особая выносливость и жизнестойкость которых хорошо известна.

В памирском материале идентифицированы синезеленые водоросли родов *Oscillatoria*, *Phormidium*, *Calotrix*. Хотя нельзя еще полагать, что это окончательные данные (транспортировка проб снежной флоры с Памира была сложной и длительной, что позволяет допустить, что какая-то часть материала погибла), обнаруженная однородность микрофлоры высокогорья отвечает выявленной на Кавказе закономерности: с высотой синезеленые водоросли занимают доминирующее положение в микробиоценозах.

Памирское фирновое плато, окруженное со всех сторон гребнями гор, представляет собой в значительной степени изолированный бассейн, доступ в который для микроорганизмов «извне» весьма затруднен. Развитие популяций происходит в значительной степени самостоятельно. Это делает «очаги» микрофлоры на ледниках и фирновых полях Памира особенно перспективными для комплексных исследований.

ЛЕДНИКОВЫЕ АЛЬГОЦЕНОЗЫ

Регулярные наблюдения за распространением ледниковых микроводорослей в одном и том же районе позволило установить, что из года в год они вегетируют в одних и тех же местах. Это дает основание говорить о ледниковых микробиоценозах, закономерно формирующихся в определенной экологической обстановке, а поскольку доминирующая роль в этих ценозах принадлежит водорослям, можно считать их альгоценозами.

Ледниковые микробиоценозы формируются в поверхностном слое ледника, физическое состояние которого может быть различным. То это многолетний старый лед, почти лишенный пузырьков воздуха и минеральных включений, но покрытый слоем морены, выходящий на поверхность в самой нижней части ледника, то молодой, относительно чистый, натечный лед, хорошо дренированная фирновая поверхность в области питания ледника и, наконец, снег в различных состояниях: свежесвалившийся и старый, рыхлый и уплотненный, чистый и грязный, сухой и насыщенный талой водой.

В среде, окружающей микроорганизмы, вода существует одновременно в трех фазах. При этом жидкая вода сохраняется

на поверхности ледника при температурах, значительно более низких, чем температура замерзания. Достаточное количество молекул воды существует при температуре до -12°C . Их свободные электроны, по-видимому, используются для фотохимических реакций вегетирующими клетками. Рыхлый лед представляет микроклеткам своего рода «ниши» — каналы, ограниченные кольцами из молекул льда. Вокруг минеральных включений во льду, поглощающих значительно больше тепла, чем кристаллы, возникают как бы «очаги» аккумуляции энергии, в которых таяние идет быстрее. Тающий лед приобретает крупнозернистую, ячеистую структуру, в которую легче «впиться» обитателям микробиоценозов.

Несомненно, очень важное значение для развития микрофлоры имеет и химия ледяной среды. Для жизнедеятельности микроорганизмов необходим определенный набор химических элементов, хотя и в весьма малых дозах. Ледяная среда относится к числу наиболее химически бедных. Источник первоначальной минерализации льда — различные примеси в снежных осадках, и химический состав льда в значительной степени определяется удаленностью ледника от района формирования воздушных масс, приносящих осадки. Осадки, выпадающие над ледниками Кавказа, принесены циклонами с Атлантики, поэтому в свежесвалившемся снеге Эльбруса содержится довольно много ионов хлора (до 40 мг/л). В катионной части заметное место принадлежит щелочным металлам, минеральных примесей значительно меньше, чем в снеге (в 10 и более раз). Но когда лед оказывается на поверхности, он «вторично» обогащается минеральными частицами, остающимися после стаяния его верхних слоев.

Ледники Средней Азии и Сибири обычно загрязнены больше, чем кавказские. Алтайские ледники содержат в поверхностном слое до 10—18 мг/л минеральных веществ, а тьянь-шаньские и памирские — до 100 мг/л.¹ Однако для льда Памира характерно уменьшение содержания аниона хлора, господствующее место которого переходит в катионам кальция и магния; повышается также содержание во льду углекислоты. В особенности интенсивно насыщает ледники кальцием пыль, при-

¹ Коркина Н. М. Химический состав ледников и процессы его формирования. Материалы гляциологических исследований. Хроника. Обсуждения. Вып. 34. М., 1978.

носимая знаменитым «афганцем», иссушающим ветром с юга. Сказывается также удаленность от Атлантического океана, источника хлоридов.

Для жизнедеятельности микрофлоры чрезвычайно важно содержание в поверхностном слое снега и льда газов, в особенности углекислоты. В растворенном в воде воздухе при 0°C содержится в десятки раз больше углекислого газа, чем в атмосфере, а кислорода значительно меньше. И. Н. Степанов обнаружил, что наибольшее количество агрессивной углекислоты (83 — 95 мг/л) сосредоточено в верхних слоях рыхлого снега и в только что образовавшейся талой воде.⁵

Микрофлора, развивающаяся на достаточно бедном минеральном субстрате, в свою очередь, воздействует на изменение химического состава среды, обогащает ее новыми элементами, уменьшает кислотность, доводя ее до средних показателей (рН=4,5—5,0).

Чрезвычайная изменчивость снежной и ледниковой среды обитания в зависимости от изменения метеорологических условий — характернейшая ее особенность, к которой микроорганизмы должны быть приспособлены. Снег и лед исключительно чутки к перемене внешних условий и к фактору времени. С момента выпадения снега на поверхность ледника до превращения его в монолитный лед происходят значительные изменения его плотности, влажности, структуры, содержания минералов и газов.

Микробиоценозы высокогорных ледников пронизаны потоком солнечной радиации высокой плотности. При этом им достается усиленная доза жесткой радиации ультрафиолетового участка спектра. Расхождение возможных и реальных величин поступающего к поверхности ледников лучистого потока в горах обычно минимально. Так, на Памире на высотах 5500—6000 м сумма тепла интегральной солнечной радиации за сутки составляет в июне от 800 до 1000 кал/см². Наибольшая интенсивность радиации в минуту в околополуденное время 1,80 кал/см² и более (до 90% от величины солнечной постоянной).⁶

В Арктике уровень суммарного за

сутки поступления лучистой энергии летом приближается к высокогорному, благодаря круглосуточному полярному дню и высокой степени прозрачности атмосферы при ясном небе. Максимальная интенсивность достигает трех четвертей солнечной постоянной. Наибольшие суммы интегральной радиации на Шпицбергене за сутки при ясном небе — 740 кал/см² в мае и 780 кал/см² — в июне.⁷ Реально наблюдающиеся величины продолжительности солнечного сияния и потока лучистой энергии лишь наполовину меньше возможных.

Распределение энергии в спектре приходящей радиации неодинаково в различных географических районах. И это имеет, очевидно, определенное эколого-физиологическое значение. Заметно различаются светобиологические условия Кавказа и Памира. Для Памира характерно, с одной стороны, преобладание ясной погоды, обеспечивающее большие, чем на Кавказе суточные и месячные суммы радиации, с другой — меньшая прозрачность атмосферы из-за замутненности ее пылевыми частицами, поднимаемыми ветром с окружающих пустынных пространств. Последнее обстоятельство приводит к пониженному уровню поступления ультрафиолетовой радиации, который вообще на больших высотах весьма значителен.

Суточный ход спектральных характеристик радиационного потока в горах характеризуется преобладанием оранжево-красных лучей в утренние и вечерние часы, сине-зеленых — в дневные. Обычно растения поглощают преимущественно лучи сине-зеленого участка спектра и не склонны к усвоению инфракрасной радиации, поскольку тепловая радиация может привести к перегреву в тканях. Большая часть длинноволновой радиации отражается ими. В то же время красные лучи наиболее эффективны в процессе фотосинтеза. Микрофлора высокогорья, окруженная средой с пониженной температурой, по-видимому, не в такой степени, как растительность более низких уровней, чувствительна к перегреву, и доля красных, а возможно и инфракрасных лучей, в общем потоке поглощаемой ею радиации достаточно велика.

В июле 1969 г. В. И. Романенко про-

⁵ Степанов И. Н. Роль снега и льда в осадконакоплении и почвообразовании. Ташкент: Фан, 1964.

⁶ Незваль Е. И. Исследование ультрафиолетовой радиации в горах на юге СССР. М.: Изд-во МГУ, 1973.

⁷ Троицкий Л. С., Зингер Е. М., Корякин В. С., Маркин В. А., Михалев В. И. Оледенение Шпицбергена. М.: Наука, 1972.

вел опыты по определению величины фотосинтеза снежных водорослей на Памире (высота 2700—2900 м над ур. м.). При содержании в пробах красного снега гидрокарбонатов 8,4 мг на килограмм интенсивность образования органического вещества (в переводе на углерод) составила в среднем 3,5 мг/м² за сутки.⁸

К сожалению, данные эти пока единичны. Между тем измерения интенсивности фотосинтеза ледниковых микроорганизмов в различных ледниковых районах очень желательны. Только они дадут оценку биологической продуктивности ценозов «на пределе жизни» и ее изменений при различных условиях, позволят выявить зависимость интенсивности фотосинтеза от режима температуры и влажности, спектрального состава солнечной радиации, от времени суток и сезона.

Желательно также измерение энергетического баланса микробиоценозов на уровне популяции и отдельной клетки, чтобы выяснить, в какой мере жизнедеятельность микрофлоры влияет на тепловую деструкцию снега и льда.

ЛЕДНИКОВЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ

Наличие живых микроорганизмов, вегетирующих на поверхности ледников, дает основание рассматривать ледник в качестве определенной экологической системы. Конечно, это весьма своеобразная система, характеризующаяся крайней бедностью и разреженностью сообществ. По сути, это лишь фундамент будущей экосистемы, формирование которой завершится с исчезновением ледника. В процессе этой эволюции поверхность ледника из года в год понижается и при этом обогащается геохимически. Почвообразование начинается в слое мелкозема, всегда покрывающего поверхность ледника. В этом процессе принимают участие ледниковые микроорганизмы, осуществляющие интенсивный химический обмен со средой. Микроскопические клетки в совокупности обладают чрезвычайно большой площадью соприкосновения с окружающей средой. Поэтому геохимический обмен здесь идет с большей активностью.

Как уже говорилось, исследованиями на Памире и Кавказе установлена закономерность замещения с высотой микро-

биоценоза с разнообразным систематическим составом — чистым альгоценозом с доминированием синезеленых водорослей. Изменение общей окраски микробиоценоза объясняется потребностями энергетической и температурной адаптации водорослей к среде обитания. Синий свет (а его содержание в лучистом потоке с высотой увеличивается) усиливает эффективность запасаения энергии красного участка спектра. Заряд лучистой энергии преобразуется в тепло, необходимое для сохранения жизни клеток в высокогорье, в условиях пониженной температуры.

Сила воздействия основного экологического фактора — солнечной радиации — варьирует в зависимости от географической широты, высоты места над уровнем моря и смены атмосферных циркуляционных процессов. Спектральные исследования ледниковых биотопов представляются необходимыми для решения ряда вопросов экологии и физиологии. Измерение интенсивности фотосинтеза в естественных условиях даст оценку биологической продуктивности ценозов, ее изменений при различных условиях погоды и в зависимости от спектрального состава потока солнечной радиации, от сезона и времени суток.

Проявление жизненных процессов на современных ледниках нельзя считать каким-то случайным и не заслуживающим внимания явлением. Можно предположить, что расцвет ледниковых микробиоценозов (если таковой действительно имеет место) предвещает тот этап резкого сокращения оледенения Земли, о котором все чаще говорят гляциологи.⁹ Возможно и другое предположение: микроорганизмы в ледниковых экологических нишах являются своеобразным индикатором уровня геохимического загрязнения биосферы. Оба предположения гипотетичны и нуждаются в подтверждении фактическими данными.

Очевидно, многое может быть сделано также в деле выявления видового разнообразия ледниковых микробиоценозов. Не исключено, что в этих необычных условиях будут обнаружены новые виды и формы, будут раскрыты новые закономерности их географического распространения и существования в современных условиях.

⁸ Романенко В. И. О фотосинтезе водорослей в красном снегу на Памире. — В кн.: Биология внутренних вод, № 11. М., 1971, с. 8.

⁹ Котляков В. М. Современные проблемы гляциологии. — Природа, 1979, № 9, с. 77.

Современная научно-техническая революция: ее содержание и перспективы

И. А. Апокин



Игорь Алексеевич Апокин, кандидат технических наук, старший научный сотрудник Института истории естествознания и техники АН СССР. Работает над проблемами истории и перспектив развития кибернетической техники, ее воздействия на общественное развитие. Монографии: Тонкие магнитные пленки в вычислительной технике. М.—Л.: Энергия, 1964 (в соавторстве с Г. Ф. Кипаренко); Технология изготовления ферромагнитных пленок. М.—Л.: Энергия, 1966; Развитие вычислительных машин. М.: Наука, 1974 (в соавторстве с Л. Е. Майстровым). В «Природе» опубликовал статью «Автоматизация: возможности и ограничения» (1978, № 7).

Одна из задач, поставленных перед советской наукой XXVI съездом КПСС,— расширение исследований по теоретическим вопросам создания материально-технической базы, экономики и культуры коммунистического общества. Решение этой задачи непосредственно связано с исследованием перспектив современной научно-технической революции (НТР).

Научно-техническая революция имеет свои временные и содержательные границы. Начало современной НТР большинство исследователей относит к середине XX в. (революционные изменения в естествознании на рубеже XIX—XX вв. обычно рассматриваются как истоки НТР, создание научных предпосылок для ее развития). Ряд исследователей придерживается мнения, что именно с новейшей революции в естествознании и следует начинать отсчет времени НТР. Таким образом, к настоящему времени процесс НТР длится, по различным оценкам, около трех—семи десятилетий. Тем не менее — и совершенно справедливо — в ряде работ отмечается, что мы находимся в самом начале развития НТР, что «научно-техническая революция сейчас, по сути дела,

еще на старте»¹. На чем основана такая оценка? Прежде всего на том, что революционные сдвиги в науке и технике во многом еще далеки от своего логического завершения — адекватной практической реализации.

Приведем только один пример. Атомная энергетика, отсчет существования которой начинается с 1954 г. (первая советская атомная электростанция), до сих пор занимает скромное место в производстве электроэнергии (около 10% в развитых капиталистических странах в 1979 г.). Однако к 2000 г. ожидается, что атомная энергетика будет обеспечивать от 30 до 50% электроэнергии в этих странах. К 1990 г. в СССР и США ожидается также создание первых демонстрационных термоядерных электростанций (демонстрационных в том смысле, что затраты энергии на их работу будут приблизительно равны полезному выходу). Очевидно, что атомная (и термоядерная) энергетика смогут занять

¹ Человек — наука — техника (опыт марксистского анализа научно-технической революции). М.: Политиздат, 1973, с. 31.

ведущее или одно из ведущих мест в мировом энергобалансе не ранее 20—30-х годов XXI в. Следовательно, если считать, что одним из проявлений НТР является переход от традиционных энерго-ресурсов к нетрадиционным (атомная и термоядерная энергия, а также использование солнечной энергии, энергии ветра, морских приливов и тепла земных недр), то эта проблема будет решена только в XXI в.

То обстоятельство, что современная НТР еще находится на начальном этапе своего развития, не снимает вопроса о предполагаемых содержательных границах ее развития и конечных результатах. Этот вопрос тем более важен в настоящее время, когда одним из важнейших направлений научных исследований в СССР является разработка теоретических предпосылок создания материально-технической базы коммунистического общества².

ЦАРСТВО НЕОБХОДИМОСТИ И ЦАРСТВО СВОБОДЫ

В исследованиях, связанных с рассмотрением содержательных границ НТР, вырисовываются две точки зрения. Согласно одной из них, процесс создания нового технологического способа производства на основе достижений НТР является ее заключительным этапом. Так, В. Д. Камаев предлагает следующую периодизацию: 1) научный, подготовительный этап (первая половина XX в.); 2) современный этап: перестройка технической и отраслевой структуры народного хозяйства; 3) этап создания крупного автоматизированного машинного производства, начало которого ориентировочно датируется 90-ми годами XX в., а «полное развитие» — после 2000 г.³ Согласно другой точке зрения, развитой в работах С. В. Шухардина и А. А. Кузина, современная НТР для того, чтобы завершиться, должна перерасти в новую производственную революцию, причем в условиях социализма данный процесс приводит к созданию нового уклада техники — комплексно-автоматизированного производства, адекватного коммунистической общественной формации⁴.

Обе концепции близки в оценке одного из важнейших результатов процесса (создание комплексно-автоматизированного производства), причем эта оценка важна для нас в том отношении, что позволяет однозначно использовать понятие «содержательные границы НТР».

Если рассматривать современную НТР в целом как процесс коренного качественного преобразования производительных сил (а именно такой подход характерен для исследований 70-х годов), то для определения содержательных границ НТР необходимы данные, показывающие, какими должны стать производительные силы в результате их качественного преобразования. Общей руководящей идеей здесь может служить гениальное предвидение К. Маркса о таком уровне производительных сил общества будущего, при котором имеет место переход из «царства необходимости» в «царство свободы». «Царство свободы, — пишет Маркс, — начинается в действительности лишь там, где прекращается работа, диктуемая нуждой и внешней целесообразностью, следовательно, по природе вещей оно лежит по ту сторону сферы собственно материального производства... Свобода в этой области может заключаться лишь в том, что коллективный человек, ассоциированные производители рационально регулируют этот свой обмен веществ с природой, ставят его под свой общий контроль, вместо того, чтобы он господствовал над ними, как слепая сила; совершают его с наименьшей затратой сил и при условиях, наиболее достойных их человеческой природе и адекватных ей. Но тем не менее это все же остается царством необходимости. По ту сторону его начинается развитие человеческих сил, которое является самоцелью, истинное царство свободы, которое, однако, может расцвести лишь на этом царстве необходимости, как на своем базисе»⁵.

Именно такой уровень производительных сил, который предвидел Маркс, является конечным и важнейшим результатом развития НТР. Этот уровень может быть охарактеризован рядом показателей, в том числе относящимися к комплексной автоматизации материального производства, автоматизации ряда отраслей непроизводственной сферы и решению энергетической проблемы.

² Материалы XXV съезда КПСС. М.: Политиздат, 1976, с. 214.

³ Камаев В. Д. Современная научно-техническая революция. Экономические формы и закономерности. М.: Мысль, 1972.

⁴ Современная научно-техническая революция. Историческое исследование. М.: Наука, 1970, с. 229.

⁵ Маркс К. и Энгельс Ф. Соч., 2-е изд., т. 25, ч. 2, с. 386—387.

Комплексная автоматизация сферы материального производства. Если существенно большая часть времени затрачивается обществом на «развитие человеческих сил, которое является самоцелью» (т. е. в областях, не связанных с созданием материальных благ) и если при такой ситуации имеет место неуклонное развитие производственной сферы в соответствии с растущими потребностями в материальных благах, то в определенном смысле можно говорить о завершении процесса комплексной автоматизации производства.

Очевидно, что процесс создания комплексно-автоматизированного производства не эквивалентен автоматизации современных производственных и технологических процессов. Развитие технологии имеет свои закономерности. Не останавливаясь на рассмотрении этого чрезвычайно интересного в историко-техническом и прогностическом плане вопроса, отметим лишь, что в различных отраслях производства имеет место смена ведущих технологических процессов в направлении от преимущественного использования механической обработки вещества к применению физических, химических, а также биологических методов. В каждой отрасли эти изменения имеют свои особенности, но общее направление заключается в технологическом использовании более сложных форм движения материи для преобразования предмета труда в конечный продукт. Таким образом, понятие «комплексно-автоматизированное производство» подразумевает не только высокий уровень развития автоматов и автоматизированных систем, управляющих производством и технологическими процессами, но и глубокие изменения в области технологии и других компонентов производства (его организации, места человека в производственном процессе и т. д.).

Решение энергетической проблемы. Высокий уровень развития производительных сил, адекватный комплексно-автоматизированному производству, требует производства энергии в таких масштабах, которые не могут быть обеспечены эксплуатацией постепенно истощающихся природных ресурсов. Следовательно, предстоит переход от невозполнимых ресурсов (таких, как уголь и нефть) к практически неисчерпаемым ресурсам. Дополнительными стимулами такого перехода являются ценность угля и нефти как химического сырья и экологические проблемы, порождаемые их использованием в качестве

топлива. Решение энергетической проблемы на уровне, обеспечивающем функционирование и развитие комплексно-автоматизированного производства, а также сопутствующее решение ряда экологических вопросов могут рассматриваться в качестве одной из содержательных границ НТР.

Автоматизация ряда отраслей непроизводственной сферы. Распространение процесса автоматизации на непроизводственную сферу является необходимым в том смысле, чтобы экономия суммарного рабочего времени, достигаемая комплексной автоматизацией производства, не была поглощена разрастающейся сферой услуг. Автоматизация ряда отраслей непроизводственной сферы требует, в частности, создания роботов и автоматов с более высоким уровнем машинного интеллекта по сравнению с современными ЭВМ⁶.

Достижение перечисленных выше показателей связано с комплексом проблем, в том числе с проблемой сырья (где важное значение имеют освоение новых ресурсов, таких как ресурсы океана, снижение материалоемкости производства и оптимальная утилизация бытовых и производственных отходов, одновременно решающая ряд вопросов экологии), проблемой количественного роста научно-технической информации (решение которой в принципе может быть получено за счет развития автоматизированных банков данных и информационно-вычислительных сетей) и проблемой защиты окружающей среды. Решение этих проблем на уровне, обеспечивающем функционирование и дальнейшее развитие комплексно-автоматизированного производства, также может быть отнесено к содержательным границам современной НТР.

Завершая краткое рассмотрение содержательных границ НТР, необходимо подчеркнуть, что их достижение зависит от социальных условий. В условиях капитализма имеет место «суженное, одностороннее развитие научно-технической революции», которая не только обостряет существующие противоречия капитализма, но и порождает новые. При социалистических производственных отношениях,

⁶ Апокин И. А. Автоматизация: возможности и ограничения. — Природа, 1978, № 7, с. 107.

⁷ Научно-техническая революция и углубление экономических и социальных противоречий капитализма на современном этапе. Международная теоретическая конференция. — Мировая экономика и международные отношения, 1979, № 7, с. 28.

являющихся оптимальными для развития НТР, реализация ее достижений в широкой практике, однако, не происходит автоматически, а требует глубокого, научно обоснованного подхода. Именно в этом плане стоит задача органического соединения достижений НТР с преимуществами социализма, решаемая в СССР⁸.

НТР И ПОСЛЕДУЮЩИЕ РЕВОЛЮЦИОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В НАУКЕ И ТЕХНИКЕ

В период промышленной революции XVIII—XIX вв. был сделан ряд выдающихся открытий и изобретений, получивших широкую реализацию только в ходе современной НТР. Приведем только один пример — создание структуры вычислительной машины для выполнения сложных научно-технических расчетов и разработка основ программирования Ч. Бэббиджем и А. Лавлейсом в 30—40-х годах XIX в. Было бы неверным соотносить все достижения науки и техники второй половины XX в. с теми или иными проявлениями НТР. Некоторые из них, по-видимому, не будут реализованы в полной мере в период НТР, а составят ядро последующих революционных изменений в науке и технике.

Современная НТР имеет центром своего приложения производительные силы. Переворот в производительных силах обеспечивает в конечном счете высокий уровень потребления материальных благ в сочетании с малыми затратами рабочего времени на их создание. В результате этого гигантского по своим масштабам переворота в производственной сфере на первое место среди задач, решаемых обществом, выходит широкий спектр непроеизводственных задач, связанных с человеком, окружающей его средой и т. п. Эти задачи решаются и в настоящее время, а потенциальные возможности их решения неизбежно ограничены уровнем развития производительных сил и затратами рабочего времени на функционирование сферы материального производства. Решение же производственной проблемы в целом (на уровне комплексно-автоматизированного производства) создает исключительно благоприятные условия для смещения центра научных исследований в области, непосредственно связанные с человеком.

К аналогичному выводу приводит

рассмотрение объективной внутренней логики развития науки. Как известно, в естествознании имеет место периодическая смена «лидера», науки или комплекса наук, играющих ведущую роль в прогрессе науки в целом на определенном историческом этапе. Для XVII и XVIII вв. эту роль сыграла механика, а с конца XIX до середины XX в. — субатомная физика. Как отмечает Б. М. Кедров, смена лидера в естествознании имеет определенную закономерность: «Чем сложнее объект той или иной науки, ... тем позднее он может быть изучен в своих элементарных формах и соответственно этому тем дальше от начала общего ряда наук находится его место»⁹. В итоге делается вывод, что в настоящее время роль лидера естествознания начинает играть комплекс наук (биология, химия, кибернетика, астрономия), в ближайшем будущем ведущее место займет ряд областей биологии (в том числе биокрибиетика), а в дальнейшем — «возможно, психология»¹⁰.

К интересным выводам приводит анализ научно-технического прогресса с позиций общей теории систем, проведенный Г. Н. Поваровым. Критерием прогресса выбран уровень сложности технических систем, причем современная НТР рассматривается как переход к познанию и созданию систем с числом элементов 10^4 — 10^7 и вероятностной организации связей между ними. На середину или конец XXI в. прогнозируется переход к новому уровню системной сложности (системы, способные к самоорганизации с числом элементов 10^8 — 10^{30}), т. е. новой НТР, в рамках которой «мы вправе ожидать и значительной перестройки самого человека»¹¹.

Крупные достижения в области молекулярной биологии, такие как определение структуры ДНК, синтез ряда гормонов и создание первого искусственного гена, обратили внимание не только биологов, но и философов, историков науки, исследователей НТР на огромные потенциальные возможности практического применения данных открытий. Так, С. А. Хейнман, рассматривая перспективы НТР в свете

⁹ Научно-техническая революция и социализм. М.: Политиздат, 1973, с. 55.

¹⁰ Там же.

¹¹ Поваров Г. Н. To Daidalu ptero (к познанию научно-технического прогресса). — В кн.: Системные исследования. М., 1972, с. 165.

⁸ Материалы XXIV съезда КПСС. М.: Политиздат, 1971, с. 57.

развития биологии, приходит к следующим выводам: «Во-первых, человечество сможет направленно воздействовать на процессы органической жизни и на этой основе колоссально повысить эффективность общественного производства, а также повысить возможности и добиться значительно совершенствования самого человека — первой производительной силы общества. Во-вторых, общество сможет постоянно внедрять в производство «технические и организационные достижения органической жизни» и на этой основе обеспечить новую научно-техническую революцию, которая, судя по всему, оставит далеко позади возможности, заложенные в современной научно-технической революции»¹².

Наряду с достижениями биологии большое перспективное значение имеют исследования в области медицины, направленные на создание искусственных органов. Пока эти исследования находятся в начальной стадии. Тем не менее отдельные исключительно сложные задачи решены (например, замена поврежденных клапанов сердца искусственными). Значительные по масштабам работы проводятся по проблеме «искусственное сердце», являющейся одной из важных тем совместных советско-американских исследований. Существенный интерес представляют исследования в области биоэлектрического управления, начало которых и ряд технических реализаций связаны с работами советских ученых.

По-видимому, наиболее сложной технической проблемой является создание искусственного интеллекта. Частичное решение этой проблемы (создание систем с элементами искусственного интеллекта) ожидается в период современной НТР. Существенно более сложной и, соответственно, отдаленной по времени решения задачей является создание искусственного интеллекта с лучшими параметрами биологических систем.

Приведенные выше соображения являются не более чем несколькими штрихами обширного спектра исследований, время широкой практической реализации которых выходит за рамки НТР.

ЧЕЛОВЕК — ОБЪЕКТ ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

С развитием научно-технического прогресса возрастают возможности и рас-

ширяется круг объектов целенаправленной деятельности человека. Объектами воздействия являются среда обитания, растительный и животный мир и, наконец, человеческое общество. Важно отметить, что эффективность воздействия непосредственно зависит от степени научного познания объекта. Нет достаточных оснований считать, что человек как биологический вид не станет объектом сознательного целенаправленного воздействия. Все зависит, с одной стороны, от степени изученности процессов, происходящих в человеческом организме, особенно на молекулярном уровне, и, с другой стороны, от целесообразности соответствующего воздействия. Однако этими двумя обстоятельствами данная проблема не исчерпывается. В прогностическом плане представляет интерес вопрос: является ли научно-технический прогресс (например, создание высокоорганизованных автоматов, логика исследования космоса и т. п.) стимулом для направленного воздействия на человека?

В настоящее время вырисовываются два направления исследований, которые могут привести к созданию средств радикальной модификации ряда характеристик человека. Первое направление — назовем его условно биологическим — связано преимущественно с разгадкой генетического кода, геной инженерией и в дальнейшем синтезом молекул ДНК. Первоначальной и не вызывающей каких-либо возражений целью такого рода исследований является лечение наследственных болезней. Возможно, что на пути генетических исследований откроются перспективы существенного продления срока жизни.

Другое направление исследований по воздействию на человека, которое мы условно называем технологическим, радикально отличается от биологического. Весьма несовершенным примером технологического воздействия является опыт современного протезирования. Однако уже в настоящее время вырисовываются контуры создания более эффективных технических средств. На пути создания искусственных органов, полностью или даже более эффективно заменяющих естественные, стоят огромные трудности. Тем не менее тенденция направлена в сторону создания таких органов. Вероятно, что не только относительно простые функции (такие, как функции сердца), но и несравненно более сложные, например функции печени, будут реализованы с помощью специфических искусственных уст-

¹² Хейнман С. А. Научно-техническая революция сегодня и завтра. М.: Политиздат, 1977, с. 108.

роиств. Отдаленной во времени, но исключительно важной является перспектива полноценной реализации функций человеческого мозга с помощью устройств, выполненных на небιологической основе. Такая возможность может представить практический интерес, если чисто биологическими средствами не будет найдено способов существенного продления естественной жизни мозга.

Биологические и технологические методы, очевидно, не следует противопоставлять друг другу. В настоящее время, например, исследования в области радикального лечения болезней сердца включают как биологические исследования (например, пересадка сердца), так и технические разработки (по проблеме «искусственное сердце»). По-видимому, как биологические, так и технологические методы будут широко использоваться в будущем.

Какие существуют стимулы для целенаправленного воздействия на человека? Выше отмечалось, что, например, вмешательство в генетическую структуру человека с целью лечения наследственных болезней оправдано со всех точек зрения. Очевидно также, что замена утративших работоспособность органов искусственными также не вызывает сколько-нибудь обоснованных возражений.

Возможности и стимулы направленного воздействия на человека тесно связаны с научно-техническим прогрессом, поскольку последний будет не только определять возможности направленного воздействия, но и, по-видимому, оказывать определенное влияние на побудительные мотивы к применению воздействий. Здесь имеется в виду прежде всего тенденция современной НТР, направленная на создание все более сложных и эффективных устройств, моделирующих процессы умственного труда. В настоящее время такими устройствами являются ЭВМ. Они несравненно уступают человеческому мозгу по количеству схем (условно эквивалентных нейронам), их организации и многим другим параметрам. Тем не менее в некоторых отдельных видах умственного труда ЭВМ значительно превосходят человека. Это происходит в основном из-за высокой скорости работы: по сравнению с нейроном быстродействующие электронные элементы переключаются приблизительно в миллион раз быстрее. Поэтому, например, одна сверхмощная вычислительная система с разделением времени может вести одновременный диалог с тысячами абонен-

тов, которые не замечают задержки в ответах на их вопросы (на самом деле система «беседует» со всеми не одновременно, а поочередно, причеи отводит на беседу с каждым сравнительно небольшой — порядка одной тысячной секунды — отрезок машинного времени).

Почему ЭВМ высокоэффективны только в отдельных видах умственного труда? Во-первых, потому что у них отсутствует хотя бы самое примитивное представление о внешнем мире, получаемое человеком на собственном опыте активного взаимодействия с окружающей средой. Без такой элементарной основы пассивное восприятие информации от человека приводит не к самостоятельному мышлению, а к механическому запоминанию данных и правил их обработки. Вторая причина — это количество и организация элементов. Если в мощной вычислительной системе используется около миллиона логических и запоминающих схем (т. е. в десятки тысяч раз меньше, чем нейронов в коре головного мозга), а структура связей между схемами примитивна и рассчитана на логическое, а не на ассоциативное мышление, то трудно надеяться на формирование искусственного интеллекта.

Приведенные данные дают ориентировочное представление о глубине и трудностях проблемы. Однако мнение как большинства специалистов в области кибернетики, так и (в настоящее время) большинства исследователей философских проблем кибернетики совпадает: в конечном счете проблема искусственного интеллекта будет решена. Оптимистический взгляд базируется на отсутствии принципиальных ограничений на пути познания человеческого интеллекта, реальном ходе событий (определенных успехах в моделировании некоторых интеллектуальных функций), объективной логике НТР и исключительно быстром развитии ряда областей науки и техники, прежде всего электроники (например, за последние 35 лет плотность размещения электронных схем возросла приблизительно в миллион раз).

Создание все более совершенных автоматов, на наш взгляд, не может не явиться дополнительным стимулом для экспериментов по целенаправленному воздействию на человека с целью радикального повышения его возможностей. Здесь важно отметить, что подобные эксперименты могут иметь успех только в рамках технологического направления исследований. Никакие биологические методы со-

вершенствования тех или иных характеристик человека в принципе не смогут преодолеть фундаментальных различий в скорости передачи и обработки сигналов, отличающих биологические системы от систем, использующих электронные или электромагнитные способы передачи информации.

В настоящее время нет достаточных данных для того, чтобы судить (даже в общих чертах), каким именно путем будет развиваться применение методов целенаправленного воздействия на человека. Поэтому ограничимся рассмотрением только самых общих вариантов, являющихся, в сущности, продолжением тех тенденций, которые намечались в современных исследованиях. Таких вариантов, или сценариев будущего развития цивилизации¹³, минимум два.

Первый вариант, связанный преимущественно с развитием биологических методов совершенствования человека, может привести к созданию цивилизации, в рамках которой постепенно будут решены многие современные проблемы человеческого существования, такие как болезни, преждевременное старение и т. п. Вполне возможно, что на данном пути будет достигнуто более или менее значительное продление средних сроков человеческой жизни. В то же время на пути биологического совершенствования человечество должно примириться с тем, что развитие высокоорганизованных автоматов будет идти достаточно высокими темпами и по возможности решения интеллектуальных задач такие автоматы будут все более и более превосходить человека. Следует отметить, что в самом этом факте не заключается чего-либо опасного и устрашающего. У человека не возникает чувства неполноценности из-за того, например, что автомобили и самолеты перемещаются в пространстве быстрее пешеходов, а увеличение опасности, связанное с ростом мощности технических систем, до известной степени компенсируется повышением их надежности и техникой безопасности. Аналогичный ход рассуждений применим к развитию высокоорганизованных автоматов и роботов, целесообразность создания которых, очевидно, будет диктоваться логикой научно-технического прогресса.

Альтернативным вариантом развития является растущее и преимущественное применение технологических методов целенаправленного воздействия на человека. На этом пути возможно создание своеобразной технологической цивилизации, в которой человек сознательно и постепенно будет трансформировать себя. Побудительные мотивы такой трансформации весьма многочисленны. Здесь и стремление к многократному продлению жизни (если окажется невозможным достичь этого чисто биологическими методами), и стремление обезопасить себя на случай непредвиденных катастроф (путем, например, резервной записи памяти), стремление непосредственно (а не только с помощью автоматов) исследовать природу в экстремальных условиях (космос, океан) и т. д. Важно отметить, что тенденция к технологической трансформации существует и в настоящее время диктуется естественными и гуманными целями — создания взамен утративших работоспособность искусственных органов.

Важный вывод состоит в том, что во все больших масштабах будет осуществляться биологическое и технологическое, сознательное и целенаправленное воздействие на человека, диктуемое гуманными соображениями, реализующее извечные и естественные чаяния человечества и определяемое (по возможностям реализации) ходом и логикой научно-технического прогресса. Независимо от того, какими преимущественными путями (биологическим, технологическим, их сочетанием) будет осуществляться это воздействие, в конечном счете человек будущего будет все более и более отличаться по своим характеристикам от современного. Осознание таких перспектив не может не представлять интереса и с естественнонаучной и философской точек зрения.

ГУМАНИТАРНАЯ РЕВОЛЮЦИЯ

За горизонтами современной НТР вырисовываются контуры новой и еще более радикальной по своим последствиям революции. Объектом этой гуманитарной революции является сам человек, а целями — гарантия здоровья и увеличение продолжительности жизни, совершенствование физических и духовных сил, способностей к научному и художественному творчеству, существенное повышение эффективности процессов обучения, глубокое изучение биологических, психологических и общественных факторов, лежащих в ос-

¹³ Здесь и в дальнейшем при рассмотрении отдаленного будущего специально не оговаривается и принимается как очевидная предпосылка бесклассовой коммунистической общественной организации.

нове поведения, эмоционального и интеллектуального склада личности.

Роль кибернетики в этом процессе двоякая. Во-первых, биологическая кибернетика, медицинская кибернетика, социальная кибернетика будут все шире использоваться для решения конкретных проблем. Во-вторых, и это отмечалось выше, создание технической кибернетикой все более сложных интеллектуальных автоматов может дать ключ к некоторым весьма радикальным формам технологической трансформации человека, а также создать определенный психологический климат, в котором такое преобразование будет рассматриваться как новый этап

развития цивилизации. Альтернативным вариантом является чисто биологическое совершенствование. Оба направления революционны по своей сути и могут рассматриваться как ведущая черта грядущей гуманитарной революции.

Особенность гуманитарной революции состоит в том, что ее ход будет подчинен коллективной воле человечества. Объективная логика научно-технического прогресса (особенно применительно к возможностям целенаправленного воздействия на человека) будет реализовываться в той мере, в какой общество сочтет это целесообразным.

НОВОСТИ НАУКИ

Генетика

Арабидобрассика — растение, созданное человеком

В Институте генетики растений им. М. Планка (ФРГ) в результате совместной работы советского исследователя Ю. Ю. Глеба (Институт ботаники АН УССР) и немецкого — Ф. Гофмана создано новое растение — арабидобрассика. Оно получено путем соматической гибридизации арабидопсиса (*Arabidopsis thaliana*) и сорнополевых вида капусты (*Brassica campestris*).

Новый межродовой гибрид выращивался в три этапа. Сначала в результате слияния изолированных протопластов соматических клеток арабидопсиса и капусты были получены

гибридные клетки, обладающие хромосомами от обоих исходных растений в разных количественных соотношениях и, следовательно, различающихся генетически. Затем путем размножения отдельных гибридных клеток в условиях стерильной культуры на твердых питательных средах, содержащих агар, глюкозу, витамины, минеральные вещества и растительные гормоны (ауксины и кинины), получали каллусы (аморфные разрастания) соответствующих клеточных линий. Наконец, на третьем этапе, изменяя состав питательных сред (главным образом соотношения ауксинов и кининов), вызывали стимуляцию клеток каллуса к морфогенезу. Благодаря такой стимуляции гибридные клетки каллуса одних клеточных линий формировали только корни, других — только побеги, третьих — це-

лые растения с корнями, побегами и цветками.

Организация отдельных органов и целых цветущих растений, развившихся из гибридных клеток, была очень разнообразной. Наряду с различными сочетаниями морфологических признаков, наследуемых от исходных форм, гибридные растения имели ряд необычных нарушений. Например, у цветущих растений пестики и тычинки превращались в листовидные образования, уменьшалось число или полностью исчезали тычинки и лепестки.

Цветущие растения арабидобрассики не были способны к опылению; воспроизведение и размножение полученных форм возможно лишь вегетативным способом в условиях культуры тканей.

Определение времени жизни очарованных частиц

А. О. Вайсенберг,
доктор физико-математических наук

Институт теоретической и экспериментальной физики
Москва

Открыв «Таблицу свойств частиц» 1980 г., мы найдем в ней не менее 26 «стабильных частиц», 38 мезонов и 53 бариона. Существование античастиц почти удваивает эти числа. Огромным успехом в классификации такого количества разнообразных частиц стала теория кварков: она указала элементы, из которых построены «элементарные» частицы. В таблице 1 приведены свойства четырех кварков¹ — гипотетических элементарных частиц с дробным электрическим зарядом, спином $1/2$ и барионным числом $1/3$.

До середины 60-х годов физикам казалось, что все существующие частицы можно «построить» из трех кварков: из кварков u и d — протон, нейтрон и Λ -мезоны, а третий кварк s нужен для создания странных частиц — K -мезонов ($K^+ = u\bar{s}$, $K^0 = d\bar{s}$ и $K^- = \bar{u}s$).

Однако постепенно накапливались указания на то, что теория с тремя кварками недостаточна для объяснения некоторых наблюдаемых явлений, и в середине 60-х годов теоретики предсказали существование четвертого кварка (c) с новым квантовым числом, названным «очарованием».

Очарованные частицы.
После открытия J/ψ -частицы

существование нового «очарованного» кварка стало несомненным. Из трех «старых» кварков (u , d , s) и c -кварка можно построить большое число новых мезонов и барионов. Среди них наименьшей массой обладают так называемые очарованные псевдоскалярные мезоны (D - и F -мезоны):

$$\begin{aligned} D^0 &= \bar{u}c, & \bar{D}^0 &= u\bar{c}, \\ D^+ &= \bar{d}c, & D^- &= d\bar{c}, \\ F^+ &= \bar{s}c, & F^- &= s\bar{c}. \end{aligned}$$

В отличие от D -мезонов, F -мезоны относятся к странным частицам — в их составе имеется s -кварк.

Кроме очарованных мезонов существуют очарованные

барионы — частицы, состоящие из трех кварков, один из которых — очарованный.

В таблице 2 приведен кварковый состав, значения масс и спинов очарованных частиц, существование которых надежно установлено².

Распад c -кварка и очарованной частицы. Очарованные частицы нестабильны. Подобно тому как мюон распадается на электрон и два нейтрино ($\mu^+ \rightarrow e^+ + \nu_e + \bar{\nu}_\mu$), c -кварк может

² Об открытии этих частиц см.: Природа, 1977, № 2, с. 137; 1979, № 9, с. 107; 1981, № 1, с. 111.

Таблица 1
Свойства четырех кварков

кварк	заряд, e^*	странность	очарование
u	$2/3$	0	0
d	$-1/3$	0	0
s	$-1/3$	-1	0
c	$2/3$	0	-1

* e — заряд электрона

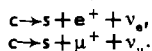
Таблица 2
Свойства очарованных частиц

	частица	Кварковый состав	спин и четность	масса [*] , МэВ
мезоны	D^0	$\bar{u}c$	0	1863
	D^+	$\bar{d}c$	0	1868
	F^+	$\bar{s}c$	0	~ 2030
барионы	Λ_c^+	udc	$1/2$	~ 2260
	Σ_c^+	udc	?	~ 2457
	Σ_c^{++}	uuc	$1/2$	~ 2430

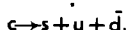
¹ Подробно о кварках см.: Шехтер В. М. Кварки — Природа, 1980, № 2, с. 53.

* Напомним, что масса протона $M_p = 938 \text{ МэВ} \approx 1 \text{ ГэВ}$

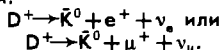
распадаться на s-кварк и два лептона (например, электрон и электронное нейтрино или мюон и мюонное нейтрино):



Это так называемые полулептонные распады с-кварка. Кроме них могут происходить и нелептонные распады, когда возникают три кварка:

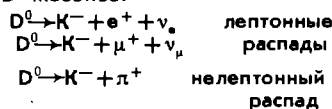


Рассмотрим теперь, что будет, если с-кварк, составляющий «часть» D^+ -мезона, распадется. В процессе полулептонного распада образуются s-кварк, два лептона от распада с-кварка и d-кварк, входивший в состав D^+ -мезона. Кварки могут объединиться в K^0 -мезон, и тогда схемы распада D^+ -мезона можно представить следующим образом:



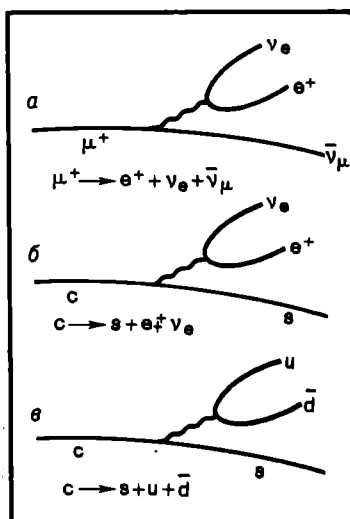
При нелептонном распаде D^+ -мезона образуются четыре кварка: три кварка s, u и $\bar{d}$ от распада с-кварка и четвертый кварк $\bar{d}$ — «свидетель» процесса, в нем, однако, не участвующий. Если в конечном состоянии этот кварк объединится с s-кварком, а u- и d-кварки «сольются» в π^+ -мезон, то мы получим распад, происходящий по схеме $D^+ \rightarrow \bar{K}^0 + \pi^+$.

Аналогичным образом можно представить распады D^0 -мезонов:

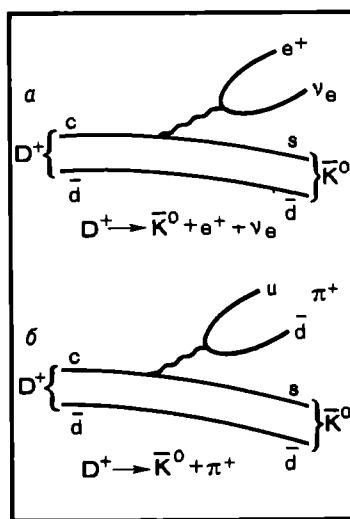


Мы видим, что во всех перечисленных случаях возникают K-мезоны с отрицательным значением странности (K^-). Соответственно, распад античастиц, т. е. D^- и $\bar{D}^0$ -мезонов, вызовет появление K-мезонов с положительной странностью (K^+ и K^0 -мезонов).

Эти свойства распада очарованных частиц подтверждены на опыте и составляют одну из экспериментальных основ гипотезы о существовании очарованного кварка. Кроме K-мезонов и лептонов в этих распадах возникают пионы. Их число определяется законами сохра-



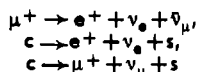
Графическое представление (диаграммы Фейнмана) распада мюона (а) и аналогичного ему распада с-кварка: полулептонного (б) и нелептонного (в). Волнистая линия соответствует W-бозону — гипотетической частице, осуществляющей слабое взаимодействие. Скорость протекания каждого из процессов пропорциональна пятой степени массы распадающейся частицы. Если с-кварк в 20 раз тяжелее мюона, то скорость его распада в 320 000 раз больше скорости распада мюона.



Диаграммы Фейнмана полулептонного распада D^+ -мезона (а) и нелептонного распада D^+ -мезона (б). При распаде с-кварка, входящего в D^+ -мезон, всегда возникает странный кварк s, который в конечном состоянии объединяется с кварком $\bar{d}$, «свидетелем» процесса распада, образуя K^0 -мезон. Кроме того, при нелептонном распаде u- и $\bar{d}$ -кварки объединяются в π^+ -мезон.

нения заряда и энергии. Так, например, наряду с распадом $D^0 \rightarrow K^- + \pi^+$ возможен и распад $D^0 \rightarrow K^- + \pi^+ + \pi^0$ и т. п.

Время жизни очарованных частиц. Из теории известно, что скорость протекания процес-



пропорциональна пятой степени массы распадающейся частицы. Для мюона эта скорость известна: она обратна его времени жизни $\tau_\mu = 2,27 \cdot 10^{-6}$ с:

$$W_\mu = \frac{1}{\tau_\mu} = 4,4 \cdot 10^5 \text{ с}^{-1}.$$

Скорость распада с-кварка можно представить как произведение W_μ на пятую степень отношения массы с-кварка (~ 2 ГэВ) к массе мюона (~ 100 МэВ). Тогда для скорости

полулептонного распада мы получим

$$\begin{aligned} W(c \rightarrow e^+ + \nu_e + s) &\approx \\ &= \left(\frac{2000}{100}\right)^5 W_\mu = 1,41 \cdot 10^{12} \text{ с}^{-1}. \end{aligned}$$

Распад по второму полулептонному каналу происходит с той же скоростью. Кроме того, существуют нелептонные каналы распада. Их три (а не один, как можно было бы думать), ведь каждый кварк существует в трех «цветных» состояниях и поэтому нелептонный канал распада реализуется трижды. Следовательно, для распада с-кварка существуют пять каналов, а в первом приближении равновесных. Поэтому полная скорость распада этой частицы

$$W_c = 5 \cdot 1,4 \cdot 10^{12} \text{ с}^{-1},$$

а время жизни τ_c , обратное W_c , должно быть близко к величине $1,4 \cdot 10^{-13}$ с.

Таким образом, опираясь на аналогию между распадом мюона и с-кварка, лежащую в основе современной теории слабых взаимодействий, мы оценили время жизни очарованных частиц.

Гибридные опыты. Как же измерить столь короткий промежуток времени? Прямой способ заключается в определении распадного пути l , т. е. расстояния между точкой, где частица родилась, и точкой, где она распалась. Эта величина связана с временем жизни частицы τ , ее импульсом P и массой M следующим образом:

$$l = \frac{P}{M} \tau = \frac{(P/c)}{M} \text{ ст.}$$

Величина ст, составляющая примерно 40 мкм ($c = 3 \cdot 10^{10}$ см/с, $\tau = 1,4 \cdot 10^{-13}$ с), и определяет порядок величины распадных длин для «полурелятивистской» частицы, у которой импульс $P \approx Mc$.

Измерить такие расстояния в обычной пузырьковой камере почти невозможно. Диаметр пузырьков, образующих след частицы, составляет доли миллиметра (0,3—0,5 мм), а расстояние между соседними пузырьками в следах быстрых частиц измеряется миллиметрами. Поэтому в пузырьковой камере распад короткоживущей частицы не виден: вторичные следы начинаются практически в той же точке, где произошло взаимодействие. Столь же неэффективны в этом случае и электронные методы измерения времени жизни частиц. Для этой цели лучше всего подходит ядерная фотоэмульсия. Размер проявленного зерна в ней составляет доли микрон, а среднее расстояние между зернами в следах релятивистских частиц равно 3—4 мкм. Напомним, что именно эти свойства ядерной эмульсии позволили в свое время измерить время жизни π^0 -мезона, а ведь оно составляет всего лишь 10^{-16} с (соответственно $\sigma_{\pi^0} \approx 0,03$ мкм!).

Однако для решения поставленной задачи далеко не достаточно поместить ядерную эмульсию в пучок частиц большой энергии. Поскольку сейчас известно уже не менее шести очарованных частиц, и теоретически их должно быть гораздо больше, то, прежде чем опреде-



Входное окно 15-футовой пузырьковой камеры Национальной ускорительной лаборатории им. Э. Ферми (снимок сделан внутри камеры во время монтажа). К фланцу окна прикреплены два контейнера из нержавеющей стали; контейнер содержит 11 стопок эмульсии, объем каждой из которых 1 л. Видна система реперных крестов, нанесенных на стену камеры и на поверхность контейнеров. С помощью этих крестов совершается переход из координатной системы камеры в систему эмульсии. Пучок нейтрино (направлен на нас) пронизывает эмульсию и камеру. В рабочем состоянии камера заполняется жидким дейтерием.

няя в магнитное поле, или специальный спектрометр для анализа свойств вторичных частиц.

В экспериментах, проводимых в Европейском центре ядерных исследований (ЦЕРН, Швейцария), эмульсионная мишень помещалась у входного окна пузырьковой камеры BEBC³, а в Батавии, в Национальной ускорительной лаборатории им. Э. Ферми, — непосредственно внутри большой 15-футовой пузырьковой камеры, наполненной дейтерием⁴. Обе камеры облучались пучками нейтрино большой энергии. Во втором из этих опытов, который осуществлялся в сотрудничестве с советскими и польскими физиками, эмульсия на протяжении нескольких месяцев, пока в ней «накапливались» взаимодействия, должна была находиться при температуре жидкого дейтерия (31 К). Для этого в СССР была изготовлена специальная эмульсия, не теряющая чувствительности при таких температурах.

Рассматривая снимки взаимодействий в пузырьковой

лать время жизни по формуле для распадной длины, нужно разобраться, с какой именно частицей мы имеем дело. Для этого необходимо восстановить схему распада, т. е. измерить импульс и энергию всех вторичных частиц. Выполнить эти исследования с помощью одной лишь эмульсии невозможно. Поэтому возникла идея гибридных опытов, в которых эмульсия служит просто мишенью, но мишенью «живой», которая позволяет видеть происходящие в ней рождение и распад очарованных частиц. Вторичные частицы, возникающие при этом, исследуются с помощью специальной установки, расположенной дальше по пучку, за эмульсионной мишенью. Такой установкой может быть большая пузырьковая камера, помещен-

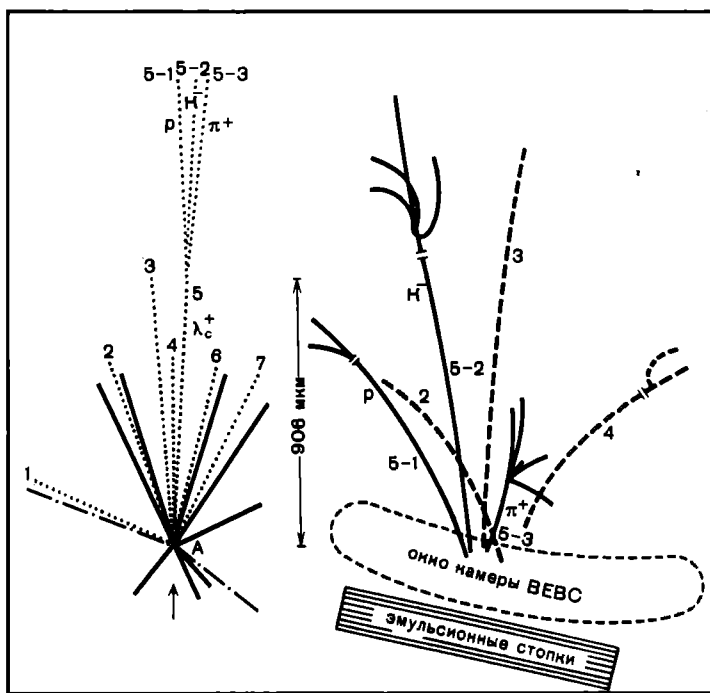
³ BEBC — Big European Bubble Chamber — большая европейская пузырьковая камера (англ.).

⁴ Об этих экспериментах см.: Ammar R. et al. Phys. Lett., 1980, v. B94, p. 118; Allasia D. et al. Phys. Lett., 1979, v. B87, p. 287.

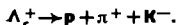
камере, исследователи ищут такие события, когда несколько следов выходят из точки, находящейся внутри эмульсии. Как правило, такой пучок частиц с общим центром в эмульсии возникает от взаимодействия ядра вещества эмульсии с частицей падающего на нее пучка. Дальнейшая задача — это продолжить следы, видимые в камере, обратно в эмульсию и получить таким образом координаты области, где нужно искать взаимодействие. Эта процедура, которую осуществляют с помощью ЭВМ, получила название целеуказания. После того, как целеуказание проведено, нужно осмотреть предсказанный объем и найти искомое взаимодействие — «звезду», созданную нейтрино. У опытного микроскописта это занимает от нескольких часов до нескольких дней, в зависимости от точности целеуказания. Однако очарованные частицы рождаются далеко не в каждом взаимодействии. Если нас интересуют лишь порядки величин, а не точные цифры, то можно считать, что вероятность рождения очарованной частицы при взаимодействии ядер эмульсии с нейтрино близка к 5%, с фотонами — к 0,5%. Если же очарованную частицу рождает протон, то вероятность ее появления близка к 0,1%, т. е. нужно просмотреть около 1000 взаимодействий в надежде найти одну очарованную частицу. Именно поэтому до сих пор в поисках распадов очарованных частиц использовались либо пучки нейтрино, либо фотоны высоких энергий.

После того как точка, где произошло взаимодействие, найдена, нужно внимательно посмотреть, нет ли в ее окрестности признаков распада очарованной частицы — расщепления следа заряженной частицы на нечетное число следов (так называемой «вилки»). Распады нейтральных частиц выглядят иначе — в них нет первичного следа, а из вершины, обращенной в сторону точки, где произошло взаимодействие, выходит четное число следов.

Однако соединение эмульсионной мишени, где происходят взаимодействия, с пузырьковой камерой, с помощью



Схематическое изображение следов частиц в пузырьковой камере ВЕВС (справа). Частицы возникли в эмульсии в результате взаимодействия ее ядра с нейтрино. Продолженные в эмульсию, они указывают на ту ее область, где нужно искать следы происшедшего взаимодействия (показаны слева; увел. примерно 1000 раз). Видно, что на расстоянии 906 мм от точки А, где произошло взаимодействие, след 5 расщепляется на три: 5-1, 5-2, 5-3. Из продолжение можно найти на рисунке справа. По измерениям импульса, ионизирующей способности и по поведению следов в камере можно заключить, что след 5-1 принадлежит протону, след 5-2 — K⁻-мезону и след 5-3 — π⁺-мезону. На этом основании наиболее вероятной в данном случае представляется следующая схема распада очарованного барииона:



которой осуществляется целеуказание, и последующий анализ природы распадных частиц — не единственный и даже, может быть, не лучший способ решения проблемы. Наилучшие результаты к настоящему времени получены в Батавии, где эмульсионная мишень использовалась в

сочетании с большим спектрометром заряженных и нейтральных частиц⁵.

Этот прибор фактически представляет собой соединение нескольких спектрометров, расположенных друг за другом, вдоль пучка. Ближе всех к мишени стоит магнитный спектрометр, основой которого является сверхпроводящий магнит и система дрейфовых камер⁶ на его входе и выходе. Этот прибор дает возможность точно измерять импульсы заряженных частиц в области десятков ГэВ/с. Следующий спектрометр предназначен для измерения энергии фотонов. Его главная часть — стена — мозаика из большого количества блоков свинцового стекла. Фотон или электрон большой энергии, попавший в такую стену, создает в нем

⁵ Ushida N. et al. Phys. Rev. Lett., 1980, v. 45, № 13, p. 1053; Ushida N. et al. Ibid., v. 45, p. 1049.

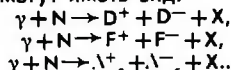
⁶ О принципе действия дрейфовых камер см.: Хабашев А. Г., Многоканальные детекторы рентгеновского излучения. — Природа, 1980, № 1, с. 30.

ливень вторичных фотонов и электронов меньшей энергии. Величина вспышки черенковского излучения в стекле и является мерой числа вторичных частиц, а следовательно и мерой энергии первичного фотона или электрона. Энергия ядерных частиц измеряется третьим спектрометром, который называют «калориметром». Он поглощает ядерную частицу и измеряет всю выделившуюся при этом энергию. Большие слои железа

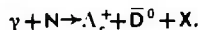
за калориметром, прослоенные сцинтилляторами, образуют последний спектрометр, предназначенный для распознавания мюонов и измерения их энергии по длине пробега в железе, — мюонный идентификатор.

В настоящее время в ЦЕРНе выполняется другой гибридный опыт на большом магнитном Ω -спектрометре, в который направлен пучок фотонов большой энергии⁷. Как и в описанных выше экспериментах,

что в этом случае очарованные частицы могут возникать только парами (с очарованием $+1$ и -1). Соответствующие реакции могут иметь вид:



Замечательным результатом опыта на Ω -спектрометре стало наблюдение нескольких событий такого ассоциированного рождения очарованных частиц. Одно из них — это процесс



В эмульсии на расстоянии 50 мкм от нейтринной звезды виден распад очарованного бариона:

$\Lambda_c^+ \rightarrow \Lambda^0 + p^+$, а на расстоянии 124 мкм от звезды — распад очарованного нейтрального $\bar{D}^0$ -мезона, происходящий по схеме $\bar{D}^0 \rightarrow K^+ + p^+ + \pi^- + \pi^-$.

Другие методы. Из формулы для распадной длины видно, что она пропорциональна импульсу частицы. Поэтому,

если он достаточно велик, время жизни очарованной частицы можно измерить и в мишенях более «грубых», чем эмульсия. Несколько таких измерений удалось выполнить непосредственно на 15-футовой пузырьковой камере Национальной лаборатории им. Э. Ферми. Возможно, что в следующем поколении ускорителей когда энергию частиц удастся увеличить в несколько раз, такие измерения станут более обычными.

Существуют и интенсивно разрабатываются и другие «живые» мишени, которые позволяют измерять малые распадные длины. С их помощью, несомненно, будут сделаны новые шаги в измерении времени жизни очарованных и других короткоживущих частиц. Особенно многообещающей кажется возможность использовать в качестве мишеней небольшие пузырьковые камеры объемом около литра. Они маломинерционны и могут работать с большой частотой, совершая десятки расширений в секунду. Пузырьки в такой камере за малое время расширения не успевают вырасти до больших размеров — их диаметр не превышает 35—50 мкм и,

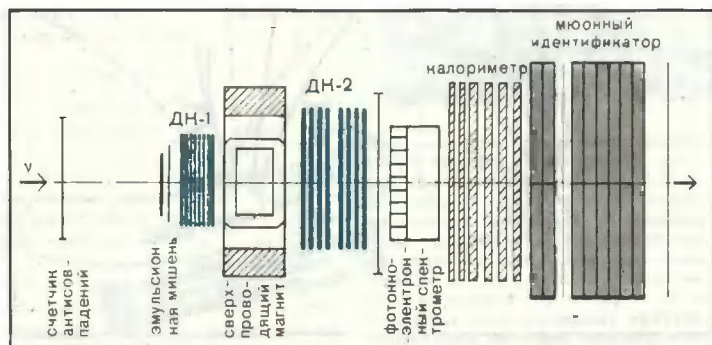
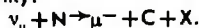


Схема гибридного опыта по определению времени жизни очарованных частиц в Национальной ускорительной лаборатории им. Э. Ферми. По ходу пучка нейтрино расположен большой спектрометр с эмульсионной мишенью (около 30 л эмульсии). Прибор состоит из четырех спектрометров: магнитного спектрометра (сверхпроводящий магнит с дрейфовыми камерами ДК-1 и ДК-2 на его входе и выходе) — для измерения импульса заряженных частиц и целеуказания; фотонно-электронного спектрометра из свинцового стекла — для измерения энергии фотонов и электронов; адронного калориметра — спектрометра для измерения энергии ядерных частиц; мюонного идентификатора из железных пластин и слоев сцинтиллятора — спектрометра для распознавания мюонов и измерения их энергии по длине пробега частиц в железных пластинках прибора. Перед спектрометром расположен большой счетчик антисовпадений; он выключает спектрометр, если в него вместо нейтрино попадает заряженная частица.

Ω -спектрометр — прибор уникальный и чрезвычайно сложный — предназначен для целеуказания в эмульсионную мишень и для анализа природы вторичных частиц.

В пучках нейтрино очарованные частицы рождаются в одиночку:



Здесь C — любая очарованная частица, а через X обозначены все остальные продукты реакции. В таком процессе очарования в начальном состоянии не было, а в конечном оно появилось. Это типичный случай несохранения очарования в слабых взаимодействиях. Иначе должно обстоять дело, если вместо нейтрино использовать фотоны. Это уже электромагнитный процесс, в котором как странность, так и очарование участвующих в нем частиц должны сохраняться. В начале такого взаимодействия очарования нет. Не должно быть его и в конце, а это означает,

⁷ Adamovich M. et al. Phys. Lett., 1979, v. B89, p. 427.

Структура современного научного исследования природы

А. Ф. Зотов



Анатолий Федорович Зотов, доктор философских наук, профессор кафедры истории зарубежной философии философского факультета Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова. Работает над проблемами методологии науки и истории современной буржуазной философии. Автор книг: Структура научного мышления. М.: Политиздат, 1973; Буржуазная «философия науки». М.: Изд-во МГУ, 1978 (в соавторстве с Ю. В. Воронцовой) и др. В «Природе» опубликовал статью: Понятие объективности знания в современной науке (1974, № 12).

Пожалуй, тривиально звучит тезис, что большинство проблем, которые стоят ныне перед человечеством, имеют исторические корни и часто в весьма далеком прошлом. Это относится и к науке. Ее настоящее, современный выбор научных задач и направления, в которых мы ищем решения, в весьма значительной степени детерминированы ее прошлым. Но какова эта детерминация? Могло ли знание природы идти совершенно другим путем? Или же наличное следует принимать в качестве должного? Если стать на последнюю позицию, рано или поздно придется признать, что всякая попытка активно определить направление дальнейшего развития науки — дело безнадежное, наука будет развиваться так, как предначертано судьбой (или, если угодно, историей), а самое большее, что можем сделать мы, — это либо ускорить, либо замедлить темпы ее прогресса.

Однако такого рода научно-исторический фатализм уже не имеет столь солидных корней в сознании ученых и политиков, которыми он обладал в недавнее время. Историки науки в своих попытках рационально реконструировать прошлое естествознания все чаще приходят к мысли, что периоды научных революций — это не только время коренной ломки традиционных представлений о мире, смена «парадигм» (Т. Кун), «эпистем» (М. Фуко), «ис-

следовательских программ» (И. Лакатош) и т. п., но и своего рода узловые точки исторического процесса, в которых человечество некоторым образом определяет дальнейший путь развития науки. Комплекс проблем, подготовленный определенным этапом развития науки, даже можно сказать — им порожденный, вовсе не предполагает, по-видимому, однозначного решения. В принципе, их может существовать несколько, как впрочем, в рамках данного способа постановки вопросов решения может и не быть. Тогда появляется необходимость пересмотра позиции. В результате ряд проблем исчезает, переходя в раздел «псевдопроблем», а перед взором ученого открываются новые проблемные горизонты, которые вовсе не были логическим итогом размышлений над вопросами, унаследованными от прошлого. Революция есть перерыв постепенности, и в этом особом смысле и в развитие науки тем самым включается момент случайности, или, лучше сказать, свободы, поскольку, признавая наличие случайности в том или ином открытии, вовсе не обязательно отрицать историческую неизбежность каждого крупного шага в русле единственно возможного процесса развития науки.

Вопросы такого рода, на наш взгляд, далеки от того, чтобы быть схоластическими спекуляциями. В эпоху научно-техниче-

ской революции очень важно своевременно и обоснованно ответить на вопрос, какой должна быть политика в области науки, насколько широки возможности сознательно влиять на ее развитие, а через нее — на технический прогресс; насколько реальна возможность не только предвидеть наше будущее, но и планировать (или, скажем резче, выбирать) его. Говоря определеннее — нужно ли ограничиться обсуждением мер по оптимизации наличного процесса, признав его единственно возможным, или рассматривать такую оптимизацию как вопрос тактики, в то время как стратегия состоит в свободном (хотя бы относительно) выборе дальнейшего пути.

Представляется, что помочь ответить на такие вопросы способна история науки и техники. Если удастся показать, что кумулятивистское представление о развитии науки, даже дополненное признанием научных революций, в целом несостоятельно, если будет найден элемент случайности (в отмеченном выше смысле) в ее развитии, то очевидно, что обсуждение возможностей дальнейшего пути не бесплодно, что выбор, который ранее происходил стихийно, в будущем может стать сознательным и свободным. На наш взгляд, верно последнее. Скачок из царства необходимости в царство свободы, о котором говорил К. Маркс, имеет свой социальный аспект — освобождение человека от власти им самим созданных производственных отношений, которое совершается в процессе построения коммунизма. Но у него есть и другой аспект, касающийся той очеловеченной природы, которая образовалась в ходе технико-производственной деятельности. Здесь также обнаруживается обширная область свободы, творческой инициативы, орудием осуществления которой является наука.

Отсюда первый вопрос: было ли жестко детерминировано прошлое науки? Если признать, что для науки характерны два момента: а) использование идеальных моделей в качестве «ядра» картины мира и б) использование имперсональной (надличностной) системы способов логического построения, развертывания и доказательства научных положений, то ее (науки) возникновение не было неизбежным моментом в эволюции познания. Такая форма знания оказалась результатом «стечения обстоятельств», вовсе не обязательного в истории. Попробуем объяснить.

Если логическая операция абстрагирования возникает в русле любой практической деятельности, выделяющей в каче-

стве предмета определенные связи и отношения объекта, то идеализация образуется, пожалуй, в противоположность к характеристикам реальности, которые открывал человек в первоначальных формах его практики. Идеальные объекты геометрии (и натурфилософии!), сформированные древнегреческими мудрецами, конфликтуют с очевидностями чувственного созерцания и примитивной формой первоначальных технологических процессов, освоенных людьми. Землемер никогда не встречается ни с точками, не имеющими частей, ни с бесконечными прямыми, ни с абсолютно точными фигурами евклидовой геометрии, ни с демокритовыми атомами. Не случайно мыслительные операции, легшие в основу идеализации (а тем самым и современного научного мышления), достигли наибольшего развития именно в древней Греции, где сложилось своеобразное созерцательное отношение мыслителя к действительности и несколько негативное — к производительному труду. В условиях рабовладельческой демократии древних греков рождается тип мышления, которое стремится к «общепонятному» представлению мира, не испытывая при этом надобности в проверке своих картин чувственной очевидностью и тем более практически-производственным эффектом. Социальная система древних греков способствовала и появлению рациональной формы доказательства (вначале как средства убеждения) — дедуктивной логики, из которой в дальнейшем разовьется специальный способ развертывания и трансляции научного знания.

Так возникли важнейшие предпосылки науки. Но ведь сама такая социальная система в процессе общественного развития не была неизбежной: большая часть народов мира не прошла через эту стадию!

Вместе с тем в условиях демократического рабовладения предпосылки науки не могли превратиться в теоретическое естествознание, поскольку материальная сторона жизни свободного человека была вытеснена на культурную периферию. Те же причины, которые способствовали формированию и развитию навыков теоретизирования, мешали трактовке производства в качестве критерия истинности теоретического предположения. Конечно, первые шаги к науке мышление могло совершить, лишь сделав свои построения «непрактичными» и отвергнув многообразие чувственного мира как «видимость», поскольку идеализация могла быть первоначально оправдана перед судом разума только при том условии, что ее конфликт с очевидностью

и практическим опытом заведомо не будет рассматриваться как аргумент против нее. Но условия, облегчающие такие первые шаги к науке, мешали сделать следующие! Для того чтобы идеализированные конструкции натурфилософов и математиков «переросли» в естественнонаучные теории, необходимо было, чтобы научившееся их строить мышление нашло обратную дорогу к практической жизни, научилось оправдывать и корректировать их, размышляя над практическими результатами. От противопоставления абстрактных идеальных конструкций чувственной конкретности следовало перейти к их синтезу. Такое могло осуществиться только после разрушения рабовладения, точнее, после образования новых ценностных ориентиров мыслительной деятельности.

Таким образом, для появления естествознания в качестве науки, с одной стороны, было необходимо сохранить навыки работы с идеализированными объектами, образовавшимися в условиях рабовладельческой культуры, и вместе с этим направить работу мышления в русло достижения практических эффектов. Это было возможно только в условиях другой культуры, в корне отличной от прошлой по своим ценностным установкам. Диалектическая преемственность этих культур оказывается, таким образом, необходимым условием рождения естествознания. Специфические обстоятельства европейского средневековья, благодаря которым совершается трансляция мыслительных достижений античности в условиях такой культуры, в которой они бы возникнуть не смогли, и вместе с тем важные преобразования этих интеллектуальных достижений не случайно привлекают сейчас внимание историков естествознания и методологов. Мы оставляем здесь «за скобками», при всей его важности, механизм такой трансляции, поскольку предмет это особый и к тому же относится к конкретным деталям интересующего нас вопроса. Но мы должны остановиться несколько подробнее на некоторых моментах образования связей естествознания Нового времени с практикой и производством, поскольку именно эти связи во многом определили структуру современной науки о природе и специфику ее различных уровней.

Нельзя не обратить внимания на то обстоятельство, что до XVIII в. включительно производственная техника в Европе развивалась отнюдь не трудами ученых. Установка Ф. Бэкона прежде всего на получение «плодов» от дерева познания скорее

встречала оппозицию естествоиспытателей, нежели их поддержку. Как констатирует М. Эспинас, вдохновленное бэконовскими идеалами Лондонское королевское общество в конце XVII и начале XVIII вв. переживает кризис. Характерен общий застой исследований и отказ от всех элементов бэконовской программы: обогащение ремесел, совершенствование языка, создание истории искусств и ремесел. Более того — программа эта больше не воскресала¹. Это можно понять, если иметь в виду трудности, которые возникали из столкновения традиций теоретического мышления — построения идеальных моделей объекта и трактовки элементов таких моделей в качестве сущностных характеристик бытия — с утилитаристской установкой на практическую ценность знания. Не случайно сам Бэкон, утверждавший, что он разработал «органон» научного познания, способного дать полезные плоды, не получил ни одного такого «плода». Полученные теоретиком-естествоиспытателем «сущности» сплошь да рядом оказывались непрактичными. И сначала это привело даже к известному торможению научно-теоретических исследований. В этом плане показательна переписка известных химиков начала XIX в. Г. Жерара, Ю. Либиха и Рейнозо, выдержки из которой приводит французский историк философии Л. Сэв. Вот что пишет Либих в 1838 г. Жерару:

«Прежде всего будьте осторожны в ваших теоретических суждениях, потому что Академия является непримиримым противником теорий, каким она была во все времена... Мне и моему старшему собрату (Й. Берцелиусу.— А. З.) с трудом прощают высказывания теоретического порядка. И если мне трудно заставить себя слушать, то тем меньше надежд преуспеть в этом у молодого человека. Действуя таким образом, в Париже можно сделать всех своими врагами...»² (Интересно, что именно Либих основал первую в Европе лабораторию, где проходили теоретическую и вообще научную подготовку химики-практики.) А вот письмо, написанное еще через 17 лет Рейнозо к Жерару:

«Здесь, в Париже, полный застой в науке: все, что является чистой наукой, никого не интересует и проходит незамечен-

¹ The intellectual revolution of the seventeenth century. London-Boston, 1974, p. 347—386.

² Сэв Л. Современная французская философия... М.: Прогресс, 1968, с. 195—196.

ным. Сегодня нужно устремляться в промышленную практику. Ученый исчезает, уступая место тому, кто использует его, эксплуатируя его любым способом. Мы очень далеки от захватывающей поры энтузиазма, когда нас интересовала одна наука³.

Припомним, что попытки теоретически мыслящих естествоиспытателей XV—XIX вв. приложить свои знания к решению практических задач не снискали им лавров. Несколько ярких примеров: Х. Гюйгенс и Р. Гук пытались усовершенствовать часы, но хронометр изобрел плотник Дж. Харгривс (кстати, важные для развития часового дела изобретения Гюйгенса — анкерный спуск и балансир — не связаны с его теоретическими разработками); промышленно используемую паровую машину в Европе сделали военный инженер Т. Севери и кузнец Т. Ньюкомен; люди, работавшие над совершенствованием ткацкого станка, тоже были далеко от науки — Р. Аркрайт был цирюльником, Дж. Харгривс, как уже указывалось, — плотником.

Идеи теоретического естествознания не оказывали еще сколько-нибудь заметного действия на процесс изобретательства, естествознание не стало еще, так сказать, техногенным. Но зародыш такого будущего качества все же, пожалуй, появился с первых шагов экспериментирования, направленного на подтверждение теоретических предположений о «природе» изучаемого явления. Ведь экспериментальное подтверждение состояло, по существу, в искусственном получении явления! В ходе поисков доказательства теоретических результатов естествоиспытатели конструировали приборы и искусственно создавали ситуации, в которых, в случае удачи, наблюдалось предполагаемое явление. А это значит, что научно-теоретическая мысль в союзе с экспериментированием уже становилась изобретательской, уже создавала сферу приложений, правда, вначале как особый слой самой науки, по-прежнему толкуемой как «испытание природы». Те изобретения, приборы и экспериментальные установки, которые служили объективации теоретических предположений, как правило, были еще не нужны промышленному производству, поскольку их «продукция» не имела потребительской стоимости для «массового» человека. Научное мышление посредством экспериментирования

уже создавало особые продукты, но их единственным потребителем оставалась сама наука.

Подобное положение, в общем, сохранилось до тех пор, пока промышленность и транспорт не стали испытывать острой нужды в искусственных, или, скажем мягче, не встречающихся в нужном виде в природе материалах в качестве сырья для массового производства (самых машин и ряда потребительских товаров, не говоря уже о фармакологии). Вряд ли случайным было столь большое внимание к промышленной ориентации химии. Изобретатель постепенно перестает ограничиваться использованием «традиционных» естественных материалов и чаще обращается к «побочному источнику» — продукту работы естествоиспытателя, даже если продукт этот и не создавался для практических целей. Если, к примеру, даже часы можно было сделать из естественных материалов, традиционных для «донаучного» производства (известны даже часовые механизмы из дерева с упругими элементами из щетины), то этих материалов недостаточно для изготовления радиоаппарата или электрического телеграфа. Тут в дело идут процессы, которые впервые появляются в лабораториях естествоиспытателей. На этом пути и складывается современное разделение труда между научными исследованиями и техническими разработками в едином общем процессе, а вместе с этим внутри науки вычлняются фундаментальные и прикладные исследования и результаты.

Говоря об этом поистине переломном моменте в истории науки и производства, нам представляется чрезвычайно важным еще раз подчеркнуть следующее:

а) Естествонаучное исследование не было от рождения ориентировано на получение утилитарного результата, и это было важным условием зарождения и первоначального прогресса теоретического мышления. Установка на постижение «природы в ее сущности», в «чистом виде», а не в «случайной» форме непосредственно данного, унаследованная от греческой античности и характерная для первых шагов естествознания как науки, не только способствовала применению и развитию навыков теоретизирования, но и породила особую форму экспериментирования, в которой фактически достигалась объективация теоретически оправданных представлений — проверочный эксперимент. Этот «проверочный» эксперимент в действительности не «снял покровы» с природы — он создавал «искусственную» ситуацию, вызывая

³ Там же, с. 196.

к жизни в лаборатории то, что не могло бы возникнуть «само по себе» или в процессе изобретательского совершенствования и обработки природных материалов, продиктованного практическими нуждами.

б) До определенного времени технические утилитаристские установки производства противоречили установкам естественнонаучного исследования, причем до такой степени, что практически исключалось сотрудничество ученого с изобретателем за пределами исследовательских задач. Однако прогресс научного экспериментирования, обнаружение ряда интересных эффектов в ходе такого исследования существенно изменили ситуацию: стала возможной кооперация этих, ориентированных противоположным образом, видов деятельности — научного исследования и технического творчества.

в) В ходе развития такой кооперации происходит частичная ценностная переориентация научной работы: полезность (или техническая применимость) того или иного научного результата, как и «побочного» продукта, полученного при достижении этого результата, начинает рассматриваться как важная характеристика итога научной работы. Тем самым уже внутри науки, наряду с исследованиями, по-прежнему нацеленными на «бескорыстное» познание природы (фундаментальными), образуется цех «прикладных», результаты работы которого представляют собой «склад», содержание которого в принципе можно использовать практически. Векторы этих двух составляющих естествознания расходятся под некоторым углом: то, что в фундаментальной науке рассматривается как средство или побочный результат, в прикладной предстает как цель.

г) Эта прикладная часть естествознания оживотворяется, собственно говоря, стимулами, внешними науке. Потому и предстают ее результаты как «полуфабрикат», нуждающийся еще в обработке. Научная истина — ценность сама по себе. Но процесс, созданный в лаборатории и в принципе способный быть полезным, актуально еще не полезен. То, что проводник с током взаимодействует с магнитным полем, — фундаментальное научное открытие. Догадка, что этот эффект открывает возможность получения механической энергии, начинает прикладную фазу, итогом которой может стать конструктивная идея электромотора или электромагнита. С подобных конструктивных идей начинается еще одна стадия — технической разработки.

д) Теперь, после образования трехзвенной цепочки, «чистое» научное исследование становится для технологов той курицей, которая несет золотые яйца (пусть даже такое «качество» самой «ученой курицы» безразлично). Так в принципе завершается превращение естествознания в «техногенный комбинат».

Как мы видим, хотя звенья этой цепочки и связаны естественным образом, связь эта вовсе несимметрична и с точки зрения фундаментального исследования представляется внешней и даже случайной. Конечно, можно принять как факт возможность практического использования некоторых итогов бескорыстного исследования природы, не попытавшись объяснить, а почему, собственно, это возможно. Так, в общем, и происходило на протяжении долгого времени. В условиях попыток сознательной организации работы комбината исследований, выработки научной политики развития естествознания над этим вопросом полезно задуматься.

XX век внес существенные изменения в самосознание фундаментальной науки, которое, правда, нередко принимало причудливую и даже извращенную форму. Фиксация факта материального взаимодействия с объектом в процессе наблюдения и экспериментирования, принципиально важного для понимания смысла наблюдения и измерения в микромире, трактовалась в духе агностицизма. Знание зависимости эксперимента от теории, для проверки которой он задуман, приводило к выводам, граничащим с субъективным идеализмом. Изучаем ли мы на самом деле независимую от сознания реальность, все более приближаясь к копированию ее характеристик, или происходит что-то иное? Созерцательная гносеологическая установка, унаследованная фундаментальной наукой от своего далекого прошлого и ставшая чем-то вроде аксиомы, не позволяла даже правильно формулировать возникающую здесь проблему. Трудности, с которыми столкнулась атомная физика, представляли поэтому в виде частоты традиционных формулировок: можем ли мы измерить абсолютно точно координату и импульс частицы? Способен ли результат измерения представлять свойства объекта, или это в принципе недостижимо? И т. д. и т. п. Так гносеологические споры продолжают кипеть в сосуде прежней парадигмы. А ведь новая парадигма давно начала формироваться вместе с признанием базового характера законов сохранения и принципов запрета в физике. Они явно не укла-

дывались в прокрустово ложе созерцательных представлений о научном познании, поскольку объекта, который они описывают, в смысле созерцательной гносеологии просто не существует. Если динамические законы можно было трактовать как «упрощения», «огрубления», «чистые случаи» реальных процессов, а статистические — как то же самое для массовых явлений, то в отношении законов сохранения и тем более принципов запрета такая трактовка выглядела совершенно неправдоподобной.

Здесь явно вырисовывается качественно иной предмет — не область наличного, а сфера принципиально возможного (или, соответственно, невозможного). И как только этот предмет легализуется в фундаментальной науке, начинается и переосмысление интерпретаций привычных динамических законов — они раскрываются теперь как фиксации принципиально возможного хода процесса в некоторых вырожденных условиях. То, что раньше трактовалось как «объект в чистом виде», теперь может быть понято как специально сконструированная ситуация с минимальным числом подлежащих учету параметров.

Изменилось и представление о смысле «проверочного» эксперимента. С одной стороны, он вроде бы остался «окончательным судьей», выносящим приговор теоретическому предположению (впрочем, процесс переосмысления проверочного эксперимента начался именно с того, что стали сомневаться в его способности быть критерием истинности). Но с другой — он говорит уже не о том, соответствует или не соответствует теоретическая формулировка чему-то, что существует и до него, «на самом деле», в форме объекта или созерцания, если использовать терминологию К. Маркса. Он свидетельствует, что теоретическое предположение оправдано для известных условий и может быть реализовано для некоторого класса ситуаций, что определенная зависимость может быть осуществлена. Наличие такой зависимости в «естественных» природных условиях становится частным случаем возможного в принципе.

Только теперь система научного знания приобретает гносеологическую стройность. Установка фундаментальной науки в конечном счете направлена на выяснение классов принципиально возможных (соответственно, невозможных) событий. Опробование таких предположений — проверочный эксперимент — в «позитивном ис-

полнении» фиксирует в качестве удовлетворительного результата любой, в принципе воспроизводимый отдельный пример, каковой трактуется в качестве представителя широкого класса возможных явлений. И здесь заканчивается поиск фундаментальной науки.

Задача согласования фундаментальных и прикладных исследований ставится теперь иначе, чем прежде. В той мере, в какой ученый изображает картину своей области исследований в модусе возможного, он уже дает технологический совет, иногда в весьма общей форме, но иногда достаточно конкретно, хотя и оставляет в стороне вопросы экономической эффективности или необходимых затрат. Решение физиками проблемы существования изотопов было, например, началом разработки схем их промышленного производства. Доказательство возможности управляемого термоядерного синтеза получает естественное продолжение в конструировании установки «Токамак-10», которая может рассматриваться как зародыш будущей водородной энергетики. Это значит, что методологическое противопоставление «чистого» и прикладного исследования теряет свое основание.

Тождественность гносеологической установки облегчает связь между фундаментальными и прикладными уровнями исследования, однако не ликвидирует важных различий как в их назначении, так и в результатах. Исследование того, что принципиально возможно в природе, раскрытие фундаментальных законов объективного мира (как и прежде) остаются первейшей задачей «академической» науки. Однако в рамках понимания принципиально возможного, открытого фундаментальной наукой легче рождается прикладное исследование, создающее реальные технические проекты.

В ходе этого важного преобразования научное познание не перестает быть отражением объективного мира, хотя изменяется угол зрения, под которым ученый изучает мир. Последний предстает теперь не только как нечто данное, но и как область объективных возможностей. Конечно, материалом, на котором ученый базирует свои концепции и строит проекты, по-прежнему служит наличная объективно существующая реальность.

Итак, прикладное научное исследование, либо используя общую формулировку, либо базируясь на подтверждающем ее экспериментальном результате, проектирует по сути дела те же самые экс-

перименты в такой форме, которая способна заинтересовать производство. Здесь завершается и прикладное исследование, а научная идея переходит в стадию технической разработки. На этой стадии научно-прикладной результат, воплощенный в лабораторной установке, превращается в производственную технологию, имеющую целью получение серийного продукта и к тому же в ощутимых количествах.

Приведем конкретный, хотя и известной мере искусственный пример. Законы электромагнитной индукции могут быть проверены для случая взаимодействия стационарного магнитного поля с движущейся в нем металлической пластинкой. Зарегистрирован теоретически предсказанный факт торможения пластинки из немагнитного материала в магнитном поле (стадия фундаментальной науки). Истина установлена. Теперь эффект взаимодействия магнитного поля с веществом может представить интерес для техники и специально изучается для разных веществ и их состояний в случае разной напряженности магнитного поля. Оказывается, что в жидкостях частицы металла, большие по удельному весу, чем данная жидкость, всплывают на поверхность при включении магнитного поля, причем разные металлы и сплавы всплывают при разных напряженностях. Этот эффект в принципе может быть использован для обогащения руд или сортировки смесей различных соединений. Создается экспериментальная установка, в которой, в условиях лаборатории, данный процесс реально происходит (прикладное исследование). На стадии разработки принцип обогащения металлических руд доводится до стадии технического проекта, скажем, обогащения медной руды с исходным составом в 0,6% до концентрата в 25%. Для этого рассчитывают необходимую степень измельчения руды, напряженности магнитного поля, потребляемой мощности на единицу продукта, способ охлаждения электромагнитов и т. д. и т. п. Готовится опытный образец промышленной установки.

Теперь попробуем провести анализ этого же примера «с конца». Поиск способов обогащения медных руд даже при условии довольно высокой стоимости оборудования, когда богатые месторождения планеты истощены, — достаточно естественное направление поиска технической мысли. Естественно, что сначала работы ведутся в традиционном русле, скажем, применения методов флотации. Но «прикладники» замечают возможности, на которые ранее внимание не обращали (сейчас это-

му способствует «идеология» престижности новых путей и неожиданных решений). Здесь удается зафиксировать возможность использования электромагнитных взаимодействий, которые открыты в фундаментальной науке. Так выглядит процесс технического и научного поиска «с другого конца».

Обратим внимание на множественность стимулов, определяющих интенсивность и направление поисков на разных фазах исследования, и на различие «веса» отдельных стимулов в каждой из этих фаз. Бесспорно, «разработчик» испытывает максимальное давление со стороны потребностей сложившегося производства, и здесь, по-видимому, в минимальной степени проявляется собственная логика связи разных проблем (хотя, конечно, и на стадии разработки технических проектов образуется «дерево проблем», ветви которого иногда далеко выходят за рамки технических трудностей). Несколько упрощая, скажем, что в идеальном случае как выбор тематики, так и распределение сил обуславливаются здесь потребностями сложившегося производства и продиктованы желанием расширить его «узкие места». Здесь господствует логика производства.

Весомым, хотя и менее значащим, остается этот фактор и на уровне прикладного исследования. Но здесь успех определяется тем, насколько способен исследователь выйти «из-под контроля» схем традиционных технологических решений. Излишний практицизм становится вредным, препятствуя поиску новых производственных возможностей, он заставляет штопать тришкин кафтан привычных производственных процессов. Тем самым прикладному исследованию постоянно грозит риск превратиться в тот или иной вариант разработки идеи, уже ставших традиционными. На стадии прикладного исследования необходимо учитывать не столько «тактику» производства, сколько его «стратегию», подготавливая завтрашний или даже послезавтрашний день техники. Поэтому, скажем, выдвигать здесь в качестве критерия эффективности работы исследователя количество внедренных в производство решений, на наш взгляд, не совсем правильно: устоявшееся производство отнюдь не «стремится» к решительным новациям. На прикладной стадии исследования важным качеством становятся конструктивные моменты мысли, умение видеть принципиальную техническую возможность в перспективе. Результат фундаментального исследования

должен здесь «расщепиться» на множество возможных «случаев» с акцентом на простоту и надежность получения желаемого эффекта. Задачи, стоящие перед «разработчиками», конечно, влияют и на направления прикладных исследований, и на их интенсивность. Класс возможных проявлений некоего эффекта, обнаруженного фундаментальной наукой, всегда заведомо шире класса продуцируемых «прикладным» мышлением принципиальных направлений возможного применения.

Наиболее опосредовано влияние производства и его проблем на фундаментальное научное исследование. В конце концов, оно тоже существует — через финансирование, кадровую политику и т. п. Но здесь наиболее велика роль внутренней логики исследовательского процесса, взаимосвязи различных областей исследований, когда образуется проблемная сеть, не развязав определенных узелков которой, невозможно развязать другие. Попытки игнорировать связи этой проблемной сети, бросая массированные силы и средства на решение таких задач, которые, по соображениям внеучебного плана, наиболее важны, не приводят к желаемому эффекту. В конце концов, все равно приходится перераспределять силы и средства, чтобы обеспечить «тылы» и «связь», без которых передовая линия научного «фронта» становится небоеспособной. В силу такого свойства фундаментальной науки от нее вряд ли можно требовать экономического обосно-

вания ожидаемых результатов. Хотя «снаружи» и кажется, что одна область фундаментальной науки дает практический эффект, а другая — нет или почти нет, на деле она работает как целое, может развиваться как целое и давать материал, способный превращаться в практически значащие результаты. Ситуация здесь подобна экологической: не учитывая внутренних связей системы, можно получить прямо противоположный ожидаемому эффект.

Таким образом, современное исследование природы явно состоит из существенно разнородных элементов. В ходе исторического развития они взаимодействовали, образуя в конце концов некоторую иерархичную систему. Этот процесс сопровождается глубокими изменениями в самосознании науки, в представлениях ученых о целях и ценности своей деятельности и о самом ее предмете. Отказ от созерцательной концепции научной истины (который еще отнюдь не завершился) привел к тому, что наука (в союзе с производством) сознает как свое практическое могущество, так и его объективные границы. Область свободы — как сфера «в принципе возможного» — уже начала сознательно осваиваться. Но здесь, как и в космосе, человечество делает только первые шаги. Они позволяют уже судить о величественных перспективах будущего — но вместе с тем и о грозных опасностях на пути. Вооруженное наукой, человечество учится быть свободным, хотя уроки зачастую даются нелегко.

НОВЫЕ КНИГИ

История науки

И. Д. Рожанский. АНТИЧНАЯ НАУКА. М.: Наука, сер. «История науки и техники», 1980, 199 с., ц. 75 к.

В книге дан популярный очерк более чем тысячелетней (VI в. до н. э. — V в. н. э.) истории науки Древней Греции и Рима. В первой главе прослеживаются истоки ранней греческой науки «о природе» — натурфилософии (VI—V вв. до н. э.), целью которой было соз-

дание единой картины мира, охарактеризованы ее главные направления и учения основных ее представителей. Показан первоначальный синкретизм натурфилософии и постепенное выделение из нее отдельных ветвей — математики, астрономии, медицины, биологии. Научно-философская система Аристотеля (IV в. до н. э.) рассматривается как кульминация. Далее излагаются особенности и достижения различных направлений античной науки в эпоху эллинизма

(III—I вв. до н. э.). В последней главе анализируются причины и основные этапы постепенного упадка античной науки в эпоху римского владычества (I в. до н. э. — V в. н. э.).

Несмотря на существенные различия отдельных фаз, история античной науки представлена как единый процесс. Это единство, по мнению автора книги, определяется структурой античного общества и характерным для античности мироощущением.

Конгресс геологов в Париже

И. Н. Крылов,
доктор геолого-минералогических наук
Геологический институт АН СССР
Москва

С 7 по 17 июля 1980 г. в Париже проходили заседания 26-й сессии Международного геологического конгресса. Такие сессии собираются через четыре года; предыдущая была в 1976 г. в Австралии, в Сиднее, и мне уже довелось о ней рассказывать¹, следующая сессия состоится в 1984 г. в Москве.

Конгресс и две недели пребывания в Париже оставили разнообразные и во многом противоречивые впечатления. На заседаниях обсуждалось множество проблем, намечались планы будущих международных исследований, были избраны или переизбраны руководящие органы международных геологических организаций. О научных результатах сессии будет выпущена специальная книга. Предлагаемая статья — это только субъективные заметки.

Начну с некоторых данных о Парижской, 26-й, сессии Международного геологического конгресса, поставив для сравнения в скобках соответствующие данные о предыдущей, Сиднейской, сессии.

В Париже собрались более 5000 (2656) делегатов из 117 (85) стран. В официальной программе было более 2000 (1200) докладов, а список докладчиков превышал 5500 (2000) имен. Заседания проходили в рамках 20 (27) секций и большого количества подсекций, симпозиумов и рабочих групп, число которых подсчитать очень трудно. В общем, можно сказать, что Парижская сессия по масштабам была приблизительно вдвое больше Сиднейской. Приведу статистику числа докладов по секциям²:

1. Петрография 201 (32);
2. Минералогия 38 (77);
3. Палеонтология 60 (46);
4. Стратиграфия 186 (28);
5. Тектоника 186 (83);
6. Морская геология, седиментология, осадочная петрография 221 (32);
7. Докембрий 92 (46);
8. Четвертичная геология и геоморфология 116 (46);
- 9 и 11. Геофизические методы 120 (86);
10. Геохимия 64 (66);
12. Математические методы 89 (18);
13. Рудные полезные ископаемые 204 (78);
14. Горючие ископаемые 54 (33);
15. Материалы и инженерная геология 53 (36);
16. Гидрогеология 119 (0);
17. Геологический риск 50 (0);
18. Планетология 10 (11);
19. История науки 35 (0);
20. Обучение 32 (0).

В этот список не вошли доклады, прочитанные по той же или сходной тематике на заседаниях симпозиумов и рабочих групп.

Советская делегация, возглавлявшаяся как и в Сиднее, вице-президентом Академии наук СССР А. В. Сидоренко, состояла из 123 (76) человек и включала 11 академиков и 12 членов-корреспондентов АН СССР. Это, безусловно, была одна из самых представительных делегаций советских геологов, когда-либо выезжавших на геологические форумы за рубеж.

При регистрации нам выдали целую гору книг: программу, несколько томов тезисов, материалы симпозиумов, журналы, карты — весом в добрый пуд. Дали памятную медаль и красивую модную сумку на длинном ремне с эмблемой Конгресса и ... одного из французских банков.

Все заседания, кроме церемонии открытия, проходили в недавно построен-

¹ Крылов И. Н. На геологическом конгрессе в Австралии. — Природа, 1977, № 6, с. 58.

² Заметим, что секции Парижского конгресса не всегда совпадали с соответствующими секциями в Сиднее.

ном Дворце конгрессов. В центре здания три зала: один огромный, где прошло закрытие Конгресса, и два больших, где проходили пленарные заседания. Аудитории в боковых крыльях достаточно вместительны для секционных заседаний. Таким образом, все заседания проходили в одно и то же время под одной крышей, и за несколько минут можно было перейти из одной аудитории в другую. Четкие указатели и планы помогали делать это почти безболезненно.

Открытие проходило в Гран-Палэ — огромном здании у начала Елисейских полей, в котором сочетается дворцовая помпезность (снаружи) с аскетичной простотой вокзала или выставочного павильона (внутри). Выступили руководители Конгресса, министр промышленности Франции и еще несколько официальных лиц, затем гости прошли в боковые крылья, где уже пенилось в бокалах шампанское. И начались трудовые будни.

В первый день уже знакомая непростая работа: изучаешь программу, составляешь себе план по дням, часам и минутам. Но, к сожалению, программа выдерживалась хуже, чем в Сиднее. Много докладов не состоялось, время других иногда смещалось, добавлялись новые, нередко интересные, но о них подчас узнавал только вечером, когда обменивались впечатлениями. Правда, в первый день на многих секциях выдавались листы с изменениями программы, длинные, как списки опечаток. Но если ты не был на первом заседании, то не всегда имел шанс попасть на интересующий тебя доклад.

Число докладов по сравнению с прошлой сессией практически удвоилось, поэтому докладчику давали только по 20 минут (в Сиднее — полчаса), а это практически исключало какое-либо обсуждение, да и на вопросы не всегда хватало времени.

Еще хуже для многих из нас было двуязычие Конгресса. Заседания проходили на английском и французском языках. Либо на том, либо на другом, без всякого перевода. Хорошо полиглотам! А если ты знаешь только один язык, половина докладов проходит мимо. Надо заметить, что в этом вопросе гостеприимные хозяева — французы — далеко не всегда шли навстречу аудитории, где преобладали англоязычные слушатели. Даже те из них, кто вполне прилично изъяснялся по-английски, предпочитали докладывать по-французски. Приходилось потом ловить заинтересовавшего тебя докладчика и беседовать с ним отдельно. Именно так мне

пришлось беседовать с моими коллегами — специалистами по строматолитам³, тем более, что в день «строматолитового» заседания у нашей группы советских туристов был единственный выезд за пределы Парижа.

Конечно, такие личные беседы очень полезны и дают больше, чем доклад. Но как поймать докладчика? И опять-таки, в Сиднее все это было гораздо проще. Там для участников Конгресса было не так много соблазнов, и большинство честно сидели в аудиториях. Но Париж! Нет, это не лучшее место для научных съездов. Постоянно возникает вопрос: слушать ли доклад на непонятном языке или добежать до музея, где выставлены импрессионисты? И дисциплина у многих участников оставляла, как говорится, желать лучшего. В том же Сиднее мы постоянно сталкивались со знакомыми, перебегая из корпуса в корпус. Здесь, во Дворце конгрессов, перемещения шли в основном по вертикали, на эскалаторах. Видишь, как в метро, плывущего тебе навстречу человека, пока спустился, пока поднялся — его и след простыл.

Наконец, последнее обстоятельство. Во Франции не так много докембрия, а сессия была исключительно дорогой: только регистрационный взнос составлял 1000—1400 франков (примерно 80—110 руб.). Возможно, поэтому в Париж не приехали многие специалисты по стратиграфии и палеонтологии докембрия, которых хотелось бы почитать.

Впрочем, не слишком ли я сгущаю краски? Было много интереснейших докладов, встреч и дискуссий. Старые друзья. Вот Стен Аврамик из калифорнийского университета Санта Барбара, нынешний руководитель нашей рабочей группы по палеонтологии докембрия, так и не нашедшей себе официального «хозяина», а следовательно и источника финансирования. Стен редактирует международный журнал-ежегодник «Строматолитовые новости». В этом году журнал был подготовлен, но не вышел: не нашлось тысячи долларов, необходимой для этого.

Катя Грей — энергичная уроженка Британских островов, изучающая докембрийские толщи и строматолиты Западной Австралии. Два года назад мы вместе

³ Строматолиты — карбонатные наросты на дне водоема, имеющие выпуклую или неровную поверхность и сложную внутреннюю слоистость. Строматолиты образованы низшими водорослями.



Улица Лафайетт вблизи нашей гостиницы.

Художник.

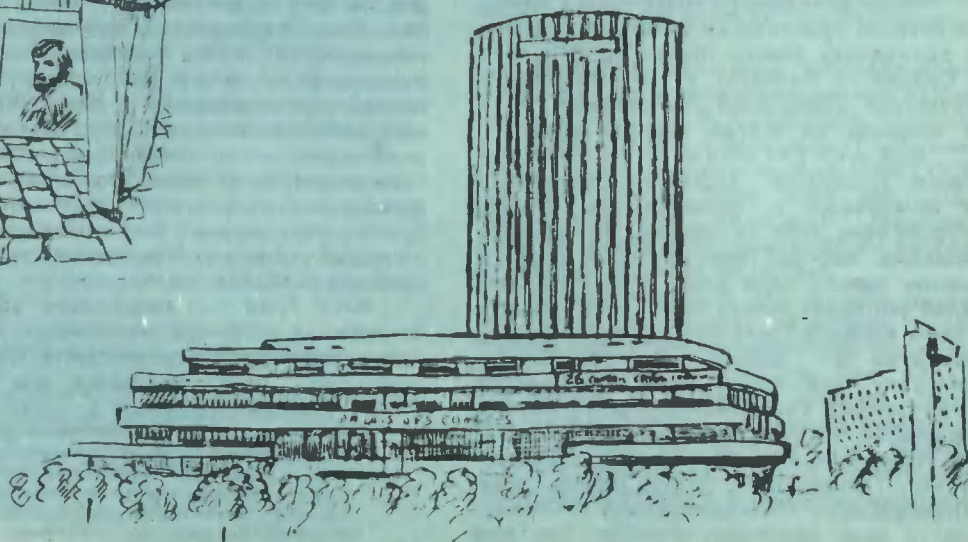
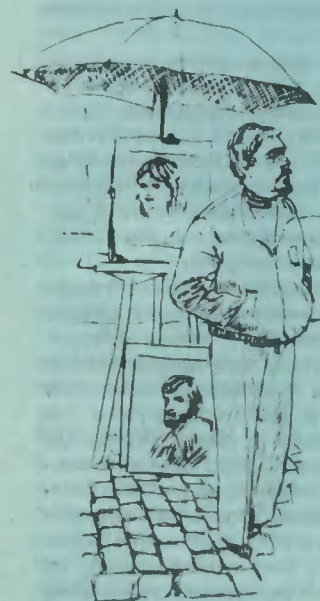
Дворец конгрессов, в котором проходили все деловые заседания, похож на огромный многопалубный корабль, стоящий на причале у Булонского леса.

Современная мадонна в парижском музее.

Собор Парижской Богоматери с юго-запада, со стороны портала св. Стефана.

Площадь Тертр на Монмартре. Утро — время до начала напыва туристов.

Рисунки автора.





ныряли в «страшные» воды залива Шарк Бей, где растут современные строматолиты. Она выступает с докладом о докембрийских строматолитах Западной Австралии. Сейчас это один из самых интересных объектов докембрийской палеонтологии. Именно здесь, в Западной Австралии, были обнаружены остатки микроорганизмов с возрастом около 3,5 млрд лет, возможно, древнейших на нашей планете.

Обаятельный бельгиец Клод Монти — первый исследователь, описавший в деталях механизм роста современных строматолитов на Багамских островах. Жанин Бертран-Сарфати, изучающая строматолиты Африки. Сейчас она озабочена судьбой международного проекта «Корреляция докембрия», который заканчивается в этом году, и беседа идет главным образом о вопросах организационных, а не о строматолитах. Стефан Бенгтсон — швед, палеонтолог из Уппсалы, редактор журнала «Летайя», одного из лучших мировых палеонтологических изданий. Он изучает остатки древнейших скелетных организмов кембрия, мы не раз встречались в нашей стране, а этой осенью, если повезет, я смогу поехать к нему «в гости» для детального изучения древнейшего на территории Западной Европы строматолитового рифа. Ироничный Ханс Хофманн (поговорить на этот раз так и не удалось...). Профессор Мартин Глесснер, патриарх докембрийских палеонтологов Австралии... Десятки знакомых лиц.

И вот кидаешься, как в водоворот, в это вавилонское смешение тем, языков, читаешь тезисы, всматриваешься в экраны, разыскиваешь нужных тебе людей, бегаешь с этажа на этаж, расспрашиваешь товарищей по группе и особенно пристрастно соседа по номеру — Петра Николаевича Кропоткина, человека увлекающегося, геолога с поразительной широтой интересов. И вот складывается так называемое общее впечатление.

Как обычно, на таких сборищах поражает разнокалиберность представленных докладов. Тут и капитальный, фундаментальный труд, сгущенный до похожего на рассол, практически уже неперевариваемого реферата, и совершенно пустяковые сообщения, случайные, непродуманные. Слушаешь и поражаешься, ну зачем с такой мелочью человек на трибуну вышел? И где были организаторы, все это пропустившие? А организаторы, действительно, были очень либеральны... Должен заметить, совсем не из патриотизма, а как просто очевидный

факт, что на общем фоне доклады наших геологов выглядели очень выигрышно. Тут была и характеристика проблемы, и четкие вопросы, и общий фон, и конкретный материал. А в целом, конечно, многое зависело от руководителя симпозиума.

Вот заседание рабочей группы по границе кембрия и докембрия. Председатель Джон Кауи — профессор Бристольского университета — доложил о работе группы за последние четыре года, затем выступили специалисты по различным группам органических остатков, рассмотрели материалы по разным странам и континентам. Обсуждается величайший рубеж в жизни органического мира Земли — время появления скелетных образований (раковин, панцирей и т. п.) у представителей разнообразных групп животных. Где и на каком уровне провести эту важнейшую историко-геологическую границу? Интервал поиска сузился до десятков метров, а число мест с возможным типовым, эталонным разрезом — до двух-трех. Но не будем торопиться, впереди еще несколько лет работы.

А вот рабочая группа по корреляции докембрия на данном этапе свою работу закончила, здесь идет дискуссия о направлении дальнейших исследований. Предлагают, в частности, сузить задачи и район исследований, обратив основное внимание на Африку. Безусловно, там большое поле для работы. Но можно ли решить фундаментальные проблемы геологии докембрия, не используя материалы по другим континентам, а в первую очередь — по Евразии? Тем более, что следующий Конгресс соберется в СССР и у его участников будет возможность ознакомиться с докембрийскими разрезами разных частей нашей страны. Вносятся предложения по расширению тематики, по увеличению числа участников и мест исследований.

А у стратиграфов, специализирующихся по более молодым толщам палеозоя и мезозоя, иные заботы. Обсуждаются проблемы детального расчленения и корреляции этих отложений. Особое внимание уделяется стратотипам, эталонным разрезам. Споры идут о сантиметрах. Слушаю рассказы об этих заседаниях не без грусти: изучение наших стратотипических разрезов докембрия пока что, увы, отстает от международных стандартов. И чтобы выступить на следующей сессии с предложениями о докембрийских системах и группах, нужно еще сделать очень много.

У тектонистов преобладают крупномасштабные — не меньше континента или планеты в целом — обобщения теорети-

ческого плана. По-прежнему преобладают идеи тектоники плит — одной из современных разновидностей мобилизма. Но о себе заявили и представители других мобилистских направлений, а также ортодоксальные фиксисты, которые совсем не намерены складывать оружие.

Зато на секции рудных месторождений общетеоретических докладов совсем немного. Рассказывают о конкретных месторождениях — условиях залегания, составе руд, запасах. Кажется, в ряде стран значительно изменились представления о секретности; мелькают слова: уран, золото. Напротив, на секции горючих ископаемых преобладают лица многозначительно молчаливые. Знаю, мол, но не проболтаюсь. Нефть — проблема номер один во времена энергетических кризисов...

Новая секция — проблемы геологического риска. Мы живем на живой планете. Землетрясения, извержения вулканов, цунами, горные грязевые потоки, обвалы, оползни. Может быть, уйти из опасных мест? Но с поразительным упорством осваивают итальянцы, потомки спасшихся и погибших жителей Геркуланума и Помпей, склоны Везувия, восстанавливаются Ташкент и Скопье, и снова, и снова слышим мы об извержениях и других катастрофах, и опять спрашиваем, есть ли жертвы... Жить в таких районах — значит рисковать. Но риск можно значительно уменьшить, если научиться делать обоснованные прогнозы.

Новые времена приносят и новые заботы. Атомная энергетика помогает справляться с энергетическими проблемами, но накапливаются опасные радиоактивные отходы. Что с ними сделать? Отправить в космос? Утопить в океане? А может быть, закопать поглубже и надежнее? И специалисты по инженерной геологии берут на себя решение этой проблемы, не отказываясь от основной работы по геологическому обоснованию проектов новых плотин, заводов и городов.

Боюсь обобщать все это в целом, но у меня сложилось впечатление, что геологи мира немного устали от изобилия теорий и гипотез и с возрастающим интересом прислушиваются к результатам внешне неброских, но детальных исследований. Кажется, кончается этап широких мазков и всепланетных обобщений. По-моему, это хорошая примета. Когда один и тот же факт приводится в обоснование нескольких, нередко противоречащих одна другой гипотез или теорий, это вызывает закономерное сомне-

ние в этих теориях, а то и в самой методологической основе науки. Как-то слишком легко стали обобщать и теоретизировать на основе, мягко скажем, выборочного подхода к фактическому материалу. Действительно, к каждой идее или гипотезе можно найти, а то и подтащить подходящую иллюстрацию. Чтобы понять действительное положение вещей, мало научиться манипулировать известными фактами. Необходимо новое углубленное изучение материала, особенно так называемых исключений из правил.

Второй вывод — интернационализация геологической науки. Наиболее значительные результаты получаются там, где плечом к плечу трудятся специалисты из разных стран, ученики и приверженцы разных школ и разных традиций. Достаточно напомнить, как много получено в результате работ по таким международным проектам, как «Геологическая корреляция» или «Глубинное океаническое бурение». И хотя иногда потягивало прохладным сквознячком, парижская сессия Международного геологического конгресса продемонстрировала безусловное стремление геологов всех стран к дальнейшему объединению усилий. Эту же идею подчеркнул в своем теплом и остроумном выступлении на заключительном заседании президент Франции Валери Жискар д'Эстен. Если верить переводчику, мучительно пытавшемуся перевести на английский язык не только смысл слов, но и остроумие оратора, он сказал, что геологические границы не совпадают с границами государств, и, если геологи поставили своей целью изучить всю нашу планету, у нее нет иного пути, кроме дружественного объединения усилий специалистов из всех стран.

Надо заметить в заключение, что сессия была юбилейной: сто лет назад, точнее 102 года, в 1878 г. в Париже состоялась первая сессия Международного геологического конгресса. Всем участникам настоящей сессии была вручена памятная медаль, отчеканенная по этому поводу. «Ничего, — заметил по поводу этой юбилейной неточности Валери Жискар д'Эстен, — измерение возраста с точностью до двух процентов считается в геологии неплохим результатом...»

Геологическая история Южной Атлантики 71-й рейс «Гломара Челленджера»

В. А. Крашенинников,
доктор геолого-минералогических наук

Геологический институт АН СССР

И. А. Басов,
кандидат географических наук
Институт литосферы АН-СССР
Москва

71-й рейс «Гломара Челленджера» начался 5 января 1980 г. в чилийском порту Вальпараисо и стал первым из пяти рейсов текущей программы бурения в Южной Атлантике. В рейсе принимали участие специалисты из США, СССР, ФРГ, Великобритании, Франции и Канады; его научные руководители — В. А. Крашенинников (СССР) и У. Людвиг (США). Программой рейса предусматривалось бурение в юго-западной части Атлантического океана с целью изучения позднемезозойской и кайнозойской истории этого региона.

Из пробуренных в рейсе четырех скважин две расположены в пределах Фолклендского плато на западном и восточном краях банки Мориса Юинга (сква. 511, 512) и две — на западном склоне Срединно-Атлантического хребта, к востоку от Аргентинской котловины (сква. 513, 514).

торый образовался приблизительно 127 млн лет назад, когда раскололся единый суперматерик Гондвана. Принято считать, что, отделившись от южной окраины Африки, этот «осколок» материка дрейфовал в западном направлении по мере расширения Атлантического океана. Одновременно он погружался.

Для восстановления длительной и сложной истории погружения Фолклендского плато и накопления осадков в его пределах была пробурена скважина 511. Географическое положение плато на пути мощного циркумантарктического течения, которое по часовой стрелке огибает Антарктиду и входит в Атлантический океан через пролив Дрейка, позволяло надеяться, что в разрезе осадков будут найдены древние следы этого течения.

В результате бурения получен сравнительно полный разрез верхнеюрских, меловых и палеогеновых (зоценовых) отложений, что позволяет расшифровать эволюцию условий, при которых в пределах плато накапливались осадки. В позднеюрское — раннемеловое время, в начальный период раскрытия Южной Атлантики, в этом месте существовал мелководный замкнутый бассейн с ограниченной циркуляцией водных масс и застойными явлениями. В этих условиях накапливались породы с высоким (до 1,7—4,1%) содержанием органического углерода, известные под названием черных сланцев. Такое содержание углерода указывает, что данные породы способны генерировать нефть. Черные сланцы являются как источником, так и носителем нефти и газа. Верхним экраном для диффундирующих газовых компонентов служат отложения пещего мела с заключенными в них прослоями глин. Толща черных сланцев вскрыта скважи-

ной на глубине более чем на 500 м ниже дна океана. Но геотермальный градиент ($7^\circ/100$ м), измеренный в скважине, показывает, что зона созревания нефти должна располагаться на глубине более 700 м. Это значит, что около 200 м осадков палеоген-неогенового возраста было уничтожено последующей эрозией. Всего было пробурено около 140 м отложений, содержащих нефть и газ, после чего бурение было прекращено в связи с опасностью самопроизвольного выброса нефти и газа.

Материалы, полученные в результате бурения скважины 511, оказались интересными и с точки зрения реконструкции древних течений. В разрезе отложений, вскрытых этой скважиной, зафиксировано несколько перерывов в накоплении осадков. Наиболее крупный из них отмечен на границе пород мезозойского и кайнозойского возраста, что свидетельствует о существовании уже в то время мощного циркумантарктического течения, аналогичного современному. Однако пролив Дрейка, который служит своеобразным каналом для прохождения вод из Тихого океана в Атлантический, появился гораздо позже. Значит, можно с уверенностью говорить, что в конце мезозоя — начале кайнозоя был другой путь для течения. Согласно результатам палеомагнитных исследований, он проходил между Восточной и Западной Антарктидой.

Ископаемые микроорганизмы, в первую очередь бентосные фораминиферы, которые были обнаружены практически по всему разрезу скважины 511, отражают процесс погружения дна океана в течение мезозоя и колебания уровня критической глубины, т. е. глубины, ниже которой происходит практически полное растворение карбоната

№ скв.	Глубина, м	
	океана	скважины
511	2589	632,5
512	1846	89,3
513	4383	587,0
514	4318	150,8

Фолклендское плато, по мнению многих исследователей, является микроконтинентом, ко-

кальция. Причем наиболее интенсивно дно погружалось на границе нижнего и верхнего мела.

Скважина 512, расположенная на северо-восточном крае банки Мориса Юинга также пробурена с целью изучения истории накопления осад-

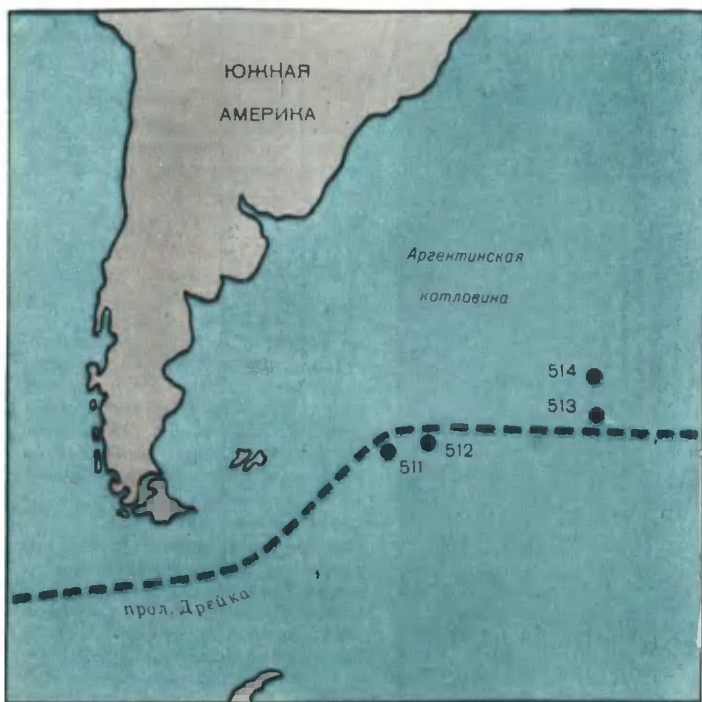
риодам интенсификации циркулянтантарктического течения. Наиболее длительный из них — между средним эоценом и средним миоценом. Состав микрофауны и микрофлоры свидетельствует о смене умеренных климатических условий среднего эоцена более суровыми в сред-

лодные и плотные антарктические воды сходятся с более теплыми и легкими субантарктическими и погружаются под них без значительного перемешивания. Если в процессе разрастания ледового покрова Антарктиды до сегодняшних размеров были периоды его сокращения, то это должно было найти отражение в изменениях океанической циркуляции и, в свою очередь, в изменении характера накопления осадков.

Керн, извлеченный из скважин 513 и 514, а также керн скважины 512 свидетельствуют, что зона антарктической конвергенции возникла и сформировалась в среднем-позднем палеогене. Постепенное замещение в середине разреза скважины 513 биогенных карбонатных осадков кремнистыми илами вызвано усилением океанической циркуляции, после того как раскрылся пролив Дрейка и сформировалось покровное оледенение в Антарктиде, а также высокой биологической продуктивности зоо- и фитопланктона в зоне антарктической конвергенции, где воды богаты кислородом и биогенными элементами.

Замещение карбонатных осадков кремнистыми может быть связано и с погружением дна океана. Судя по характеру осадочных отложений, их накопление в раннем олигоцене происходило выше уровня фораминиферового лизоклина, т. е. выше глубины, на которой резко возрастает скорость растворения карбонатных раковин фораминифер. В позднем олигоцене осадочные отложения накапливались ниже уровня лизоклина, определяемого по планктонным фораминиферам, но выше этого уровня, устанавливаемого по бентосным (известковистым) фораминиферам, которые более устойчивы к растворению. А в течение неогена рассматриваемый район располагался значительно ниже уровня критической глубины.

Скорость накопления осадков, составлявшая не более 15 м за 1 млн лет в течение олигоцена и почти всего миоцена, резко возросла на границе миоцена и плиоцена (до 58 м за 1 млн лет). Произошло это в результате миграции зоны



Положение скважин, пробуренных в 71-м рейсе «Гломара Челленджера». Пунктиром показана зона антарктической конвергенции, где холодные антарктические воды сходятся с более теплыми субантарктическими.

ков на Фолклендском плато и их последующего размыва. Скважина вскрыла 89,3 м биогенных кремнистых и кремнисто-карбонатных илов эоцен-плейстоценового возраста. Любопытно, что илы накопились вдали от источника терригенного сноса. В разрезе скважины отмечено четыре перерыва в накоплении осадков, каждый из которых отвечает пе-

нем-позднем миоцене. Одновременно с этим скорость накопления осадков уменьшается с 32 м за 1 млн лет в среднем эоцене до 6,6 м за 1 млн лет в верхнем и среднем миоцене.

Общезвестна огромная роль антарктического ледового щита в формировании климата планеты вообще и Южного полушария в частности. Но когда возник этот щит? Как проходило его формирование? Оставались ли его размеры постоянными или же менялись во времени? На все эти и другие вопросы должны были дать ответ скважины 513 и 514, пробуренные вблизи того района, где сегодня проходит зона антарктической конвергенции. В этой зоне хо-

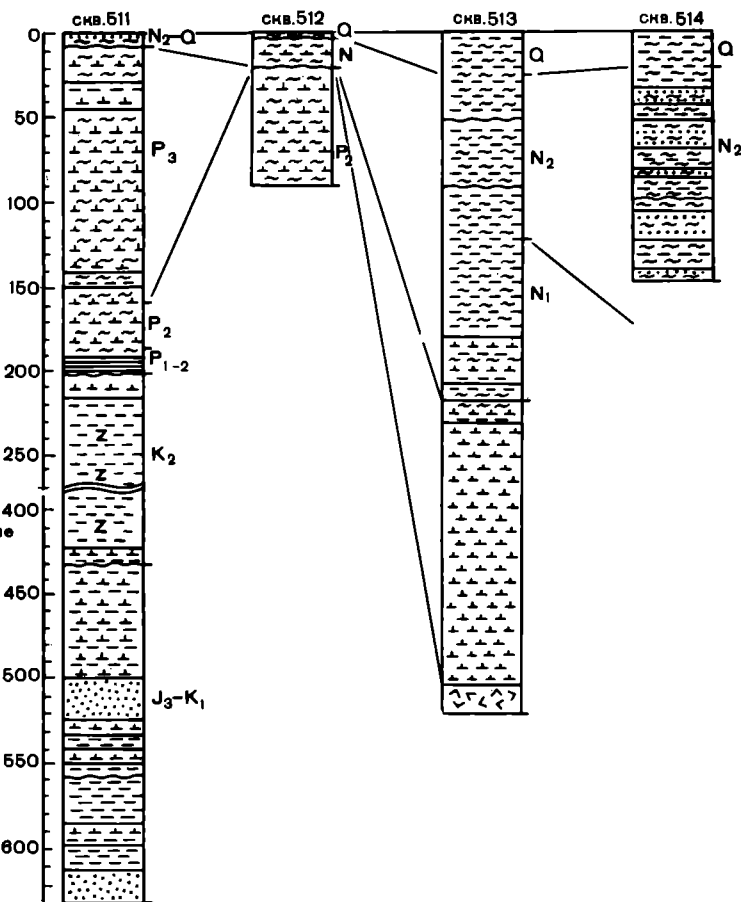
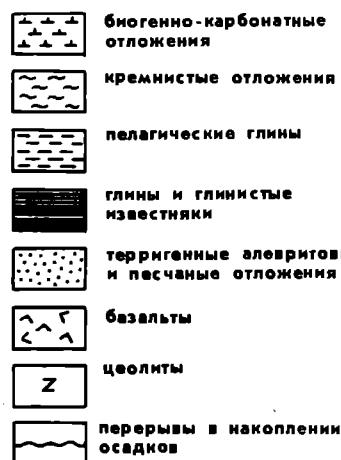
антарктической конвергенции к северу и соответствующего увеличения биопродуктивности. В среднем плиоцене скорость накопления осадков снова уменьшилась до 21 м за 1 млн лет.

южное положение зона антарктической конвергенции занимала с конца палеомагнитной эпохи Гилберта до середины палеомагнитной эпохи Гаусса (интервал от 4,2 до 2,7 млн лет). Этот период потепления отмечен

ледового покрова в Южном и понижением уровня океана.

Таким образом, полученные в рейсе данные позволяют проследить историю геологического развития Южной Атлантики. Этот регион стал океани-

Геологические разрезы колонок, извлеченных из четырех скважин, пробуренных в 71-м рейсе «Гломара Челленджера». От скважины и скважины проведены линии, которые соединяют отложения одного возраста. Латинскими буквами обозначены геологические периоды: Q — четвертичный, N — неогеновый, P — палеогеновый, K — меловой, J — юрский.



При бурении скважины 514 применялась сравнительно новая технология — керн отбирался с помощью гидравлического керноотборника. Это позволило получить практически непрерывный и ненарушенный керн, необходимый для палеомагнитных исследований. Биостратиграфическое расчленение отложений, вскрытых этой скважиной, в сумме с палеомагнитными данными обеспечило более точное определение времени палеоокеанологических и палеоклиматических событий, происходивших в течение позднего кайнозоя. Например, удалось выяснить, что наиболее

в разрезе скважины 514 очень высокой скоростью накопления осадков (180 м за 1 млн лет) и имеет, вероятно, региональный циркумантарктический характер. 3,9 млн лет назад потепление было прервано периодом похолодания, сопровождавшимся усилением циркуляции и увеличением перерывов в накоплении осадков. Похолодание продолжалось 0,8 млн лет. В позднем плиоцене наступил длительный период похолодания, продолжавшийся весь плейстоцен (последние 2,7 млн лет). Это похолодание совпадает по времени с началом оледенения в Северном полушарии, разрастанием

ледового покрова в Южном и понижением уровня океана. В эоцене-олигоцене после раскрытия пролива Дрейка возникло циркумантарктическое течение, в позднем олигоцене—миоцене Антарктика покрылась льдом, что привело к необратимому ухудшению климата в Южном полушарии. Впервые полученные в столь высоких широтах сравнительно полные разрезы карбонатных отложений мела и палеогена чрезвычайно важны для стратиграфии. Эти разрезы хорошо согласуются с новозеландскими и частично с биостратиграфическими схемами умеренных и тропических широт.



Охрана природы

Камчатская «долина смерти»

А. А. Лазарев

Камчатское отделение Всесоюзного научно-исследовательского института охотничьего хозяйства и звероводства Центросоюза СССР
Петропавловск-Камчатский

Широко известная в нашей стране Долина гейзеров на территории Кроноцкого государственного заповедника оказалась соседкой не менее удивительной «долины смерти», названной так потому, что в течение ряда лет там находили трупы погибших животных.

Сотрудники Камчатского отделения Всесоюзного научно-исследовательского института охотничьего хозяйства, звероводства, ветеринарной службы и Института вулканологии ДВНЦ АН СССР расследовали причины этого необычного явления.

В верховьях р. Гейзерной у подножья вулкана Кихпинич расположен участок, где были обнаружены погибшие животные. Он включает в себя часть приустьевой долины левого притока и устьевые части двух других; ориентирован с севера на юг, протяженность его около 2 км, ширина от 100 до 300 м, высота 1000—1100 м над ур. м. Рельеф окружающей местности сильно изрезан, почвы по бортам и на дне глубоких и корытообразных впадин представляют собой видоизмененные серные породы, местами с мощными выходами чистой серы. Кустарниковая и травянистая растительность встречается только к западу от этого места, восточные возвышенные склоны горы Желтой в основном обнажены, и впадины между гривами



Общий вид впадины и окружающей местности.

Фото автора.

покрыты многолетними снежниками.

Сильный запах сероводорода с примесью каких-то других резких запахов чувствуется

уже вблизи участка. В самой долине наиболее интенсивно выделяются газы в небольшой впадине размером 50×100 м, ограниченной с трех сторон относительно крутыми бортами. Выход из нее имеется только с одной стороны по руслу притока в долину р. Гейзерной. Именно здесь были найдены

почти все погибшие медведи и большая часть других животных — птицы, мелкие грызуны и др.

Для выяснения причин гибели животных (мы обнаружили 7 медведей, 7 воронов, 60 полевок и 5 трясогузок) взяли биологический материал — внутренние органы, кожные покровы, остатки пищи, а также пробы газа и воды.

Общая картина при вскрытии сходна у всех исследованных видов. Поражает полная сохранность внутренних органов, особенно у недавно погибших. По клиническим признакам смерть наступила от удушья. Лабораторный анализ биологического материала показал отсутствие каких-либо инфекционных или инвазионных заболеваний.

Газ, собранный нами из фумарол на площадке, оказался значительно тяжелее воздуха и имел следующий состав:

CO_2 — 76,54; N_2 — 12,0; CH_4 — 2,80; H_2S — 2,66; O_2 — 2,50; H_2 — 1,0; инертные газы — 2,40.

Участки с выходами газов подобного состава относятся к мофетам, которые обычно расположены близ действующих и потухших вулканов в закрытых впадинах или пещерах. Такие места под названием «долина смерти» известны на Яве, в Калифорнии и Италии.

По-видимому, рельеф площадки способствует скоплению и сохранению газов. Ветры западных направлений из долины р. Гейзерной закрывают единственный выход по руслу реки, и газ накапливается в виде смертоносного озера. В тихие безветренные дни слой газа над дном площадки достигает высоты 1—1,5 м (на таком уровне мы находили павших полевок), но наиболее сильно он скапливается в туманные дни, обычные для этих горных мест в осенне-зимнее время. В таких условиях газ образует с каплями тумана смог, который благодаря инверсии поднимается на значительную высоту над дном площадки.

Мы установили, что первые признаки отравления у человека появляются в безветренные дни через 15—20 мин (учитывая, что при работе с живот-

ными приходится наклоняться до уровня 70—100 см). В туманные дни признаки отравления появлялись быстрее и приходилось для работы использовать марлевые повязки, пропитанные содовым раствором. При сильных ветрах восточного и северного направления во впадине можно безопасно находиться несколько часов.

Отравление газом ощущается отчетливо: вначале появляется сухость во рту и носоглотке, затем тупая боль в затылке, давление в висках, тошнота. При выходе на чистый воздух через 30—40 мин состояние организма восстанавливается до нормы. Вполне вероятно, что после первых признаков отравления наступает «привыкание» организма, ведущее к необратимым последствиям.

Регулярное пополнение долины новыми жертвами объясняется образованием постоянной пищевой цепи между животными, обитающими в окружающих горах. Приходящие в долину из окрестных тундр полевки и лемминги гибнут, привлекая воронов и других хищников. Сами вороны служат определенным сигналом для четвероногих хищников о появлении какой-то пищи или падали. Попадая на площадку и погибая, вороны и другие хищники становятся приманкой себе подобным, и цепь эта прерывается, видимо, только в зимнее время, когда горы, покрытые глубокими снегами, почти необитаемы.

Кроме того, верховья р. Гейзерной постоянно посещают медведи и другие четвероногие хищники, которых привлекают сюда термальные площадки, расположенные ниже в глубоком ущелье р. Гейзерной, где почти круглый год обильна зеленая растительность и много мелких грызунов. Общее число погибших в долине животных значительно больше, чем можно увидеть. Подбирая грызунов и птиц, вороны, лисицы, росомахи, медведи очищают в безопасные дни площадку, и только самые крупные из павших зверей сохраняются дольше. Обращает внимание и тот факт, что населяющие этот район растительноядные виды (снежный баран, дикий северный олень, длиннохвостый суслик,

северная пищуха, кедровка) не обнаружены в долине.

«Долина смерти» — уникальное и необычное явление для нашей страны. Ее действительность как результат вулканических проявлений требует всестороннего и тщательного изучения. Не вызывает сомнений, что подобное место, как и Долина Гейзеров, должно быть отнесено к памятникам природы нашей страны.



Зоология

Бурые грифы и белоголовые сипы в Центральном Казахстане

В. А. Фадеев,
кандидат биологических наук

Институт зоологии АН КазССР

Бурые грифы и белоголовые сипы являются природными санитарами. Они сопровождают многочисленные стада сайгаков с мест зимовок на летние пастбища, и в районах их охота образует большие скопления. В 60—70-е годы самки сайгаков ягнились в разных районах: по р. Байконур Джезказганской области, в верховьях р. Улыж-ланшик Тургайской области, в ур. Жиланшиктурме (р. Сары-тургай) Тургайской области.

В места, где сайгаки будут ягниться, бурые грифы и белоголовые сипы прилетают рано (в конце апреля). Вначале птицы держатся одиночками или стаями в 2—15 особей. Чем ближе приближаются сроки ягнения, тем больше слетается грифов и сипов. В первых числах мая мы их насчитывали десятки, а во время массового окота, которое у сайгаков бывает 10—20 мая, на одном месте было до 500 птиц. Обычно в стае бурые грифы составляют 40—45% и белоголовые сипы — 55—60%. По этим птицам можно



Гриф.

Белоголовый сип.

Фото М. И. Обухова.



определить территорию, где ягнятся сайгаки. Объясняется это тем, что во время окота сайгаков гибнет много ягнят и взрослых животных, трупами которых и кормятся птицы.

Через 5—10 дней после рождения ягнят, когда они уже подрастут и окрепнут, сайгаки начинают миграцию на север в полупустынные и степные зоны. Бурые грифы и белоголовые сипы в это же время улетают в южном направлении. Стада же копытных сопровождает только небольшая часть грифов. На летних пастбищах сайгаков, т. е. на территории, расположенной севернее р. Тургай, эти падальщики встречаются редко и держатся обычно одиночками или мелкими стаями.

Бурые грифы и белоголовые сипы питаются исключительно падалью. За 10 лет мы не видели, чтобы эти птицы нападали на живых животных.

В жаркое время суток пернатые хищники отдыхают и только под вечер вновь появляются в местах окота. Сайгаки совершенно не боятся грифов. На водопоях часто можно встретить самок сайгаков с ягнятами и тут же отдыхающих или купающихся грифов. Причем самки пытаются отгонять птиц от водоема, подбегая к сидящим птицами и ударяя передними копытами о землю. Грифы и сипы довольно охотно купаются, но только в небольших водоемах, затем, широко распустив крылья, часами сушатся под лучами солнца.

В некоторые годы у сайгаков только среди новорожденных гибнет 10—15% от числа родившихся, а это десятки тысяч особей. Кроме того, падеж часто отмечается и среди беременных самок. Роль падальщиков возрастает особенно в период заболевания сайгаков ящуром, от которого погибает до 40% новорожденных.

Таким образом, бурые грифы и белоголовые сипы, несомненно, очень полезные птицы и подлежат охране. За 2—4 дня они полностью очищают местность от трупов и предотвращают распространение эпизоотий.



Космические исследования

Запуски космических аппаратов в СССР (ноябрь — декабрь 1980 г.)

В ноябре — декабре 1980 г. в Советском Союзе был запущен 21 космический аппарат, в том числе 17 спутников серии «Космос» с научной аппаратурой, предназначенной для продолжения исследований космического пространства.

Усовершенствованный транспортный космический корабль «Союз Т-3» доставил на орбитальную станцию «Салют-6» экипаж в составе космонавтов Л. Д. Кизима, О. Г. Макарова и Г. М. Стрекалова для проведения на станции ремонтно-профилактических мероприятий и научно-технических экспериментов¹.

39 месяцев функционирует в околоземном космическом пространстве орбитальная научная станция «Салют-6», причем более полутора лет — в пилотируемом режиме. За это время на ее борту работали четыре длительных экспедиции продолжительностью 96, 140, 175 и 185 суток и девять краткосрочных экспедиций, включая шесть международных; 26 кораблей стыковались со станцией, 24 космонавта работали на ее борту.

Очередной спутник телевизионного вещания «Экран» (международный регистрационный индекс «Стационар-Т») запущен на круговую, близкую к геостационарной орбиту. На его борту установлена ретрансляционная аппаратура, обеспечивающая в дециметровом диапазоне длин волн передачу программ Центрального телевидения СССР на сеть приемных

Запуски космических аппаратов в СССР (ноябрь — декабрь 1980 г.)

Космический аппарат	Дата запуска	Параметры начальной орбиты			
		перигей, км	апогей, км	наклонение, град	период обращения, мин
«Космос-1220»	4.XI	432	454	65	93,3
«Космос-1221»	12.XI	207	424	72,9	90,5
«Молния-1»	16.XI	640	40 651	62,8	736
«Космос-1222»	21.XI	624	659	81,2	97,4
«Союз Т-3»	27.XI	200	251	51,6	88,7
«Космос-1223»	28.XI	614	40 165	62,8	726
«Космос-1224»	1.XII	209	403	72,9	90,3
«Космос-1225»	5.XII	967	1041	82,9	105
«Космос-1226»	10.XII	982	1025	83	105
«Космос-1227»	16.XII	209	325	72,9	89,5
«Космос-1228 — 1235»*	24.XII	1415	1491	74	114,6
«Прогноз-8»	25.XII	550	199 000	65	5723
«Экран»	26.XII	35 554	35 554	0,4	1424
«Космос-1236»	26.XII	180	388	67,1	89,8

* Восемь спутников запущены одной ракетой-носителем.

Запуски космических аппаратов в СССР в 1976—1980 гг.

Название космического аппарата	1976	1977	1978	1979	1980	Итого
«Союз»	3	3	5	4	6	21
«Салют»	1	1	—	—	—	2
«Прогресс»	—	—	4	3	4	11
«Космос»	101	86	96	79	88	450
«Метеор»	3	4	—	3	2	12
«Молния»	7	6	6	5	4	28
«Радуга»	1	1	1	1	2	6
«Экран»	1	1	—	2	2	6
«Горизонт»	—	—	1	2	1	4
«Луна»	1	—	—	—	—	1
«Венера»	—	—	2	—	—	2
«Прогноз»	1	1	1	—	1	4
«Интеркосмос»	2	1	1	2	—	6
«Радио»	—	—	2	—	—	2
	121	104	119	101	110	555

устройств коллективного пользования.

Очередной спутник связи «Молния-1» предназначен для обеспечения эксплуатации системы дальней телефонно-телеграфной радиосвязи, а также

передачи программ Центрального телевидения СССР на пункты сети «Орбита».

Автоматическая станция «Прогноз-8» выведена на сильно вытянутую эллиптическую орбиту с апогеем вне пределов маг-

¹ Подробнее о полете «Союза Т-3» см. в этом номере: «Союз Т-3», с. 103.

нитосферы Земли. На станции установлена научная аппаратура для исследования излучений Солнца, потоков солнечной плазмы и магнитных полей в околоземном космическом пространстве и созданная специалистами СССР, ПНР, ЧССР и Швеции².

Таким образом, в 1980 г. в Советском Союзе было запущено 110 космических аппаратов, в том числе космические корабли «Союз-35», -36, -37, -38», «Союз Т-2, -3», четыре автоматических грузовых корабля «Прогресс», автоматическая станция «Прогноз-8», 88 спутников серии «Космос», девять спутников связи и два метеорологических спутника.

В общей сложности в годы 10-й пятилетки (1976—1980 гг.) в Советском Союзе было запущено 555 космических аппаратов различных типов.



Л. Д. Кизим, Г. М. Стрекалов и О. Г. Макаров (слева направо) после возвращения на Землю.

Фото ТАСС.

Космические исследования

«Союз Т-3»

27 ноября 1980 г. в 17 ч 18 мин по московскому времени в Советском Союзе был осуществлен запуск трехместного космического корабля «Союз Т-3» с экипажем в составе командира корабля Л. Д. Кизима, борт-инженера О. Г. Макарова и космонавта-исследователя Г. М. Стрекалова.

Цель запуска — дальнейшие испытания усовершенствованного транспортного корабля серии «Союз Т» в различных режимах автономного полета и в составе орбитального научно-исследовательского комплекса «Салют-6» — «Прогресс-11», доставка на станцию экипажа из трех космонавтов для проверки состояния бортовых систем «Салюта-6» и проведения необходимых ремонтно-профилактических мероприятий и научно-технических исследований и экспериментов.

Как известно, испытания космических кораблей этого ти-

па начались в декабре 1979 г., когда был запущен беспилотный корабль «Союз Т»¹, который 19 декабря состыковался с орбитальной станцией «Салют-6»; в течение 100-суточного полета была выполнена программа обработки этого корабля в беспилотном варианте. В июне 1980 г. был осуществлен первый полет пилотируемого транспортного корабля «Союз Т-2» с экипажем в составе Ю. В. Малышева и В. В. Аксенова; вместе с основным экипажем станции они успешно выполнили запланированную программу работ на борту научно-исследовательского комплекса².

«Союз Т» — усовершенствованный транспортный корабль, созданный на базе космического корабля «Союз» с использованием современных технических достижений, что позволило расширить диапазон возможностей транспортного корабля, увеличить эффективность его работы, повысить безопасность экипажа, улучшить эксплуатационные характери-

стики. Транспортный космический корабль этой серии имеет массу свыше 6800 кг и рассчитан на экипаж до трех человек.

При его создании были сохранены общая компоновочная схема «Союза» (последовательность расположения отсеков — орбитального и приборно-агрегатного — и спускаемого аппарата, форма спускаемого аппарата), его внешние очертания. Кроме того, «Союз Т» оснащен системами и агрегатами новой разработки, в том числе: новой системой управления движением; объединенной двигательной установкой; новыми системами радиосвязи, жизнеобеспечения, энергетики; спускаемым аппаратом прежней аэродинамической компоновки, но со значительными конструктивными изменениями.

Новая система управления движением построена на принципах бесплатформенной (отсутствуют гироскопы или гироскопостолы) инерциальной системы и на базе бортового цифрового вычислительного комплекса (БЦВК). Все режимы ориентации могут выполняться автоматически или при участии экипажа. Режимы встречи и сближения корабля со станцией строятся на основе расчетов с помощью БЦВК траекторий относительного движения и оптимальных маневров, приводящих корабль к станции. При решении этой задачи используется информация от радиотехнической измерительной системы «Игла».

² Подробнее о запуске «Прогноз-8» см. в этом номере: «Прогноз-8», с. 104.

¹ Природа, 1980, № 3, с. 106.

² Природа, 1980, № 9, с. 105, 108—109.

Объединенная двигательная установка позволяет маршевому (сближающе-корректирующему) двигателю и микродвигателям причаливания и ориентации работать на единых компонентах топлива и питаться из общих топливных баков. Схема объединенной двигательной установки «Союза Т» позволяет перераспределять топливо между разными видами двигателей, что обеспечивает оптимальное использование бортовых запасов и гибкость при выполнении программы полета.

В систему электропитания «Союза Т» введены солнечные батареи, которые в качестве генераторов электроэнергии могут подзаряжать химические источники тока и тем самым снять жесткое ограничение на время автономного полета, которое зависит теперь от запасов в системе жизнеобеспечения (кислорода, воды, пищи и т. д.). Система жизнеобеспечения также модернизирована. Необходимый состав атмосферы поддерживается системой, использующей, в отличие от корабля «Союз», запасы газообразного кислорода и поглотителя углекислого газа; система автоматически поддерживает заданные параметры атмосферы в жилых отсеках. Баллоны с запасами кислорода расположены вне отсеков. В случае разгерметизации корабля безопасность экипажа обеспечивается скафандрами новой конструкции, в которые подается чистый кислород.

Значительные конструктивные изменения внесены в спускаемый аппарат. Управление его движением основано на применении вычислительной техники с непрерывным прогнозированием точки посадки, что обеспечивает ее высокую точность. Предусмотрена возможность перехода к ручному управлению на любом этапе спуска.

28 ноября 1980 г. в 18 ч 54 мин «Союз Т-3» состыковался с орбитальной станцией «Салют-6», и космонавты перешли на борт станции. Уже на следующий день экипаж начал эксперименты по изучению влияния факторов космического полета на развитие биологических

объектов, доставленных на станцию кораблем.

На установках «Сплав» и «Кристалл» были проведены технологические эксперименты по получению полупроводниковых материалов «кадмий-ртуть-теллур» и «галлий-висмут».

С помощью портативной аппаратуры, включающей гелиево-неоновый лазер и регистрирующее устройство, был выполнен эксперимент «Голограмма», разработанный совместно специалистами СССР и Республики Куба: проводилась голографическая съемка процесса растворения исследуемого кристалла в условиях невесомости. Фотопленка с записью голограмм доставлена на Землю для лабораторных исследований. Эксперимент по регистрации процесса растворения вещества с использованием голографического метода в условиях космического полета выполнен впервые.

В космических оранжереях «Оазис» и «Светоблок» изучалось развитие высших растений в условиях невесомости, космонавты регистрировали рост растений и поддерживали необходимый микроклимат в контейнерах с биологическими объектами.

Для определения устойчивости конструкции станции при динамических нагрузках проводился технический эксперимент «Амплитуда». В эксперименте «Микроклимат» измерялись температура, влажность и другие параметры атмосферы в жилых помещениях комплекса.

В ходе 13-суточного полета космонавты провели испытания бортовых систем и элементов конструкции корабля «Союз Т-3» в различных режимах автономного полета и в составе орбитального комплекса. Они также проверили состояние бортовых систем станции «Салют-6» и выполнили важные и сложные ремонтно-профилактические работы, обеспечившие дальнейшее активное функционирование станции «Салют-6» на орбите.

9 декабря «Прогресс-11» был отделен от орбитальной станции «Салют-6». 10 декабря после успешного выполнения программы полета космонавты

Л. Д. Кизим, О. Г. Макаров и Г. М. Стрекалов возвратились на Землю в спускаемом аппарате космического корабля «Союз Т-3», который в 12 ч 26 мин по московскому времени совершил мягкую посадку в 130 км восточнее г. Джезказгана.

Космические исследования

«Прогноз-8»

25 декабря 1980 г. в 7 ч 02 мин по московскому времени в Советском Союзе была запущена автоматическая станция «Прогноз-8». Ракета-носитель вывела ее на сильно вытянутую эллиптическую околоземную орбиту с высотой в апогее 199 000 км, в перигее — 550 км, наклонением 65° и периодом обращения 95 ч 23 мин.

На станции установлена научная аппаратура, созданная в СССР, ПНР, ЧССР и Швеции по программам международного сотрудничества в области исследования и использования космического пространства. С помощью «Прогноза-8» предполагается исследовать корпускулярное и электромагнитное излучение Солнца, потоки солнечной плазмы, магнитные поля в околоземном космическом пространстве для определения влияния солнечной активности на межпланетную среду и магнитосферу Земли.

Научная аппаратура «Прогноза-8» включает три комплекса приборов. В состав первого комплекса, предназначенного для изучения плазмы, входят:

три прибора для исследования энергетических спектров заряженных частиц в плазме (монитор плазмы, создан совместно специалистами СССР и ЧССР, спектрометр плазмы (СССР); детектор заряженных частиц высоких энергий (СССР, ЧССР);

четыре прибора для проведения экспериментов по изучению плазменных волн (спектроанализатор электрической компоненты (СССР, ЧССР), спектроанализатор магнитной компоненты (СССР), анализатор плотности потока

плазмы (СССР) и спектроанализатор электрической и магнитной составляющих плазменных волн (СССР, ПНР); спектрометр «Промикс-2» для исследования ионного состава магнитосферной плазмы (СССР, Швеция); магнитометры (СССР).

Во второй комплекс, предназначенный для исследования солнечного излучения, входят рентгеновский солнечный фотометр (СССР, ЧССР) и спектрометр длинноволнового солнечного радиоизлучения (СССР, ЧССР).

Третий комплекс включает приборы, разработанные в СССР для исследования радиационной обстановки в околоземном космическом пространстве и изучения проблемы радиационной безопасности пилотируемых космических полетов.

Общей задачей исследований на «Прогнозе-8» является продолжение систематического изучения солнечно-земных связей в широком многообразии их проявлений (излучения, частицы, поля и волны).

С. А. Никитин

Москва

Организация науки

Золотая медаль им. Б. Н. Петрова

Академия наук СССР учредила золотую медаль им. Б. Н. Петрова, которая будет присуждаться советским и иностранным ученым один раз в три года за выдающиеся работы в области теории и систем автоматического управления и экспериментальных исследований по освоению космического пространства.

Выдающийся ученый в области проблем управления академик Б. Н. Петров (1913—1980) внес большой вклад в развитие советской космонавтики и в организацию международного сотрудничества в космических исследованиях. Его научные труды нашли непосред-



Б. Н. Петров [1913—1980].

ственное применение при развитии отечественной ракетно-космической науки и техники. Он работал вместе с академиком С. П. Королевым, принимал участие во многих космических программах. В последние годы Б. Н. Петров руководил в нашей стране научными программами по исследованию космического пространства. Он стоял у истоков международного сотрудничества Советского Союза в области исследования и использования космического пространства, в течение почти 15 лет возглавляя Совет «Интеркосмос» при Академии наук СССР.

Под руководством Б. Н. Петрова сотрудничество социалистических стран по программе «Интеркосмос» было поднято на высокий научно-технический уровень, о чем свидетельствуют полеты международных экипажей на советских космических кораблях и орбитальных станциях. Широкий размах получили также совместные работы в космосе в рамках сотрудничества СССР с Индией, Францией и другими странами.

Научная и организаторская деятельность Б. Н. Петрова получила широкое признание международной научной общественности: он был избран иностранным членом академий наук ряда стран, действительным членом Международной академии астронавтики.

Астрофизика

Обнаружены линии в спектре космических γ-всплесков

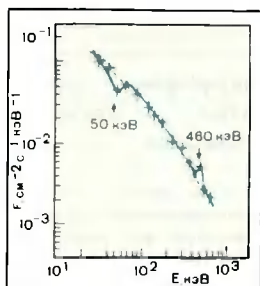
При обработке результатов эксперимента «Конус», выполненного во время полета автоматических станций «Венера-11 и -12», группа астрофизиков под руководством Е. П. Мазеца (Физико-технический институт им. А. Ф. Иоффе АН СССР) обнаружила линии излучения и поглощения в энергетическом спектре космических γ-всплесков.

Короткие всплески космического γ-излучения наблюдаются уже несколько лет¹, но их природа до сих пор неясна. Высказывалось мнение, что они связаны с нейтронными звездами². Проведенные в эксперименте «Конус» спектральные измерения γ-всплесков не только подтвердили эту гипотезу, но и позволили измерить некоторые характеристики нейтронных звезд.

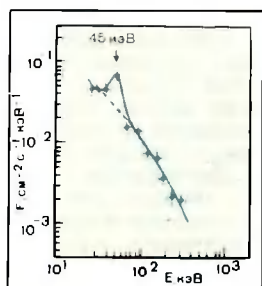
На первом рисунке показан спектр γ-всплеска, зарегистрированного 22 июня 1979 г. Распределение непрерывного излучения в нем (по числу фотонов) хорошо описывается законом $dN \sim E^{-1} \exp(-E/kT) dE$, характерным для тормозного излучения оптически тонкой горячей плазмы с температурой $kT = 525$ кэВ. Рождение электрон-позитронных пар в горячей плазме и в магнитосфере нейтронной звезды должно служить (наряду с ядерными реакциями и β^+ -распадом) мощным источником позитронов, которые, вступая затем в реакцию аннигиляции с электронами, приводят к рождению γ-квантов: $e^+ + e^- \rightarrow \gamma + \gamma$. Линия излучения в области 460 кэВ, по-видимому, является аннигиляционной линией, начальная энергия

Подробнее об этом см.: Голенецкий С. В., Мазец Е. П. «Венера-11 и -12» исследуют космические всплески. — Природа, 1979, № 10, с. 30.

² Сюняев Р. А. Источники γ-всплесков — рентгеновский пульсар. — Природа, 1979, № 9, с. 102.



Энергетический спектр γ -всплеска 22.VI.1979, зарегистрированный в эксперименте «Конус». По оси ординат — число γ -квантов, по оси абсцисс — их энергии.



Энергетический спектр γ -всплеска 26.V.1979 г.

которой (511 кэВ) уменьшилась из-за воздействия гравитационного поля нейтронной звезды. Если это так, то гравитационный потенциал вблизи поверхности нейтронной звезды $\sim (0,1-0,2) \cdot c^2$.

Линия поглощения с энергией 50 кэВ, по всей вероятности, обусловлена циклотронным поглощением, связанным с движением электронов в магнитном поле. Поскольку основная гармоника циклотронного поглощения лежит на циклотронной частоте, соответствующей энергии фотона $h\nu_c = \hbar eH/2mc = 1 \text{ кэВ} \cdot (H/10^{11} \text{ Гс})$, то отсюда можно оценить напряженность магнитного поля H в области излучения; она равна $5 \cdot 10^{12} \text{ Гс}$.

На втором рисунке показан спектр другого γ -всплеска, зарегистрированного 26 мая 1979 г.; в нем видна циклотронная линия излучения с энергией 45 кэВ. В этом источнике магнитное поле близко к $4,5 \cdot 10^{12} \text{ Гс}$.

Поиск циклотронных линий как индикаторов сильных магнитных полей в рентгеновских источниках был предложен советскими астрофизиками Ю. Н. Гнединым и Р. А. Сюняевым в 1974 г.³ С помощью этого метода было определено магнитное поле у двух стационарных рентгеновских источников — рентгеновских пульсаров. Группа Е. П. Мазеца, открывшая циклотронные рентгеновские линии в спектре двух десятков γ -всплесков, доказала наличие у источников этих всплесков гигантских магнитных полей, недостижимых в земных лабораториях и характерных лишь для нейтронных звезд. Исследуя спектры γ -всплесков, астрофизики получают уникальную возможность изучать свойства плазмы, находящейся в сверхсильных магнитных и гравитационных полях и имеющей чрезвычайно высокую температуру, которая в сотни раз превышает температуру плазмы в стационарных установках на Земле.

Письма в *Астрономический журнал*, 1980, т. 6, вып. 11, с. 708—711.

³ Gnedin Yu. N., Sunyaev R. A. *Astron. and Astrophys.*, 1974, № 36, p. 378.

Астрономия

Радиоинтерферометр Крым — Пушино

Метод радиоинтерферометрии со сверхдлинными базами, предложенный в Советском Союзе¹, получил широкое применение для решения целого ряда научных и прикладных задач. Принцип работы интерферометра со сверхдлинной базой заключается в следующем: сигналы источника космического радио-

излучения, синхронно принимаемые далеко разнесенными антеннами, затем когерентно переводятся на промежуточную частоту и записываются на магнитную ленту. Для когерентного преобразования сигналов и записи их на магнитную ленту в строго определенные моменты времени используются атомные стандарты частоты. Полученные на разных радиотелескопах записи далее совместно обрабатываются на ЭВМ; в результате создается радиозображение космического объекта. Таким образом, радиотелескопы непосредственно не связаны между собой и расстояния между ними, а следовательно, и угловое разрешение интерферометра, может быть сделано сколь угодно высокими.

В Советском Союзе создан и успешно работает радиоинтерферометр Крым — Пушино². В Институте космических исследований разработан комплекс аппаратуры по преобразованию и регистрации сигналов, а также обработке данных наблюдений. 22-метровые параболические прецизионные антенны Крымской астрофизической обсерватории АН СССР и Физического института им. П. Н. Лебедева АН СССР расположены в Крыму (Симеиз) и в Московской области (г. Пушино); расстояние между радиотелескопами равно примерно 1150 км, что обеспечивает угловое разрешение радиоинтерферометра около одной тысячной секунды на длине волны 1,3 см. Такое разрешение соответствует углу, под которым из Пушино видна горошина, находящаяся в Крыму. Столь высокой разрешающей силы не имеют даже лучшие оптические телескопы.

Для повышения чувствительности измерений радиотелескопы оснащены усилителями с малыми шумами — мазерами. Преобразование и запись сигналов осуществляется с помощью высокостабильных стандартов частоты водородного типа, а обработка результатов наблюдений — на вычислительной машине типа ЕС 1040. Исследуются

¹ Матвеевко Л. И., Кардашев Н. С., Шоломицкий Г. Б. *Радиофизика*, 1965, № 8, с. 65.

² О международной интерференционной сети см.: *Природа*, 1980, № 10, с. 108.

радиоисточники, обладающие как сплошным спектром излучения — ядра квазаров и радиогалактик, так и линейчатый — области образования звезд и планетных систем.

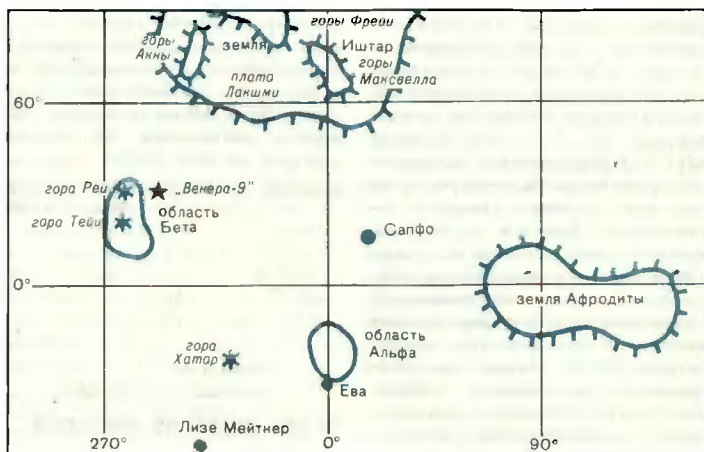
Первыми объектами, которые наблюдались на новом радиоинтерферометре, были источники когерентного излучения — так называемые космические мазеры. Зарегистрирована необычайно яркая спектральная линия на длине волны 1,35 см мазерного источника в туманности Орион А. Скорость источника равна 8,6 км/с, а его угловой размер составляет около 1 мс, что соответствует примерно 0,5 а. е. Яркостная температура источника $\sim 10^{16}$ К.

Письма в Астрономический журнал, 1980, т. 6, № 10, с. 662—666.

Планетология

Первые названия на карте Венеры

На XVII Генеральной ассамблее Международного астрономического союза, проходившей в 1979 г. в Монреале (Канада), четырнадцати деталям рельефа Венеры были присвоены собственные наименования¹. Три округлых образования, напоминающие кратеры, названы: Ева, Лизе Мейтнер (австрийский физик, 1878—1968) и Сапфо (древнегреческая поэтесса, 610—580 до н. э.). Крупная возвышенность в экваториальной области планеты названа землей Афродиты (греческой богини плодородия, любви и красоты, которой у римлян соответствовала Венера). Северная приполярная возвышенность получила имя земли Иштар (вавилонской богини плодородия, любви и войны, олицетворением которой была планета Венера). Равнинный участок в пределах земли Иштар назван плато



Карта Венеры с первыми наименованиями деталей рельефа.

Лакшми (индийская богиня красоты, любви и процветания).

Пять гор получили имена богинь: Акны — богини плодородия индейцев Юкатана, Фрейи — скандинавской богини плодородия, любви и красоты, Хатор — египетской богини неба и плодородия, Рея и Тейи — титанид в древнегреческой мифологии. Самый высокий на планете горный хребт получил имя английского физика Дж. Максвелла (1831—1879). Хребт соответствует светлой детали Максвелл, обнаруженной несколько лет назад при радиолокации Венеры с Земли. Это пока единственное «мужское» название на Венере².

Еще два названия — области Альфа и Бета³ — присвоены сравнительно небольшим по площади возвышенностям. Эти названия по первым буквам греческого алфавита происходят от широко употреблявшихся в последние годы обозначений светлых (в радиодиапазоне) деталей, обнаруженных на Венере в результате радиолокации с Земли. В свое время область Альфа была принята за начало отсчета долгот. Теперь положение нулевого меридиана уточ-

нено — он проходит через центр кратера Ева. В области Бета находятся два вулкана — горы Тейя и Рея. Первый из них был обнаружен еще наземными радиолокационными наблюдениями⁴. У подножья горы Рея в 1975 г. совершила посадку станция «Венера-9», впервые передавшая изображение поверхности планеты.

На заседании рабочей группы Международного астрономического союза по номенклатуре планет, проходившем в 1980 г. в Будапеште (Венгрия), предложено еще 30 наименований для деталей рельефа Венеры. Среди этих объектов — 4 каньона, 2 кратера, 8 линий (линейные образования неясной природы), 8 равнин, 6 областей и 2 уступа. Эти предложения внесены в настоящее время на рассмотрение исполнительного комитета МАС; после утверждения они станут официальными международными названиями.

Г. А. Бурба
Москва

Физическая химия

Получение псевдосплавов в космосе

В условиях слабой гравитации в космосе можно получать псевдосплавы на основе двух и более компонентов, которые очень плохо смешиваются в

¹ Transactions of the International Astronomical Union, 1980, v. XVII B, p. 307—353.

² О принципах наименования деталей рельефа Венеры см.: Природа, 1978, № 6, с. 132.

³ Там же.

⁴ Природа, 1978, № 4, с. 136.

обычных условиях. Это показали эксперименты, поставленные на станции «Салют-6» по программе космических исследований сотрудниками Института металлургии им. А. А. Байкова АН СССР. Воздействие пониженной гравитации было изучено на примере системы висмут — алюминий. Вначале в земных условиях контрольные образцы и образцы для дальнейших космических испытаний плавились в кварцевых графитизированных ампулах в вакууме при температуре 700° С. Затем они подвергались повторному плавлению и кристаллизации в одинаковых температурных режимах параллельно на Земле и в космосе. Исследования макро- и микроструктуры показали, что у космических образцов происходит значительно лучшее перемешивание компонентов, чем у земных, хотя по данным рентгеновского микроанализа и сканирующей электронной микроскопии взаимное проникновение компонентов не сопровождается их истинным растворением. Это и позволяет говорить о получении псевдосплавов.

Космические испытания монокристаллов, выращенных из расплавов и содержащих 48 весовых процентов алюминия и 52 весовых процента магния, показали, что при плавлении в космосе жидкие металлические сплавы захватывают газообразные вещества, которые в

земных условиях удаляются за счет действия выталкивающей силы Архимеда. Таким образом, в условиях слабой гравитации могут быть также получены пористые материалы на основе системы металл — газ.

Доклады АН СССР, 1980, т. 252, № 6, с. 1387.

Геология

Ртуть ищут из космоса

Н. А. Яблонская (Все-союзное научно-производственное объединение «Аэрогеология») и А. И. Мелешко (Институт минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов АН СССР), используя космические снимки, изучали Хайдарканское рудное поле, расположенное в Южном Тянь-Шане.

Расшифровка космических снимков позволила понять строение всей Хайдарканской антиклинальной зоны в целом. В пределах этой зоны авторы выделили куполовидные структуры, которые могут рассматриваться как своего рода ловушки, благоприятные для образования месторождений ртути.

На космических снимках хорошо видны пять выраженных в рельефе кольцевых поднятий; авторы сумели расшифровать еще одно, которому дали название Аллаудинское. Геологический анализ данного района показал, что все эти поднятия развивались в Хайдарканской структуре начиная с палеозоя до настоящего времени. Именно столь продолжительное их существование и сыграло решающую роль в локализации здесь ртути.

С тремя из выделенных куполов связаны уже известные месторождения Хайдарканского рудного поля. Высказав предположение, что и три других купола являются структурными ловушками для ртути, авторы провели геохимические исследования. Содержание ртути было определено с точностью до $10^{-8}\%$, и в зависимости от содержания весь район рудного поля был разбит на три участка ($>0,2$ г/т; $0,2—1$ г/т и <1 г/т). На основании полученных геолого-геохимических данных авторы заключают, что на восточном и юго-восточном флангах Хайдарканского рудного поля имеются перспективные, пока еще недостаточно детально изученные участки.

Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. 1981, № 1, с. 60—66.

НОВОСТИ НАУКИ

Астрономия

Астероид необычной формы

Новые наблюдения астероида Гектор (№ 624), проведенные У. Хартманом и Д. Круйкенком (Институт планетных исследований в Тусоне, США, и Университет штата Гавайи, США), показали, что блеск его то усиливается, то ослабевает, изменяя свою яркость в три раза с периодом 7 ч. Тепловое излу-

чение меняется синхронно с блеском. Подобное изменение блеска и температуры может происходить, если астероид имеет сильно вытянутую форму. Предполагают, что размеры экваториальных осей Гектора составляют 150 и 300 км.

Гектор — весьма загадочный объект. Он относится к скоплению астероидов, называемому «троянцами». Все остальные тела этой группы имеют, судя по практическим не меняющейся кривой блеска, округлую форму. Среди других астероидов известны такие, форма которых силь-

но вытянута. Однако все они имеют намного меньшие размеры, чем Гектор, — лишь несколько километров в длину — и могут представлять собой осколки более крупных тел. Гектор занимает по размеру 21-е место среди тысяч астероидов, а по амплитуде изменения блеска — 3-е место.

Возможно, Гектор образовался в результате столкновения двух округлых астероидов из группы «троянцев», летящих с небольшой скоростью. Выделившейся при столкновении энергии не хватило, чтобы расколоть эти

тела на обломки, и они как бы склеились друг с другом. Астероид Гектор — первое полученное при наблюдениях свидетельство возможного соединения двух простейших планетезималей, довольно крупных (в десятки или сотни километров) тел, которые, как предполагается, заполняли протопланетную туманность и, постепенно соединяясь, образовали планеты. Вероятность, что этот астероид представляет собой «ископаемый» образец аккреционного процесса, выдвигает его в первые кандидаты для исследования с помощью космических средств. Интересно, что подобную же вытянутую форму имеет спутник Юпитера Амальтея, сфотографированный станциями «Вояджер».¹ Размеры Амальтеи (155×170×270 км) близки к предполагаемым размерам Гектора.

Science, 1980, v. 207, № 4434, p. 976—977 (США).

Метеоритика

Происхождение Черного камня из Каабы

В нише на наружной стене храма Кааба в Мекке (Саудовская Аравия) находится так называемый Черный камень, служащий предметом почитания мусульман. По преданию, он был послан на Землю аллахом. Поэтому долгое время специалисты считали, что камень представляет собой метеорит. Вообще, природа Черного камня выяснена не окончательно: предполагалось также, что он может быть куском лавы, обломком базальта и даже агатом.

Черный камень состоит из 8 кусков различного размера, сцементированных вместе, и заключен в серебряную оправу, оставляющую для обозрения участок размером 20×15 см. Он

имеет волнистую поверхность, хорошо отполированную, так как в течение многих веков паломники касались его пальцами. По-видимому, первоначально камень был единым и имел размеры 25×20×20 см. На его коричневатой-черной поверхности видны небольшие белые и желтые пятна. По свидетельству очевидцев, внутренняя часть камня серая или белая. В 930 г. он был похищен из Каабы, а распознать его после обнаружения в 951 г. помогло его свойство не тонуть в воде.

Камней с лавовым или базальтовым составом на Аравийском полуострове множество. Вряд ли камень столь обычного происхождения мог быть выбран для поклонения. Предположение же об агатовой или метеоритной природе камня противоречит его плавучести. Кроме того, первоначально единый железный метеорит не мог расколоться на куски, а каменный метеорит не способен столь долгое время не разрушаться от постоянных к нему прикосновений.

Э. Томсен (Университет Копенгагена, Дания) дал новое объяснение природы Черного камня, которое удовлетворяет всей совокупности имеющихся к настоящему времени данных. По ее мнению, наиболее вероятным источником Черного камня, отвечающим его «небесному» происхождению, могут служить два метеоритных кратера Вабар (диаметром 100 и 50 м), расположенные посреди пустыни Руб-эль-Хали, на 21°30' с. ш., 50°29' в. д., в 1100 км к востоку от Мекки. Кратеры образованы в песчанике, состоящем почти из одного кварца. Вблизи них найдено несколько железных метеоритов. На внутренних склонах кратеров имеются глыбы стекла, образовавшиеся в результате плавления кварца при метеоритном ударе. В стекло вплавлено множество мельчайших железоникелевых шариков, что характерно для тел метеоритного происхождения. Часто встречаются включения небольших кусочков горных пород и минералов. Некоторые куски стекла имеют вид вулканических бомб: очень пористые, снаружи покрыты черной коркой, внутри — белые.

По мнению Томсена, Черный камень Каабы представляет собой импактное стекло, образованное при ударе метеорита о кварцевый песчаник. Из-за высокой пористости ударное стекло не тонет в воде, устойчиво к абразионному воздействию. Возраст стекла из кратеров Вабар — $6,4 \pm 2,5$ тыс. лет; таким образом, люди могли наблюдать падение метеоритов, образовавших кратеры Вабар и послуживших основой легенды о ниспослании камня с небес. В Мекку Черный камень мог попасть по караванному пути, пролежавшему до 1830 г. из Омана через район кратеров Вабар. Meteoritics, 1980, v. 15, № 1, p. 87—91 (США).

Физика

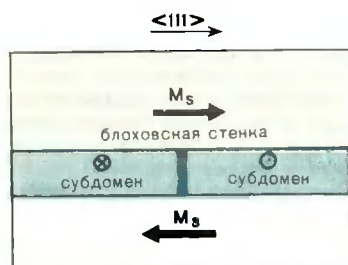
Резонансная генерация субдоменов в ферромагнетике

В последние годы появился новый вид магнитной памяти ЭВМ на так называемых магнитных пузырьках¹. Пузырьки — домены цилиндрической формы — создаются и перемещаются вдоль ферромагнитной пленки (или очень тонкого ферромагнитного кристалла) внешними магнитными полями. Качество работы и быстрдействие ЭВМ с такой памятью определяется скоростью и стабильностью перемещения доменов.

Как показали исследования последних десяти лет, движение границы раздела двух соседних доменов (так называемой стенки Блоха) зависит от внутренней структуры этой границы. Оказалось, что блоховская стенка толщиной ~ 2 мкм сама состоит из субдоменов, граница между которыми получила название блоховской линии. Изменение вектора спонтанной намагниченности внутри блоховской стенки при переходе от

¹ Бурба Г. А. Юпитер и его спутники на снимках «Вояджера-1». — Природа, 1979, № 12, с. 26.

¹ Подробнее об этом см.: Лисовский Ф. В. Память на магнитных пузырьках. — Природа, 1974, № 10, с. 71; 1979, № 10, с. 104.



Наблюдаемая с помощью поляризационного микроскопа структура доменов и субдоменов. Цветная линия — блоховская линия. Крестиками, точками и стрелками обозначены направления векторов спонтанной намагниченности M_s .

одного домена к соседнему происходит не только в направлении, перпендикулярном стенке, как это до сих пор считалось, но и в плоскости самой стенки.

В экспериментах, проведенных в Институте физики твердого тела АН СССР с тонкими (35 мкм) монокристаллами иттриевого феррограната, обнаружен ряд новых физических явлений. По условиям опыта во всем монокристалле существовала лишь одна прямая блоховская стенка, ориентированная вдоль кристаллографического направления $\langle 111 \rangle$ и разделявшая домены с векторами спонтанной намагниченности, направленными вдоль стенки параллельно верхней широкой грани образцов. Векторы намагниченности соседних доменов были ориентированы в противоположных направлениях.

Когда к монокристаллу прикладывалось внешнее постоянное магнитное поле напряженностью ~ 1 Э, направленное параллельно вектору намагниченности одного из доменов, блоховская стенка приходила в движение со скоростью, изменявшейся от 0 до 15 м/с (при увеличении поля от 0 до ~ 1 Э). С ростом поля одновременно менялась и внутренняя структура стенки: линии Блоха приходили в колебательное движение вдоль плоскости стенки тем быстрее, чем сильнее было поле. Исследование этого явления с переменным магнитным полем привело к открытию нового эффекта — резонанса колебаний блоховских линий. Когда

на кристалл перпендикулярно плоскости (112) накладывалось слабое $(0,01 \text{ Э})$ переменное магнитное поле частотой в диапазоне 50—500 кГц, то при определенных значениях частоты наблюдалось резкое увеличение амплитуды смещения блоховских линий относительно их равновесного положения.

Если частоту переменного поля продолжали увеличивать, то при некоторых критических ее значениях, зависящих от амплитуды поля, происходило скачкообразное увеличение числа субдоменов в блоховской стенке, т. е. числа блоховских линий. Так, в поле с амплитудой напряженности 0,06 Э число блоховских линий возрастало вдвое при частоте 0,5—5,6 МГц, в три раза в интервале частот 5,6—7 МГц и в 16 раз в интервале 9—12 МГц. (В последнем случае размер субдомена становился равным толщине блоховской стенки.) Новая структура стенки сохранялась после выключения поля. Анализ данных показал, что подвижность блоховских линий значительно больше подвижности самой стенки.

Динамику блоховской линии и стенки изучали с помощью поляризационного микроскопа: доменная структура кристалла и блоховской стенки обнаруживалась по эффекту Фарадея для плоскополяризованного света, которым просвечивался кристалл. Наблюдаемая в микроскоп картина фотографировалась, и колебания блоховских линий обнаруживались по размытию светового контраста переходной области между соседними субдоменами. Известия АН СССР, сер. физ., 1980, т. 44, № 7, с. 1356—1361; Письма в ЖЭТФ, 1980, т. 32, вып. 2, с. 152—156.

Физика

Измерены скорости переноса энергии и электронов при фотосинтезе

В Институте спектроскопии АН СССР методом лазерной спектроскопии впервые удалось измерить время, за которое на начальном этапе

фотосинтеза переносятся энергия возбуждения и электрический заряд. В качестве объекта были использованы реакционные центры, выделенные из фотосинтезирующих бактерий *Rhodospseudomonas spheroides*. Оказалось, что время переноса энергии возбуждения между молекулой — донором электрона и молекулой — акцептором составляет 1,5 пикосекунд, а время отрыва и переброса электрона — 7 пикосекунд. На основе этих данных было оценено расстояние между донором и акцептором: оно составило ~ 120 нм.

Как известно, первичный акт фотосинтеза заключается в превращении кванта световой энергии — фотона в энергию пространственно разделенных электрических зарядов, т. е. в химическую энергию. В данном случае процесс осуществлялся в реакционных центрах с помощью двух молекул бактериофеофитина¹ (комплекс «белок + молекула феофитина»), молекулы димера бактериохлорофилла (комплекс «белок + две молекулы хлорофилла») и молекулы убикинона, содержащей атомы железа.

Вначале фотон поглощается одной из двух (пока неясно, какой именно) молекул бактериофеофитина, переходящей в возбужденное состояние. Затем энергия возбуждения переходит к соседней молекуле димера бактериохлорофилла, в результате от нее отрывается электрон, который через пока еще неизвестный промежуточный акцептор захватывается молекулой бактериофеофитина. Первичный акт завершается тем, что электрон в конечном счете оказывается в молекуле убикинона.

В эксперименте измерялись времена обмена энергией и электронами между возбужденной молекулой бактериофеофитина и димером бактериохлорофилла. За кинетикой такого обмена следили по временной эволюции спектра поглощения света возбужденными

¹ Поскольку реакционные центры выделены из бактерий, входящие в них феофитин и хлорофилл названы бактериальными.

молекулами бактериохлорофилла. Вначале в реакционные центры вводилась энергия возбуждения посредством импульсов света мощностью 10^{-10} Вт, длительностью 0,4 пс на длине волны 718 нм. Вслед за возбуждающим импульсом посылались зондирующие световые импульсы той же длительности, но с длиной волны 870 нм, соответствовавшей одной из полос поглощения в спектре возбужденного димера бактериохлорофилла. Наблюдаемое изменение во времени этого поглощения и позволило определить время передачи энергии возбуждения.

Для нахождения времени отрыва электрона возбужденные центры зондировались импульсами света той же длительности, но с длиной волны 790 нм, соответствовавшей одной из полос в спектре поглощения молекул бактериохлорофилла, лишенных электрона. Время, за которое возникала эта полоса, определяло время отрыва электрона.

Эксперимент выполнялся с помощью специального пикосекундного двухлучевого спектрометра, основу которого составлял лазер на красителе, посылавший стабильные ультракороткие импульсы света.¹

Письма в ЖЭТФ, 1980, т. 32, № 2, с. 107—111.

Физика

Органический сверхпроводник

Французские исследователи (лаборатория физики твердого тела Парижского университета) обнаружили, что синтетический органический проводник ди(тетраметилтетраселенфтор)гексафторфосфор, обозначаемый по первым буквам входящих в его состав атомов и радикалов $(TMTSF)_2PF_6$, при давлении 12 кбар и температуре 0,9—1,0 К переходит в сверхпроводящее состояние; остаточное сопротивление, создаваемое измерительной цепью, составляет 10^{-7} Ом. Это вещество, кристаллы которого состоят из параллельных цепочек молеку-

лярных групп $(TMTSF)$, между которыми располагаются радикалы $(PF_6)^-$, в нормальных условиях является квазиодномерным проводником с «продольной» проводимостью $\sim 10^5$ ом $^{-1}$ см $^{-1}$. При температуре 15 К он превращается в полупроводник; температура такого перехода уменьшается с ростом давления, достигая величины 1,2 К при давлении ~ 10 кбар. По непонятным пока причинам при давлении 12 кбар и температуре порядка 1 К более выгодным оказался переход в сверхпроводящее состояние.

Сопротивление измерялось одновременно у двух монокристаллов (размеры $4 \times 0,2 \times 0,1$ мм 3), выращенных электрохимическим методом из сверхчистых компонентов, однако один из кристаллов содержал больше примесей, чем другой. Максимальный (критический) ток в обоих случаях равнялся ~ 1 мА. Когда на образцы, находившиеся в сверхпроводящем состоянии, налагалось перпендикулярное магнитное поле, температура сверхпроводящего перехода уменьшалась. Сверхпроводимость более чистого кристалла разрушалась при напряженности поля ~ 140 Э, а более грязного — при ~ 500 Э.

По мнению авторов работы, существенный вклад в сверхпроводимость «грязного» кристалла дает ее «трехмерная» компонента, обусловленная взаимодействием соседних, находящихся в сверхпроводящем состоянии молекулярных цепочек. Оценки показали, что «продольное» (внутри цепочек) взаимодействие электронов проводимости с фононами в 50 раз превышает «поперечное» (между соседними цепочками).

Открытие сверхпроводимости $(TMTSF)_2PF_6$ — одно из первых экспериментальных подтверждений возможности создания одномерных органических сверхпроводников; дальнейший прогресс химической технологии может привести к созданию синтетических молекулярных сверхпроводников с относительно высокими температурами перехода в нормальное состояние.

Journal de Physique, Letters, 1980, v. 41, № 1, L 95—98 (Франция).

Физика

Технеций-99 в радиографии

Изотоп технеция — ^{99}Tc — распадается с испусканием β -частиц, причем при его распаде образуется дочернее ядро в основном состоянии и потому не происходит заметного выделения γ -излучения. По мнению группы исследователей Радиового института им. В. Г. Хлопина



Почтовая марка (Швеция) конца XIX в., просвеченная [сверху вниз]: обычным светом, рентгеновскими лучами и β -частицами, испускаемыми изотопом ^{99}Tc .

(Ленинград) и Института физической химии АН СССР (Москва), возглавляемой В. И. Спицыным, отсутствие побочного γ -излучения при β -распаде, энергетический диапазон испускаемых β -частиц со средней энергией 96 кВ, большой период полураспада ^{90}Tc ($2,13 \cdot 10^5$ лет) делают его удобным материалом для изготовления долговечных и достаточно безопасных источников β -излучения в прикладной радиографии.

Разработано несколько способов получения радиоактивных источников на основе ^{90}Tc . Источники небольшого диаметра (~ 10 мм) изготавливаются электроосаждением металлического технеция на медных подложках. Более универсален способ, основанный на прокатке металлического технеция в фольгу толщиной 22—28 мкм, которую затем закрепляют на плитках из нержавеющей стали. Комбинация отдельных плоских элементов позволяет получать источники с различными конфигурацией и величиной излучающей поверхности. В фольге из металлического ^{90}Tc радиоактивный материал распределен практически равномерно; кроме того, металлический технеций обладает большой антикоррозионной стойкостью, что в сочетании с малой истираемостью обуславливает особую эффективность источников в контактной радиографии, где наибольшую опасность представляет возможность загрязнять изучаемый объект радиоактивным изотопом.

Источники β -излучения на основе ^{90}Tc успешно использовались в дефектоскопии и радиографии легких материалов при исследовании структуры и толщины тонких пленок полимерных материалов, бумаги, тканей; с их помощью радиографическим методом на фотопленках можно фиксировать трудно различимые особенности легких материалов, в частности водяных знаков на старинных документах. На публикуемой фотографии представлены изображения почтовой марки конца XIX в., полученные при ее просвечивании обычным светом, рентгеновским излучением (с энергией 8—10 кВ) и

β -частицами, испускаемыми ^{90}Tc . Видно, что водяной знак не наблюдается при просвечивании светом, рентгеновскими лучами, что связано с особым составом применявшегося в те времена красителя, однако он достаточно четко фиксируется при просвечивании β -частицами.

Доклады АН СССР, 1980, т. 254, № 1, с. 109.

Молекулярная биология

Первичная структура интерферона

Как известно, интерферон в организме вырабатывается под воздействием определенных веществ — так называемых индукторов (природных и синтетических). В зависимости от вида индуктора и типа клеток, на которые он воздействует, можно получить разновидности интерферона, отличающиеся друг от друга целым рядом свойств — молекулярным весом, чувствительностью к действию температуры и pH, антигенным строением и пр. Поэтому специалисты предполагают, что в молекуле интерферона существуют участки, несущие неодинаковую функциональную нагрузку, аналогично тому, как это имеет место в молекулах антигенов и антител.

Для проверки этого предположения, а также для объяснения других биологических свойств интерферона, важно расшифровать его строение. Однако, несмотря на многочисленные попытки, определить первичную структуру интерферона до сих пор не удалось, так как для этого требовалось достаточно большое количество высокоочищенного препарата. Например, в широко распространенном методе определения последовательности аминокислот в белках и полипептидах с помощью секвенатора, наименьшее количество белка, требуемое для анализа, составляет несколько миллиграммов, в то время как пока интерферон в достаточно очищенном виде получают лишь в количестве нескольких микрограммов.

Недавно М. В. Хункапилер и Л. Е. Худ (отделение биологии Калифорнийского технологического института, Пассадена, США) разработали новый аминокислотный секвенатор, позволяющий вести анализ микрограммовых и даже субмикрограммовых количеств. Авторы внесли ряд изменений в конструкцию обычного секвенатора. Так, они применили небелковый носитель для исследуемого материала; кроме того, анализ аминокислот, отщепляемых секвенатором, ведется методом высокоразрешающей жидкостной хроматографии. Эти усовершенствования позволили использовать в процессах экстракции более тонкий слой растворителя, чем это было при анализе белков в секвенаторе старой конструкции.

С помощью нового прибора удалось провести аминокислотный анализ интерферона различного происхождения.

Мышиный интерферон был получен из культур мышечных клеток асцитной опухоли Эрлиха. Удалось выделить три класса интерферона этого вида: А — с молекулярным весом $\sim 35\,000$ Д, В — $26\,000$ Д и С — $20\,000$ Д. Была расшифрована последовательность из 24 аминокислот классов А и В и из 20 аминокислот класса С. Первые две последовательности оказались одинаковыми, но отличались от класса С.

Расшифрованная последовательность из 13 аминокислот человеческого фибробластного интерферона не совпадала с 20 аминокислотами человеческого лимфобластного интерферона, однако 3 из 13 аминокислот человеческого фибробластного интерферона оказались одинаковыми по своему расположению с 3 из 13 аминокислот мышинного интерферона классов А и В. При сравнении последовательностей мышинного интерферона класса С и человеческого лимфобластного интерферона было обнаружено совпадение 13 позиций аминокислот из 20:

Мышиный интерферон классов А и В

Н-иле-асн — тир-лиз-гln-лей-гln-лей-гln — гли-arg-три-асн-

Человеческий**фибробластный интерферон**

Н-мет-сер-тир - асп-лей-лей-гли-фен-лей-гли - арг-сер-сер-

**Мышиный интерферон
класса С**

Н-ала-асп-лей-про - гли-три-тир-асп-лей-гли - асп-лиз-глю-ала-лей-лиз-вал - лей-ала-гли-

Человеческий**лимфобластный интерферон**

Н-сер-асп-лей-про-гли-три-гис-сер-лей-гли-асп-арг-арг-ала-лей-иле-лей-лей-ала-гли

Таким образом, хотя удалось установить последовательность сравнительно небольшого числа аминокислот в молекулах интерферона, полученные данные представляют весьма важный шаг в изучении структуры этого белка, что необходимо прежде всего для более глубокого понимания механизма его действия на молекулярном уровне. Это позволит в дальнейшем провести синтез последовательности нуклеотидов ДНК и выделить ген, ответственный за синтез интерферона. Science, 1980, v. 20, № 4430, p. 523—530 (США).

Генетика**Стимуляция генов
мутагенами**

В настоящее время актуальным направлением в селекции и генетике является активация генов, которые в нормальных условиях не работают. Так, известно, что в норме большое число рибосомальных генов в ядрышках ооцитов рыб заблокировано. Как показали исследования А. Г. Хаолеса, Н. Г. Делоне, В. И. Киселева и Ю. А. Коробко (2-й Московской медицинской институт им. Н. И. Пирогова, Институт эволюционной морфологии и экологии животных им. А. И. Северцова АН СССР), супермутаген диметилсульфат

(ДМС) снимает эту блокаду генов и тем самым вызывает их стимуляцию. В экспериментах была сделана попытка получить результаты по каждому из классов рибосомальной РНК. Для этого рыбы (вьюны) были разделены на две группы, на одну из которых действовал супермутаген, а вторая служила контролем; детально были изучены изменения в ооцитах рыб и, прежде всего, в ядрышковых организаторах их ядра.

Биохимические исследования всех классов молекул рибосомальной РНК (45S, 28S, 18S, 5S) проводились методом электрофореза в геле агарозы. Было получено распределение РНК, свидетельствующее о том, что под действием ДМС увеличивается содержание всех фракций РНК. Следует отметить, что содержание 5S РНК под действием ДМС также увеличивается, что свидетельствует об одновременной стимуляции генов, не входящих в состав ядрышкового организатора.

Эффект в ядрышках ооцитов рыб, возникающий при действии ДМС, имеет значение для создания способа резкой активации синтеза РНК. Таким образом, появляется еще одна возможность целенаправленно воздействовать на процессы синтеза РНК в хромосомном аппарате клетки и в самой клетке.

Доклады Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук им. В. И. Ленина. 1980, № 12, с. 29—30.

Биология**Ультрафиолетовая
радиация угнетает
морскую фауну**

Группа сотрудников Гавайского института морской биологии (США) изучала воздействие ультрафиолетовой радиации Солнца на развитие фауны коралловых рифов. Наблюдения велись в бухте Канеохе (о-в Оаху, Гавайи) на глубине до 5 м.

Еще недавно считалось, что морская вода активно поглощает излучение в коротковолновой части спектра и потому его воздействие на обитателей моря не может быть существенным. Однако доказано, что незагрязненная вода пропускает ультрафиолетовые лучи не хуже, чем видимое излучение.

Исследователи установили, что обитатели рифов, ведущие «прикрепленный» образ жизни, в огромной степени зависят от уровня ультрафиолетовой радиации: там, например, где они защищены тенью пирса или других портовых сооружений, чрезвычайно широко распространены полипы, оболочники, различные губки, устрицы и морские уточки; там, где тени нет, обитают лишь кишечнорастные организмы. Лабораторные опыты подтвердили эти наблюдения.

Часть аквариума глубиной более 30 см, наполненного чистой морской водой при температуре около 26°С, была экранирована пластическим материалом, пропускающим до 90% видимого и инфракрасного излучения и полностью непрозрачным для ультрафиолета. Другая часть была перекрыта сеткой из стекловолокна, пропускающей до 90% всей солнечной радиации. В каждую часть аквариума поселили по 10 особей морской фауны. Полипы, губки и оболочники выжили в условиях ультрафиолетового облучения не более двух суток; на третьи сутки здесь погибло 80% подопытных организмов. В части аквариума, экранированной от ультрафиолета, все особи продолжали существовать нормально.

Science, 1980, v. 207, № 4435, p. 1069—1070 (США)

Биология**Фенетика и гомеостаз развития**

Для исследования микроэволюционных процессов в природных популяциях все

¹ Рапорт И. А. Доклады. ВАСХНИЛ, 1947, т. 10, № 12, с. 12.

шире применяется фенетический подход¹, суть которого состоит в использовании альтернативных дискретных признаков фенотипа — фенов — в качестве генотипических маркеров. То, что у разных организмов можно выделить большое число фенов и маркировать ими отдельные популяции, считается доказанным фактом (например, различные особенности окраски и рисунка у китообразных позволяют различать популяции этих животных²). Однако остается открытым вопрос, в какой мере фены могут использоваться как генотипические маркеры.

Для решения этой задачи в Институте биологии развития им. Н. К. Кольцова АН СССР был применен сравнительный анализ фенов и флуктуирующей (ненаправленной) асимметрии двусторонних признаков организмов. Такой анализ автор этой заметки провел при исследовании природных популяций стрекоз рода *Sympetrum* (*S. flaveolum* и *S. danae*).

По особенностям жилкования крыльев было выделено большое число альтернативных признаков (фенов). Оказалось, что большинство из них чаще встречаются у стрекоз, развитие которых проходило в неблагоприятных условиях (при поздней весне, когда вылет стрекоз был задержан). Более того, даже стрекозы одного поколения, но с разным по времени вылетом (июнь-июль-август) тоже различаются по числу фенов: большее число имеют наиболее рано вылетающие стрекозы, развитие которых происходит ранней весной при более низкой температуре. Так, у *S. flaveolum* из 44 фенов 39 чаще встречаются у стрекоз, вылетающих в июне, по сравнению с вылетающими в августе; у *S. danae* такая особен-

ность проявляется у 29 из 37 фенов.

Параллельно с фенами нами рассматривалась асимметрия признаков жилкования крыльев. Она также оказалась выше у стрекоз, развитие которых шло в более жестких условиях: из 10 количественных признаков у *S. flaveolum* — 9, а у *S. danae* — все 10 были более асимметричны в группе самого раннего вылета.

Поскольку наблюдаемые различия в строении определенной структуры слева и справа при флуктуирующей асимметрии принято считать следствием нарушений развития, по-видимому, согласованные изменения уровня асимметрии и частот фенов также свидетельствуют лишь о том, что большая часть всей наблюдаемой изменчивости есть следствие нарушений развития.

Таким образом, применение этого подхода к анализу значимости фенов показывает, что многие из них следует рассматривать не как истинные генотипические маркеры, а как следствия нарушений развития — так называемые фенотипические. Естественно, что такие фенотипические не могут быть использованы для решения основной задачи фенетики — характеристики генетической структуры популяций. Однако, наряду с асимметрией, они могут служить показателем уровня стабильности развития популяции³. Относительно небольшое разнообразие и низкие частоты таких фенотипических говорят о высоком уровне стабильности развития (как правило, это популяции, длительное время существующие при определенных условиях). Резкое возрастание разнообразия и частоты фенов в популяции свидетельствуют о нарушении стабильности развития (например, при существовании в необычных условиях).

В. М. Захаров,
кандидат биологических наук

Москва

Биология

Возможный путь возникновения тетраплоидных форм у позвоночных

К настоящему времени возникновение новых форм посредством полиплоидии¹ доказано для некоторых групп рыб, амфибий и рептилий. Механизм образования триплоидных форм во всех случаях одинаков: сначала путем гибридизации близкородственных видов возникают диплоидные однополые клоны, размножающиеся партеногенетически, гиногенетически или гибридогенетически², а затем путем скрещивания с исходными видами (или с третьим близкородственным видом) возникают триплоидные, также однополые (женские) клоны с гиногенетическим или партеногенетическим размножением.

¹ Полиплоидия — кратное увеличение числа хромосом в клетках. Как правило, соматические клетки содержат двойное (диплоидное) число хромосом $2n$, где n — гаплоидное число, т. е. одинарный набор хромосом. При полиплоидии могут возникать клетки, в которых каждая хромосома представлена трижды или четырежды; организмы с соответствующим кратным увеличением набора хромосом в клетках называют триплоидами, тетраплоидами и т. д.

² Гиногенез — особая форма размножения, при которой после проникновения сперматозоида в яйцеклетку их ядра не сливаются и в дальнейшем развитии участвует лишь яйцеклетка, а роль сперматозоида ограничивается активированием осемененного яйца. Гиногенез поэтому рассматривают как своеобразную форму партеногенеза — девственного размножения. В отличие от нормального двуполого размножения, когда в каждом поколении хромосомные наборы родителей перемешиваются, при гибридогенезе такого перемешивания нет и наследуется только материнский набор.

¹ См.: Тимофеев-Ресовский Н. В., Яблоков А. В. Фены, фенетика и эволюционная биология. — Природа, 1973, № 5, с. 40.

² Яблоков А. В. Новый метод исследования китообразных. — Природа, 1980, № 3, с. 115.

³ Захаров В. М., Зюганов В. В. Экология, 1980, № 1, с. 10.

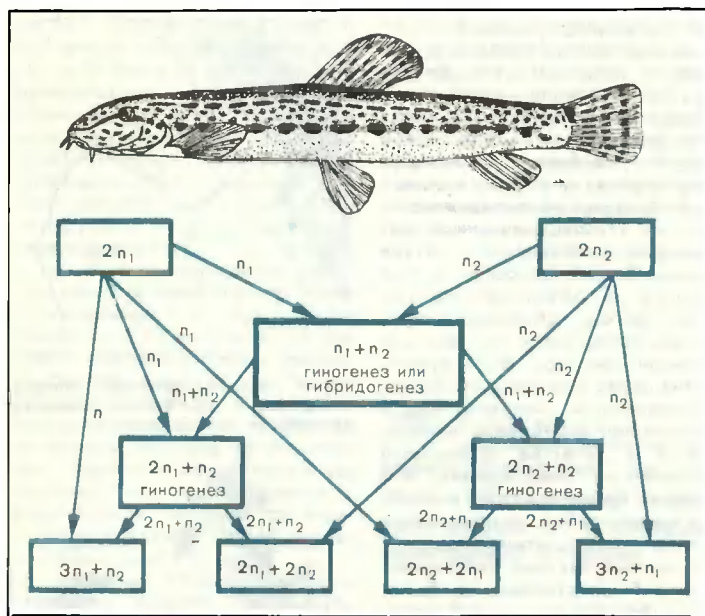


Схема возникновения полиплоидных форм позвоночных. Этапы, приводящие к триплоидии [$2n_1 + n_2$; $2n_2 + n_1$, где $2n_1$ и $2n_2$ — диплоидные наборы хромосом двух исходных близкородственных видов], — доказаны. Этап образования тетраплоидов [$3n_1 + n_2$; $2n_1 + 2n_2$; $2n_2 + 2n_1$; $3n_2 + n_1$] — предполагаемый.

У рыб триплоидные формы обнаружены у американских родов *Poecilia* и *Poeciliopsis*. Установлено также, что многие виды рыб имеют тетраплоидное происхождение (некоторые виды карповых, карасевых, осетровых, все виды лососевых и др.). Однако вопрос о механизме возникновения тетраплоидов остается открытым.

По концепции, основанной на идеях и экспериментальных разработках Б. Л. Астаурова, бисексуальные тетраплоидные виды возникли, как показано на схеме, вследствие неоднократной гибридизации представителей триплоидных клонов с близкородственными бисексуальными диплоидными видами. Данная гипотеза, однако, требует существенного дополнения. Дело в том, что первоначально возникающие тетраплоиды с гораздо большей вероятностью будут скрещиваться с исходными формами, чем внутри себя, поскольку их просто мало. Чтобы

тетраплоиды накопились в достаточном количестве и составили устойчивую популяцию, они должны пройти стадию однополого или смешанного — однополого и бисексуального размножения.

Для подтверждения этой гипотезы прежде всего необходимо было найти комплекс, состоящий из диплоидных, триплоидных и тетраплоидных особей. При этом полиплоиды должны встречаться в природе с такой достаточно высокой частотой, которую нельзя объяснить спонтанным, каждый раз повторяющимся их возникновением. Именно такой комплекс и был обнаружен нами впервые у небольшой пресноводной рыбешки (*Cobitis taenia*) при обработке материала, собранного экспедицией лаборатории экологии низших позвоночных Института эволюционной морфологии и экологии животных им. А. Н. Северцова АН СССР.

Из 31 исследованной особи из р. Москвы в районе Звенигородской биостанции МГУ-11 (6 самок и 5 самцов) оказались диплоидными ($2n=48$), 5 особей (все самки) и триплоидными ($3n=72-75$) и 15 особей (12 самок и 3 самца) — тетра-

плоидными ($4n=94-98$). Все экземпляры были зрелые и пойманы в период, непосредственно предшествующий нересту.

Если принять, что триплоиды этого комплекса возникают как гибриды разных форм, а тетраплоиды — при гибридизации их с исходными бисексуальными формами, т. е. в соответствии с приведенной схемой, то значит, что мы имеем дело не с одним, а по меньшей мере с двумя близкородственными видами ($2n_1$, $2n_2$). Действительно, по существующим данным, *C. taenia* представляет собой комплекс, включающий до 12 видов и подвидов. По нашим исследованиям, в бассейне Волги, куда входит и р. Москва, обитает не менее двух хромосомных форм ($2n=50$ и $2n=48$).

Допустим теперь, что триплоидные особи образовались иначе: вследствие гибридизации диплоидов с тетраплоидами (при этом возникновение последних остается неизвестным). Этот путь, однако, нам представляется маловероятным. Скорее всего, образование триплоидных и тетраплоидных форм идет в соответствии с указанной схемой.

Не исключено, что дальнейшее изучение обнаруженного диплоидно-триплоидно-тетраплоидного комплекса может пролить свет на интересную проблему полиплоидной эволюции и гибридогенного видообразования у позвоночных.

В. П. Васильев,
кандидат биологических наук
Москва

Медицина

Особенности сна у курильщиков

Группа американских физиологов из Пенсильванского университета обнаружила, что здоровым курящим мужчинам и женщинам на засыпание и пробуждение требуется больше времени, чем некурящим. Наблюдения проводили в специальной оборудованной лаборатории сна, где все испытуемые находились в одинаковых условиях, под контролем энцефалографов и миографов.

В течение трех ночей приборы фиксировали продолжительность различных фаз сна у 50 «старых» курильщиков (31 мужчина и 19 женщин со средним возрастом 30,8 лет), выкуривающих в день в среднем 25 сигарет. Одновременно обследовали 50 некурящих того же возраста. Оказалось, что фазы засыпания и пробуждения у курильщиков длятся соответственно около 44 и 49 мин, тогда как у некурящих — 30 и 44 мин.

Затем, отбрав 8 еще более «заядлых» курильщиков-мужчин (средний возраст 30 лет), выкуривающих в день 30—60 сигарет, наблюдали за ними в течение 12 ночей. По ходу эксперимента испытуемые на 5-й день полностью бросали курить. Уже в эту ночь они заснули в среднем за 18 мин, а в последующие дни и просыпаться стали значительно быстрее, чем обычно; в крови резко снизилось содержание катехоламинов (адреналина и норадреналина) — гормонов, оказывающих раздражающее воздействие на симпатический отдел нервной системы.

Авторы делают вывод, что, стимулируя синтез катехоламинов, никотин оказывает возбуждающее действие на нервную систему и тормозит нормальное развитие сна у курильщиков.

Science, 1980, v. 207, № 4430, p. 551—552 (США).

Зоология

Зачем нарвалу рог?

Нарвал (*Monodon monoceros*) — морское млекопитающее из отряда китообразных. Другое его название — морской единорог — говорит о редкой особенности этого животного: у самцов левый верхний резец превращен в спирально закрученный бивень, направленный вперед вдоль оси тела. Размеры бивня иногда достигают 3 м. Функциональное назначение этого органа остается предметом споров между биологами. Выдвигаются самые различные предположения: что с помощью

бивня нарвал пробивает в тонком льду отдушины («продухи», как говорят поморы); что бивень помогает нарвалу «вскапывать» донные осадки в поисках пищи или же пронзает тело своей жертвы; что бивень служит для охлаждения животного — его своеобразным теплорадиатором или же звуковой антенной для передачи направленных звуков и т. д. Однако ни одна из этих гипотез не объясняет, почему этим рогом обладают лишь самцы, тогда как с не меньшей пользой он мог бы служить в этих целях и самкам. Наиболее обоснованным считается предположение, что бивень используется в качестве турнирного оружия, но утверждения, что нарвалы применяют рог в схватках между собой, долгое время оставались гипотетическими, так как точных научных сообщений о подобных стычках не было.

Канадские биологи Х. Б. Силверман и М. Дж. Данбар наблюдали за поведением нарвалов в Атлантике, с поверхности и под водой, и зафиксировали особое поведение самцов: после довольно сложных и длительных ритуальных движений они скрещивали свои бивни, однако подлинное сражение оказывалось большой редкостью. Исследователи собирали также немало косвенных свидетельств ритуально-боевого назначения бивня. Так, на голове у нарвалов-самцов много больше шрамов, чем у самок. Обломанный рог чаще встречается у взрослых самцов, чем у неполовозрелых животных. Наконец, быстрый рост бивня происходит как раз на период созревания животного.

И все же поведение нарвала, структура его общественной жизни по-прежнему остаются изученными недостаточно.

Nature, 1980, v. 284, p. 57 (Великобритания).



Экология

Элодея канадская проникала в Байкал

Элодея канадская (*Elodea canadensis*) — водное растение



Район распространения элодеи канадской в оз. Байкал (показан цветом) по данным 1980 г.



Элодея канадская. Сбор проводился в июне 1980 г. у протоки Шаманка на Селенгинском мелководье Байкала.

из семейства водокрасовых, очень быстро размножающееся вегетативным путем (обширные заросли элодеи препятствуют судоходству, рыболовству — отсюда ее названия: «водяная зараза», «водяная чума»). На Европейский континент элодея канадская была завезена из Северной Америки в первой половине XIX в. и с тех пор расселилась от Британских о-вов, где была впервые замечена, до Сибири. В Восточной Сибири элодея канадская до сих пор произрастала только в городских водоемах Иркутска, встречалась в Иркутском водохранилище и в Енисее у Красно-

ярская¹. Однако летом 1980 г. во время проводившейся Восточно-Сибирским научно-исследовательским и проектно-конструкторским институтом рыбного хозяйства Минрыбхоза РСФСР научно-промысловой разведки озера на судне «Ихтиолог» элодея канадская была обнаружена нами на Селенгинском мелководье оз. Байкал.

Элодея попала в озеро постоянно в прибрежной зоне, ограниченной малым Усть-Харуэ и с. Посольское. Встречается она на отдельных, далеко удаленных друг от друга небольших участках. Отсутствие сплошных зарослей говорит о начальном периоде ее расселения. Растения встречаются до глубины 5—6 м; прозрачность воды 1—6 м, температура воды в поверхностном слое (июнь-сентябрь) 4—15°C.

Каким образом элодея канадская смогла проникнуть в Байкал? Возможно, подобно тому, как она появилась на Урале: туда, в бывший Екатеринбург (ныне Свердловск), ее завезли аквариумисты в 1889 г., и уже через три года она появилась в городских водоемах, а в дальнейшем распространилась по многим уральским рекам, прудам и озерам². В Улан-Удэ элодею разводят любители аквариумных рыб. Видимо, благодаря им она и попала в Селенгу, а по ней — в Байкал (расстояние 150 км). Ее расселению в озеро от центральной протоки Селенги до с. Посольское способствовал северо-восточный ветер «баргузин».

Таким образом, в Байкале отмечена локальная группировка элодеи канадской. В дальнейшем необходимо проверить, каким путем она попадает в озеро, уточнить район ее распространения и выяснить роль в байкальских биоценозах.

Следует отметить, что на территории нашей страны до сих пор, судя по всем данным, распространен один-единственный клон этого растения. Цветет у нас элодея очень редко, и поскольку встречаются лишь женские особи, у нас она размножается исключительно вегетативным путем.

Ю. В. Нароков
С. Г. Майстренко

Улан-Удэ



Охрана природы

Международное десятилетие обеспечения питьевой водой и улучшения санитарных условий

Всемирная организация здравоохранения, ЮНЕСКО и другие международные организации приняли решение провести в 1980—1990 гг. ряд мероприятий, которые позволили бы, по возможности к концу этого десятилетия, обеспечить все население Земли безопасной питьевой водой и необходимыми санитарными условиями.

Сегодня более 3/4 населения планеты живет в развивающихся странах. В основном (примерно 70%) — это сельские жители, и только 22% из них (по данным 1975 г.) снабжены безопасной для здоровья питьевой водой, лишь 15% обеспечены элементарными санитарными условиями (канализацией и удалением бытовых отходов). Даже в городах не более 77% имеют водопровод (57% — в домах, 20% — уличные колонки), а канализацией пользуются 75% (из них 25% — общегородской системой, 50% — домашней выгребной ямой). Ежегодно в мире умирает около 15 млн детей в возрасте до 5 лет — главным образом из-за болезней, вызванных употреблением загрязненной воды. Специалисты указывают, что для удовлетворения минимальных санитарных требований в развивающихся странах необходимо увеличить расходы на канализацию и водоснабжение в городах — по крайней мере вдвое, а в сельской местности — в 4 раза.

ЮНЕСКО приняла на себя обязательство создать систему обучения основным принципам гигиены и пользования водой, охватив различными видами обучения по меньшей мере 500 тыс. человек. Существенную роль должны сыграть Всемирная метеорологическая организация, помогая местным правительственным органам в оценке водных ресурсов их стран и разработке планов их эффективного использования.

В странах — участниках этого Международного десятилетия, которое началось 10 ноября 1980 г., создаются Национальные комитеты действия, разрабатывающие собственные программы. Особое внимание уделяется тем группам населения (чаще всего на городских окраинах и в сельской местности), которые ныне совсем лишены надежных источников водоснабжения и канализации.

Nature and Resources, 1980, v. XVI, № 2, p. 24—26 (ЮНЕСКО, Париж).



Охрана природы

Индоканский заповедник китообразных

По решению Международной китобойной комиссии (МКК) в водах Индийского океана создан Индоканский заповедник. Его акватория в Северном полушарии простирается от побережья Африки до 100° в. д., включая Красное и Аравийское моря и Оманский залив, а в Южном полушарии — от 20 до 130° в. д., ограничиваясь на юге 55° ю. ш. Таким образом, около 100 млн км² океана сроком по меньшей мере на 10 лет превращены в зону охраны всех видов китообразных, на которых запрещается коммерческий промысел как с судов, так и наземными средствами. Решение обязательно для всех стран — членов МКК, т. е. практически для всех стран, занимающихся или занимавшихся китобойным промыслом в коммерческих целях. Единственным исключением в пределах заповедника является о-в Ломблен (Индонезия), где

¹ Флора Центральной Сибири. Т. 1. Новосибирск, 1979, с. 69; Паутова В. Н., Галимуллин М. Г. О нахождении редких для Восточной Сибири видов высших водных растений. Бот. журн., 1980, т. 65, № 7, с. 1020.

² Дексбах Н. К. Шестидесятилетие акклиматизации элодеи канадской на Среднем Урале и в Зауралье. — Тр. Томск. гос. ун-та, 1956, т. 142, с. 59.

за местным населением сохраняется право охотиться на кашалотов *Physeter macrocephalus* традиционными методами, но в ограниченном количестве — исключительно для собственного потребления продуктов добычи (это признано безопасным для сохранения вида).

На Амирантских о-вах (Республика Сейшельские о-ва) предполагается создать Международный центр по изучению китообразных. Центр будет располагать собственными научно-исследовательскими судами, самолетами, библиотекой, условиями для приема исследователей и студентов и т. п.

Nature and Resources, 1980, v. XVI, № 2, p. 44—45 (ЮНЕСКО, Париж).

Океанология

Конкреции барита на дне Японского моря

В Японском море конкреции барита (природного сульфата бария — BaSO_4) были известны на банке Син-Гури, в 30 км от п-ова Ога. В 28-м рейсе научно-исследовательского судна «Первенец» Дальневосточного научного центра АН СССР конкреции барита были найдены на юго-востоке возвышенности Ямато на глубине 1200—1300 м. Драгой на борт судна удалось поднять более 40 конкреций различной величины и формы: правильные шары 3—7 см в диаметре, многочисленные валуны, гантелеобразные конкреции длиной до 32 см, лепешковидные, плоские пикообразные и др. Наряду с целыми поднята масса обломков.

М. И. Липкина и И. Б. Цой (Тихоокеанский океанологический институт ДВНЦ АН СССР, Владивосток) подробно изучили эти конкреции. В разной степени сами конкреции и их обломки одеты в «марганцевую рубашку» — черную пленку, образованную марганцевыми гидроокислами. На многих конкрециях видны разнообразные, иногда самые причудливые следы растворения и коррозии под

воздействием морской воды. Их поверхность имеет бородавчатое строение — она равномерно усеяна бугорками 1—2-миллиметровой высоты. Особенностью конкреций является их неравномернокристаллическое сложение. У большинства из них около трети объема занимает ядро, состоящее из крупнокристаллического лучистого барита кремово-белого или светлорозового цвета (величина кристаллов иногда достигает 1,2 см). Ядро отличается оригинальной мелкопузырьковой текстурой, которую можно объяснить высокой насыщенностью материнского раствора газами. Периферическая часть конкреций также сложена радиально-лучистым баритом, но его кристаллы различимы только под микроскопом. Во внешней зоне конкреций много створок диатомей и раковинок радиолярий.

Содержание барита в ядерной и периферической частях конкреций разное: в ядре оно достигает 98%, т. е. ядро сложено практически чистым баритом; во внешней зоне его количество понижается до 74%, здесь примешивается около 3% SiO_2 , до 1 — Fe_2O_3 , 0,1 — FeO , около 2 — Al_2O_3 , 1 — $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$, до 0,01 — TiO_2 , 0,1% — P_2O_5 . Плотность конкреций от 3,10 до 3,72 г/см³.

Диатомиты, вмещающие баритовые конкреции, характеризуются комплексом диатомей, который по видовому составу и количественным соотношениям свойствен верхнему миоцену Северо-Тихоокеанской области.

Таким образом, заключают авторы, конкреции барита формировались в диатомовом осадке, наследуя его слоистость и консервируя органические осадки. В позднем миоцене в юго-западной части Ямато, по-видимому, существовало фумарольное поле. Гидротермальные растворы, насыщенные барием и серой, проникали в диатомовые осадки, давая начало бариевым конкрециям самой замысловатой формы. Область морского дна, где обнаружены конкреции, подвержена подводной абразии, связанной,

очевидно, с сейсмической активностью района. Поэтому конкреции не только несут на себе следы растворения морской водой, но многие из них раздроблены и превращены в щебень, неоднократно перемытый и перемещенный по морскому дну.

Доклады АН СССР, 1980, т. 254, № 4, с. 1002—1005.

Океанология

Состав и возраст вод первичного океана

А. Ф. Грачев и М. А. Мартынова (Институт физики Земли им. О. Ю. Шмидта АН СССР), используя последние данные о раннедокембрийских (древнее 2 млрд лет) образованиях, сумели по-новому осветить некоторые вопросы в дискуссионной проблеме формирования гидросферы Земли.

Общепризнано, что водная оболочка возникла одновременно с литосферой на самом раннем этапе геологической истории планеты. Достоверные же сведения о возрасте прарокеана, подтверждающие эту концепцию, появились недавно, когда древнейшие горные породы подводного происхождения были обнаружены в разных районах мира (подушечные лавы серии Он-верзахт — в Южной Африке, вулканы и осадочные отложения гор Ишуа — в Гренландии, измененные океанические базальты — в Канаде и т. д.). Состав и время образования этих пород доказывают, что глубоководные бассейны, действительно, существовали уже 3,6—3,8 млрд лет назад, правда, определить объем и площадь первичного океана пока не представляется возможным.

По распространенному до сих пор мнению, океаническая вода изначально содержала растворенные в ней соли примерно в тех же соотношениях, что и ныне. Поскольку один из главнейших источников солевого состава морской воды — вещество вулканических

извержений, предполагалось, исходя из этой гипотезы, что в воды праокеана поступали те же соединения углерода, водорода, хлора, иода и других элементов, которые присутствуют в продуктах извержений современных континентальных вулканов островных дуг и материковых окраин. Однако, обращают внимание авторы, в раннем докембрии не существовало крупных континентальных блоков, подобных современным материкам. Поэтому более вероятно предполагать, что образование первичной воды было связано с формированием древней коры океанического типа при плавлении глубинного мантийного вещества, которое поднималось к поверхности Земли по огромным трещинам растяжения — рифтам¹. Изучение пород и вулканических газов в современных областях образования рифтов привело авторов к выводу о принципиальном различии в химическом составе современных и древнейших океанических вод (например, количества растворенных в них хлора и фтора были существенно меньшими). Древнейшие океанические воды не содержали кислых газообразных продуктов, в колоссальных масштабах поставляемых в океаны при современном континентальном вулканизме. Таким образом, воды праокеана обладали, по-видимому, минимальной минерализацией. Вестник Ленинградского университета, 1980, № 12, с. 17—25.



Метеорология

Атмосферные осадки над городом

В Институте географии АН СССР в течение ряда лет изучается влияние урбанизации на атмосферные осадки. Городская территория с ее

густой застройкой тормозит движение воздушных масс в приземном слое, и они поднимаются на более высокие уровни, где условия для конденсации влаги благоприятнее. Из-за повышенного выделения тепла городскими предприятиями, жилыми постройками, транспортом над городом образуется тепловой купол из нагретого воздуха, насыщенного аэрозолями. Тепловой купол задерживает в атмосфере различные примеси, которые служат ядрами конденсации влаги и уменьшают прозрачность атмосферы. В свою очередь, аэрозольная дымка задерживает солнечную радиацию и рассеивает в атмосфере эффективное излучение, а это еще больше нагревает воздух. Все эти факторы ведут к увеличению количества осадков над городом.

И. В. Михайлов оценил роль урбанизации в формировании атмосферных осадков над такими городами, как Москва, Курск и Львов.

По метеорологическим данным Москвы и ее пригородов, основная масса осадков (63% годовой суммы) выпадает над самим городом. Их распределение в известной мере зависит от рельефа. Например, два максимума — на юге и западе Москвы — связаны, по-видимому, с Теплостанской и Татарской возвышенностями. Очаг повышенных осадков в восточной части города объясняется, по мнению автора, антропогенными факторами: здесь в последнее время интенсивно развивались жилищные и промышленные комплексы, а значит, менялась структура теплового купола и росла концентрация ядер конденсации.

Данные четырех метеорологических станций в окрестностях Курска — типичного областного города в центральной лесостепной полосе России — показывают, что за последние 20 лет годовое количество осадков над ним стало на 11% больше, чем в пригороде. И даже в таком небольшом городе, как Львов, где промышленность развита слабо и основным поставщиком аэрозолей в атмосферу служит арматур-

ный завод, количество осадков в среднем на 9—10% больше, чем в его окрестностях.

Известия АН СССР, серия географическая, 1980, № 6, с. 88—94.



Океанология

Оценка континентальных и океанических месторождений металлов

Проблема освоения глубоководных океанических железомарганцевых конкреций, в составе которых концентрируется свыше 30 химических элементов, в том числе таких особо ценных, как медь, никель, кобальт и марганец, становится все более актуальной: по прогнозным оценкам, большая часть известных запасов этих металлов на суше к 2000 г. будет исчерпана.

К. М. Кузнецов, В. И. Кузочкин и Г. М. Сластухинский (Всесоюзный институт экономики минерального сырья) произвели экономические расчеты, которые позволяют сравнить рентабельность добычи некоторых металлов из континентальных и океанических месторождений.

В Мировом океане сейчас выделено 12 полей распространения железомарганцевых конкреций: 7 — в Тихом, 4 — в Атлантическом и 1 — в Индийском, причем наибольший экономический интерес представляет пояс между разломными зонами Кларифон-Клиппертон, протягивающийся вдоль северной приэкваториальной части Тихого океана между 6—8° и 15—16° с. ш. и 120—180° з. д. Здесь найдены самые богатые железомарганцевые конкреции (их состав приведен в таблице). Чаще эти конкреции залегают на глубине 4800—5400 м, покрывая поверхность дна более чем на 30—50%.

Развитые капиталистические страны начиная с 60-х годов ведут широкие научные исследования промышленного освоения железомарганцевых конкреций. Созданы син-

¹ Подробнее см.: Пейве А. В. Геология сегодня и завтра. — Природа, 1977, № 6, с. 3.

Таблица

Сравнительная характеристика континентальных и океанических месторождений металлов

Металлы	Континентальные месторождения		Железо-марганцевые конкреции в океане	
	содержание в рудах крупнейшей эксплуатируемых месторождений, %	себестоимость 1 т условного никеля, долл.	содержание, %	себестоимость 1 т условного никеля, долл.
никель	0,3—5,0	5239—5317	0,9—2,0	4292—4793
медь	0,4—1,5		0,8—1,9	
кобальт	0,21		0,2—0,4	
марганец	20—50		20—35	

дикаты и консорциумы, которые планируют к 1985 г. частично или полностью покрыть свою потребность в дефицитном минеральном сырье за счет конкреций. Разработаны новые эффективные технические средства добычи конкреций; создана технология их металлургической переработки, которая позволяет извлекать до 80—90% содержащихся в конкрециях металлов. Завершены в условиях океана опытные испытания различных систем добычи конкреций, при этом достигнут коммерческий уровень свыше 250 т конкреций в час. Техно-экономические расчеты свидетельствуют о рентабельности разработки глубоководных залежей железо-марганцевых конкреций с годовой добычей 4,3 млн т и содержанием 34 200 т никеля, 27 000 т меди, 4500 т кобальта и 207 200 т марганца. Предполагается, что общие затраты на полный добывающий комплекс (от 400 млн до 1 млрд долл.) окупятся за 4—8 лет работы комплекса. В качестве критериев рентабельности приняты: суммарное содержание в конкрециях никеля и меди, равное 2,2%, и минимальное содержание конкреций на 1 м² площади, равное 8 кг. Такими показателями характеризуется только район Кларин — Клиппертон в Тихом океане; его площадь 4 млн км², содержание конк-

реций — 9,6 млрд т. Предполагается вести добычу конкреций на участках, обеспечивающих работу добывающего комплекса в течение 20 лет. Такие участки по запасам никеля, меди и марганца близки к крупным месторождениям суши.

Сопоставление эффективности освоения месторождений суши и океана, рассчитанное с учетом мировых цен, показывает, что основную ценность в конкрециях и в рудах медно-никелевых и никелевых месторождений суши представляет никель. При извлечении трех металлов — меди, никеля и кобальта — на долю никеля приходится более 65% стоимости годовой продукции. Если к этим металлам добавить производство марганца, то удельный вес марганца в товарной продукции составит 45%, а эффективность использования капитальных вложений возрастет более чем вдвое.

Таким образом, сравнительный геолого-экономический анализ позволяет считать, что по основным техно-экономическим параметрам освоение залежей океанических конкреций сопоставимо с разработкой месторождений суши. При этом глубоководные залежи конкреций характеризуются комплексным составом руды и большими запасами металлов.

Советская геология, 1980, № 12.

с. 14—23.

Археология

У истоков гончарного искусства

Большинство историков культуры придерживается мнения, что гончарное искусство возникло из опыта обматывания глиной деревянных, в частности плетеных, сосудов. Это представление, впервые высказанное в 1758 г. французским исследователем А.-И. Гоге, опирается почти исключительно на этнографические данные. Однако до последнего времени оставалось неясным, подтверждается ли оно археологическими материалами.

Ответ удалось получить недавно, когда в лаборатории истории керамики Института археологии АН СССР были разработаны методы технико-технологического анализа неолитической керамики и на их основе изучены древнейшие изделия восточноевропейских гончаров V—IV тыс. до н. э. и находки глиняной посуды VI—V тыс. до н. э. из раскопок в Месопотамии.

Анализ примерно 1000 сосудов и опыты по физическому моделированию древней гончарной технологии заставили по-новому взглянуть на проблему происхождения гончарства. В частности, установлено, что ни на поверхностях, ни на изломах сосудов нет каких-либо следов применения древними мастерами деревянных или иных каркасов для налепливания на них глины. Значительная часть посуды делалась из формовочных масс, составленных примерно на 2/3 из органических материалов, обладающих клейкостью и некоторой пластичностью: помета птиц, навоза животных, а также из речных моллюсков. Глина же использовалась в них как примесь, а не основное сырье.

Когда из подобных формовочных масс были изготовлены опытные образцы кера-

мики, выяснилось, что после высушивания они становятся камнеподобными и, в отличие от высушенных глиняных изделий, утрачивают способность возвращаться в первоначальное пластическое состояние при их размачивании в воде. Это можно объяснить необратимым характером цементации формовочных масс под влиянием кислот и ферментов, содержащихся в органических материалах. По своим химико-термическим свойствам эти изделия оказались безразличными к каким-либо правилам обжига, известным в гончарной практике. Опытные сосуды не только перенесли перепады температур, но и не разрушались, когда их еще сырыми помещали в костер или муфельную печь. Однако в результате обжига они становились пористыми, водопроницаемыми, а значит, непригодными для приготовления горячей пищи. Из этого следует, что неолитическая посуда из подобных формовочных масс не предназначалась для специального обжига. Скорее всего, она просто высушивалась вблизи костра, после чего считалась готовой к употреблению. На это указывают и следы воздействия огня, обнаруженные только на внешней поверхности изделий.

Таким образом, неолитическая керамика с большим содержанием органических материалов является продукцией еще не сложившихся в технологическом отношении гончарных производств, в которых не применялся обжиг посуды, а глина выступала в роли всего лишь примеси. Такие производства характеризуют одну из наиболее ранних ступеней в развитии гончарной технологии. Поэтому можно предположить, что гончарство как целостная система навыков конструирования, обработки и обжига изделий возникло из опыта лепки хозяйственной посуды из органических материалов с небольшим добавлением глины.

А. А. Бобринский,
доктор исторических наук

Москва

Крупнейшая птица на Земле

Аргентинские палеонтологи Э. Тонни и Р. Паскуаль обнаружили ископаемые остатки огромной птицы, населявшей саванны Южной Америки 5—8 млн лет назад. Специалист по ископаемым позвоночным К. Кемпбелл (Национальное географическое общество США) установил, что это — представитель тераторнисов, крупных древних птиц, обнаруженных ранее в асфальтовых отложениях в Ранчо-Ла-Бреа (штат Калифорния).

Новой птице присвоено наименование *Argentavis magnificens*. Ее рост достигал 1,8 м; размах крыльев — 7,5 м; их ширина от переднего до заднего края — 1,2 м; отдельные перья могли иметь 1,5 м в длину и 18 см в ширину. Расстояние от кончика клюва до конца хвоста составляло около 3,4 м при весе птицы не менее 77 кг. Таким образом, по размерам аргентавис занимает первое место среди всех известных до сих пор птиц.

Опровергая мнение, будто птицы таких размеров летать не могли, Кемпбелл указал на строение костей крыла и на бугорки прикрепления второстепенных маховых перьев, которые свойственны лишь видам, обладающим способностью подниматься в воздух. У нелетающих птиц кости крыла обычно уменьшены в размере, а у нового вида плечевая кость достигала 44 см в длину. Возможно, чтобы подняться в воздух, аргентавису было достаточно распахнуть крылья против ветра; для набора высоты он вполне мог пользоваться восходящими потоками теплого воздуха.

Судя по строению длинного, узкого и загнутого клюва, аргентавис был хищником. Об этом же говорит строение его челюстного аппарата, позволявшего хватать и заглатывать животную пищу.

Новые научные награды

Известно, что действующее положение о Нобелевских премиях не предусматривает их присуждения за достижения в таких важных областях естествознания, как математика, астрономия, науки о Земле и др. В связи с этим Королевская Шведская академия наук учреждает с 1981 г. новую премию, носящую имя Греты и Холгера Краффорд, которые выделили для этого средства в размере 1,2 млн долл. с обещанием к 1984 г. удвоить эту сумму. (Х. Краффорд владеет крупной фирмой, производящей медицинские и биологические препараты).

Предполагается, что ежегодно весной (чтобы избежать совпадения с Нобелевскими премиями, которые распределяются осенью), будет присуждаться одна из четырех премий: по математике или астрономии, по наукам о Земле, по биологическим наукам, главным образом за экологические исследования, а также за исследования в области лечения артритов (Х. Краффорд страдает этим заболеванием). Каждые четыре года «тематический цикл» премий будет повторяться.

Размер денежной части одной премии — около 100 тыс. долл., что составит лишь 1/3 процентов на основной капитал Фонда Краффордов. Еще 1/3 пойдет на увеличение Фонда, а оставшаяся часть будет распределяться в качестве субсидий на проведение исследований, с последующим отбором этих работ по результатам международного конкурса.

Nature, 1980, v. 288, № 5786, p. 7 (Великобритания).



Через тернии — к звездам

А. С. Елисеев,
доктор технических наук,
летчик-космонавт СССР
Москва



ТВОРЧЕСКОЕ НАСЛЕДИЕ АКАДЕМИКА СЕРГЕЯ ПАВЛОВИЧА КОРОЛЕВА. Избр. труды и документы. Под общ. ред. М. В. Келдыша. Отв. ред.-сост. Г. С. Ветров. М.: Наука, 1980, 592 с.

Читатель, взявший в руки книгу «Творческое наследие академика Сергея Павловича Королева», обратит внимание на необычный для академического издания формат: вытянутый в длину том кажется узким и даже особенно стройным в ряду других книг. Это не фантазия художника. Творческое наследие С. П. Королева — прежде всего конструкции ракет и космических аппаратов, документы, связанные с их появлением на свет,

чертежи и т. д. В книге впервые показаны общие виды всех основных ракет, созданных в послевоенное время под непосредственным руководством С. П. Королева. Это и определило формат книги.

С. П. Королев почти не оставил после себя опубликованных или предназначавшихся для публикации материалов, т. е. того, что обычно называют творческим наследием. Тем не менее собранные в книге документы говорят о С. П. Королеве как о выдающемся создателе больших ракетно-космических систем, как об ученом, сумевшем в удивительно сжатые сроки реализовать свои творческие замыслы в невиданных ранее конструкциях, поражающих воображение современников.

В 1958 г. в связи с избранием его академиком С. П. Королев написал «Перечень научных трудов и проектно-конструкторских работ», знакомство с которым позволяет сегодня лучше понять то, что он сам определял как суть своей научной работы. Это помогло составителю сборника включить в него материалы, посвященные именно тем задачам, решение которых было С. П. Королеву особенно дорого.

Первые представленные в книге документы датированы 1932—1933 гг. В то время С. П. Королев в качестве летчика испытывал планер, на котором предполагалось установить ракетный двигатель Ф. А. Цандера. Конечно, «Донесения летчика комиссии по испытанию самолета РП-1» — это не научное наследие в точном смысле слова, но они интересно характеризуют Сергея Павловича как человека очень деятельного, которому необходимо было самому вникать во все подробности занимавшего его дела. Это качество С. П. Королева сыграло немалую, быть может решающую, роль потом, когда в 50-х и 60-х годах он возглавил огромные научно-исследовательские

и конструкторские коллективы, когда его интересы и служебные обязанности прострались от проблем, связанных с созданием отдельных узлов и систем космического корабля, до организации подготовки космонавтов и вопросов о международном сотрудничестве в космосе, о мирном использовании космического пространства.

30-е годы вообще вошли в историю как годы массового увлечения техникой и особенно авиационной, в частности планеризмом. Мечта «преодолеть пространство и простор» вдохновляла отважных исследователей стратосферы, летчиков, совершавших беспримерные межконтинентальные перелеты, молодежь, делающую самые первые шаги в школах Осоавиахима. Именно в эти годы С. П. Королев выступает с предложением установить рекорд высоты и скорости полета на ракетоплане, работает над созданием крылатых ракет (не только для укрепления обороноспособности страны, но имея в виду и полет человека на крылатой ракете), выступает с докладами на конференциях по изучению стратосферы, пишет книгу «Ракетный полет в стратосфере», рецензию на публикации, посвященные этой тематике. Его напряженная деятельность («загружен я выше всякой человеческой меры», — сетует он в одном из писем, с. 80) касается всего, что имеет отношение к ракетной технике. И мы судим об этом не только по статьям и выступлениям Сергея Павловича, которые находим в сборнике, но и по опубликованным в нем рабочим материалам конструкторского бюро; именно живые документы тех лет — рапорты, отчеты, докладные записки — позволяют ощутить эпоху предвоенной напряженной жизни страны и ее гражданина, руководителя небольшого исследовательского коллектива С. П. Королева.

Интересно, что, размыш-

ляя уже в те годы о масштабах последующей работы по созданию ракетной техники, Сергей Павлович придавал огромное значение тому, чтобы вовлечь в круг своих интересов как можно больше способной, творческой молодежи. Это заставило его обратиться к жанру научно-популярной публикации, и он в соавторстве с журналистом Е. Ф. Бурче пишет статью «Ракета на войне», опубликованную в 1935 г. в журнале «Техника — молодежи». Он ведет переписку с автором многих популярных книг по физике и математике Я. И. Перельманом. В одном из писем он, в частности, советовал Перельману: «Хотелось бы только, чтобы Вы в своей дальнейшей работе, как знающий ракетное дело специалист и автор ряда прекрасных книжек, больше уделили бы внимания не межпланетным вопросам, а самому ракетному двигателю, стратосферной ракете и т. п., так как все это ближе, понятнее и более необходимо нам сейчас. А ведь на межпланетные темы написано очень много всякой чепухи, которая и по сей час еще сильно вредит нам». И далее в этом же письме: «Очень хотелось бы видеть и Ваши прекрасные книжки в рядах тех работ, которые агитируют за ракетное дело, учат и борются за его процветание. А если это будет, то будет и то время, когда первый земной корабль впервые покинет Землю. Пусть мы не доживем до этого, пусть нам суждено копаться глубоко внизу — все равно, только на этой почве будут возможны успехи» (с. 80).

Военное время представлено в книге сравнительно небольшим числом материалов. Армии было необходимо новое мощное оружие, и эта необходимость увлекла Сергея Павловича в русло создания ракетной авиации. Продолжая работу над крылатыми ракетами, он разрабатывал в эти годы проект ракетного самолета-перехватчика и проект улучшения летных характеристик действующих боевых самолетов за счет их модификации путем введения дополнительных ракетных двигателей (оба они представлены в книге). Может показаться, что эта деятельность С. П. Королева и его

коллектива как-то отклонилась от магистрального курса — движения к космосу, но внимательный анализ показывает, что «авиационный период» был исключительно важен именно для послевоенных достижений космонавтики.

Дело в том, что для установки ракетного двигателя на самолет нужно было обеспечить сначала совершенно новый уровень надежности, безопасности его работы. Ведь когда довоенные ракеты взрывались время от времени при испытаниях, это рассматривалось едва ли не как специфическая особенность новой техники... Работы по созданию ракетной авиации позволили настолько усовершенствовать двигатели и всю конструкцию аппаратов, что обеспечивалась необходимая безопасность пилота. Таким образом, этот период работы С. П. Королева и конструкторов двигателей, оставаясь не очень заметным по темпам создания новых ракет, был очень важным, потому что позволил вплотную подойти к реализации пилотируемых полетов на ракете. И здесь мы можем еще раз убедиться в необыкновенной целеустремленности Сергея Павловича: любой аспект своей деятельности он в конечном счете рассматривал с позиций той «сверхзадачи», которая через все тернии вела и вела его к одной цели: к звездам, в космос.

В книге опубликовано несколько отчетов о научной деятельности С. П. Королева, которые он после избрания членом-корреспондентом АН СССР в 1953 г. ежегодно в соответствии с Уставом Академии наук направлял сначала в Отделение технических наук, а затем в Отделение механики и процессов управления. По существу эти отчеты представляют собой развернутые программы исследований как в области ракетной техники, так и в изучении верхних слоев атмосферы и космического пространства. С. П. Королев не мог относиться формально к тому, что целиком занимало его жизнь, и вот мы видим, с каким упорством он подчеркивает в очередном отчете те предложения, которые остались не реализованными за истекший

год; просит Отделение вернуться к их рассмотрению...

Основное содержание книги составляют, конечно, материалы, которые относятся к созданию баллистических ракет и космических аппаратов, возможностям их применения в решении научных и народнохозяйственных задач. По документам, большинство которых опубликовано впервые, читатель видит, как росла, развивалась программа освоения космического пространства. Здесь мы находим каждому хорошо известные сегодня слова: «первый искусственный спутник Земли», «Восток», «Восход», «Союз», «спутник связи «Молния-1», «автоматические межпланетные станции для исследования Луны, Марса, Венеры». Все это и есть научное наследие академика С. П. Королева.

Изучая его, читатель сделает для себя немало интересных открытий. Он увидит, например, что еще до запуска первого спутника Сергей Павлович предлагал развернуть работы по созданию ориентированных космических аппаратов. А ведь это только сегодня кажется очевидным, что ни космонавтика, ни значительная часть нашего народного хозяйства не в состоянии обходиться без этой «тонкости», о которой Королев размышлял в 1957 г.

Читатель найдет в книге документы, которые помогут ему понять, как в 1960 г. ставился вопрос об обеспечении надежности в процессе разработки, изготовления, испытаний и подготовки к запуску пилотируемых космических аппаратов и их ракет-носителей. А ведь сегодня кажется обыденным фактом, что на космических орбитах месяцами работают люди в станциях, обеспечивающих не только безопасность, но даже и некоторый комфорт.

Читатель увидит, что были и неосуществленные проекты. Например, в 1964 г. планировалось создание орбитального ракетного комплекса «Союз». В рамках этой программы предполагалось создать серию разных кораблей, которые могли бы составить на околоземной орбите ракетный комплекс. К ракетному комплексу должны были подлетать корабли-заправ-

щики, транспортные корабли и т. д. Эта идея Сергея Павловича реализуется только сегодня, и мы видим контуры этой идеи в успешно выполняемой программе «Салюта-6».

Может быть, именно то, что книга в основном составлена из документов, не предназначенных при их написании для публикации, особенно остро передает дух времени, позволяет окунуться в атмосферу работы С. П. Королева, почувствовать ее особенности, динамику и т. д.

Несомненную ценность представляет публикация фрагментов из записных книжек С. П. Королева. Вчитываясь сегодня в эти строчки, бегло написанные «для себя», быть может в те редкие от повседневной работы часы, что не каждый день выпадали на долю Главного конструктора, мы постигаем всю глубину его размышлений о дальнейшем развитии космических программ, глубину, из которой еще долго будут черпать идеи наши современники. Эти записи пестрят вопросительными знаками; сегодня мы могли бы заменить некоторые из них восклицательными, но пройдет еще немало времени, прежде чем мы получим ответ на все вопросы, которые ни на минуту не оставляли С. П. Королева.

Опубликованные в книге материалы расположены в хронологической последовательности. Это не только дает возможность проследить, как из года в год развивались идеи, замыслы и интересы С. П. Королева, но и позволяет почувствовать, как обогащалась, все более и более масштабной становилась личность ученого. Здесь нет возможности сравнить, например, текст выступлений С. П. Королева по случаю 90- и 100-летия со дня рождения К. Э. Циолковского. Первый доклад был сделан в 1947 г., когда было «еще невозможно в полной мере оценить гигантский размах мысли Циолковского, все его предложения и исследования в области ракетной техники, все особенности и подчас незаметные подробности его проектов, предложений, теоретических работ, описаний и т. д.» (с. 207). Второй — десять лет спустя, 17 сентября 1957 г., когда через две недели должен был состояться запуск первого в мире искусственного спутника Земли. Такое сравнение может представить интерес не только для историка науки, но и для любого человека, увлеченного развитием космонавтики и людьми, которым она обязана своим рождением — К. Э. Циолковским и С. П. Королевым.

Книгу великолепно дополняет содержательный и интересный научный комментарий. Одним из достоинств издания следовало бы считать то, что все необходимые справочные сведения расположены по ходу изложения (обычно комментарии выносятся в конец книги, что доставляет читателям определенные неудобства).

Большая вводная статья, написанная академиком В. П. Мишиным и членом-корреспондентом АН СССР Б. В. Раушенбахом, связывает разрозненные на первый взгляд материалы книги в единое целое. Увлекательно написанная, эта статья служит превосходным «путеводителем» по книге и представляет самостоятельный интерес как обстоятельный очерк развития космонавтики, жизни и творчества С. П. Королева.

Над изданием книги работала предстательная редколлегия, которую возглавлял академик М. В. Келдыш. Думается, что «Творческое наследие академика Сергея Павловича Королева», изданное накануне 20-летия первого в мире космического полета Ю. А. Гагарина, — это прекрасный памятник инженерам, ученым и космонавтам начала космической эры человечества.

ОСВОЕНИЕ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА В СССР. 1978. Отв. ред. Р. З. Сагдеев. Кн. 1. Пилотируемые полеты, 272 с., ц. 2 р. 20 к. Кн. 2. Космос — наука и народному хозяйству, 190 с., ц. 1 р. 50 к. М.: Наука, 1980.

Этот ежегодник традиционно включает опубликованные в советской печати официальные сообщения ТАСС, материалы пресс-конференций, статьи ведущих ученых, специалистов и научных обозревателей, освещающих достижения Советского Союза в исследовании и освоении космического пространства.

Из-за большого объема

материалов по космическим исследованиям, выполненным в СССР в 1978 г., представляемое здесь издание выпущено в двух книгах. В материалах первой книги отражены полеты экипажей космических кораблей «Союз-27», -28, -29, -30, -31», работа на борту научной станции «Салют-6» двух длительных экспедиций: первой — в составе космонавтов Ю. В. Романенко и Г. М. Гречко продолжительностью 96 суток, второй — в составе космонавтов В. В. Коваленка и А. С. Иванченкова продолжительностью 140 суток, а также четырех краткосрочных экспедиций. Подробно освещены

полеты первых трех международных экипажей по программе «Интеркосмос», в состав которых наряду с советскими космонавтами вошли космонавты — граждане ЧССР, ПНР, ГДР.

Во второй книге сборника помещены материалы космических исследований в интересах науки и народного хозяйства, проводившихся с помощью автоматических космических средств. Эти материалы отражают исследования Венеры с помощью советских автоматических станций «Венера-11» и «Венера-12», некоторые результаты исследования Луны и геохимии лунных пород, а также

научные данные, полученные с помощью спутников «Космос», «Прогноз» и «Метеор». В сборнике широко представлены материалы о народнохозяйственном использовании космоса, в частности о развитии систем спутниковой связи, материалы по космическому материаловедению, космической метеорологии и изучению природных ресурсов Земли из космоса. Кроме того, приводятся данные о запуске спутника «Интеркосмос-18», о XXI сессии КОСПАР и другие материалы.

Ежегодник «Освоение космического пространства в СССР» является наиболее подробным и обстоятельным справочником по текущим событиям советской космонавтики.

«СОЮЗ-22» ИССЛЕДУЕТ ЗЕМЛЮ. Совместное издание АН СССР и АН ГДР. М.: Наука, 1980, 232 с., ц. 4 р. 70 к.

В сентябре 1976 г. состоялся полет космического корабля «Союз-22», пилотируемого экипажем в составе В. Ф. Быковского и В. В. Аксенова. Основной задачей полета являлось выполнение эксперимента «Радуга» — фотографирования земной поверхности при помощи многозональной фотоаппаратуры МКФ-6 с целью исследования природных ресурсов нашей планеты. Подготовка и проведение этого полета осуществлялись в рамках сотрудничества СССР и ГДР по программе «Интеркосмос».

Книга посвящена этому полету и результатам эксперимента «Радуга». Она написана большим коллективом авторов — ученых и специалистов СССР и ГДР. В книге приведены официальные и хроникально-документальные материалы полета космического корабля «Союз-22», данные о космическом корабле «Союз-22» и многозональной фотоаппаратуре МКФ-6, разработанной совместно специалистами СССР и ГДР и изготовленной в ГДР на народном предприятии «Карл Цейс Йена». Наиболее подробно освещены научно-методические основы эксперимента «Радуга» и первые результаты тематического дешифрования снимков.

Книга иллюстрирована документальными снимками, схе-

мами, тематическими картами, цветными многозональными фотоснимками Земли из космоса.

ЛУННЫЙ ГРУНТ ИЗ МОРЯ КРИЗИСОВ. Отв. ред. В. Л. Барсуков. М.: Наука, 1980, 360 с., ц. 6 р. 30 к.

Это книга — третья в серии сборников, обобщающих результаты исследования лунных образцов, доставленных советскими автоматическими станциями (ранее вышли книги «Лунный грунт из Моря Изобилия» и «Грунт из материкового района Луны»). Она представляет собой сводку работ советских и зарубежных авторов по исследованию лунного реголита, доставленного станцией «Луна-24», в которых отражается геология места посадки, литология и стратификация колонки, минералогические и петрографические особенности образца, изученного разнообразными методами.

Авторы подчеркивают геохимическую специфику пород из Моря Кризисов, содержащих пониженное количество титана и повышенное количество глинозема, что отличает их от пород других районов Луны. Большое внимание в сборнике уделено исследованиям радиоактивности, а также оптическим и магнитным исследованиям. Специальные статьи посвящены определению абсолютного возраста пород, изучению инертных газов.

Е. П. Каменецкая. КОСМОС И МЕЖДУНАРОДНЫЕ ОРГАНИЗАЦИИ. (Международно-правовые проблемы.) М.: Наука, 1980, 168 с., ц. 1 р. 20 к.

В книге рассмотрен широкий круг актуальных вопросов сотрудничества в освоении космоса в рамках международных организаций. Автор подробно проанализировала главные направления и формы международного сотрудничества в исследовании и освоении космоса, роль ООН, правительственных и неправительственных организаций в разработке и осуществлении космических программ.

Особый интерес представляет сложный и малоизученный вопрос о договорно-правовых основах взаимодействия этих международных органи-

заций. В приложении к книге приведены тексты ряда межгосударственных соглашений о сотрудничестве в изучении космоса, обычно труднодоступные для широкого читателя.

Книга представляет интерес как для специалистов, так и для читателей, интересующихся вопросами международного сотрудничества в космосе.

СОЛНЕЧНАЯ И СОЛНЕЧНО-ЗЕМНАЯ ФИЗИКА. Иллюстрированный словарь терминов. Ред. А. Бруцек, Ш. Дюран. Пер. с англ. Е. В. Иванова под ред. Я. И. Фельдштейна, В. Н. Обридко. М.: Мир, 1980, 254 с., ц. 2 р. 60 к.

Книга представляет собой специальный толковый словарь терминов, употребляемых в англоязычной литературе по солнечной и солнечно-земной физике. Для каждого термина (всего их собрано около 800) или группы связанных между собой терминов приведены краткое описание, количественная характеристика и краткая физическая интерпретация. Книга содержит 14 глав, написанных видными специалистами — астрономами и геофизиками. Во всех случаях авторы пытались охарактеризовать современное состояние соответствующих проблем (например, солнечная активность, солнечный ветер, межпланетное магнитное поле, геомагнитная буря и т. д.), привлекая при этом внимание читателей к еще не решенным вопросам.

В книге много фотоснимков и графических иллюстраций. Она отличается единым стилем изложения, хорошо читается и будет полезна как специалистам в области солнечной и солнечно-земной физики, так и неспециалистам, которые хотят понять всю сложность процессов, протекающих на Солнце и в окосолнечном пространстве. Русские термины, выделенные в тексте перевода курсивом, собраны в конце книги в виде предметного указателя. Кроме того, книга снабжена предметным указателем английских терминов с параллельным русским переводом. Это позволяет использовать книгу в качестве специализированного англо-русского и русско-английского словаря.



В поисках этногенного фактора

Ю. М. Бородай,
кандидат философских наук

Институт философии АН СССР
Москва

Л. Н. Гумилев. ЭТНОГЕНЕЗ И БИОСФЕРА ЗЕМЛИ. 1. ЗВЕНО МЕЖДУ ПРИРОДНОЙ СРЕДОЙ И ОБЩЕСТВОМ. 2. ПАССИОНАРНОСТЬ. 3. ВОЗРАСТЫ ЭТНОСА. Л.: ЛГУ, 1979*.

В своей монографии известный советский историк Л. Н. Гумилев предлагает оригинальную концепцию этногенеза, призванную объяснить механизм возникновения различных этнических групп, закономерности их роста, взаимодействия, развития и старения. В рамках этой концепции дается решение обширного комплекса проблем, сложность которых обусловлена тем, что они не поддаются ни однозначно социологической, ни чисто географической или биологической интерпретации. Этой специфической сложностью в значительной мере объясняется то парадоксальное положение, в силу которого проблема этноса до сих пор недостаточно разрабатывалась как гуманитарными, так и естественными науками. А между тем на чрезвычайную важность исследования этого предмета указывал еще К. Маркс.

Общезвестно, что, согласно Марксу, все собственно социальные явления обусловлены экономическими факторами, т. е. исторически определенным способом производства, формами собственности и т. д. Но относится ли этот закон и к категории «этнос»? Если этнос — явление социальное, то и все этнические особенности различных народов нужно, очевидно, объяснять как результат, продукт действия соответствующих социально-экономических причин. Именно такой упрощенной точки зрения придерживаются многие этнографы.

Точка зрения самого Маркса гораздо сложнее. Уже в ранних своих работах Маркс пришел к выводу, что такие формы человеческой общности, как род, племя, этническая группа¹, являются не результатом, но предпосылкой социально-исторического процесса; это явления маргинальные, пограничные, для изучения которых требуется особая комплексная методология, не сводимая к приемам и законам только гуманитарных наук. Поэтому Маркс и мечтал о будущей новой науке. «Впоследствии», — писал он, — естествознание включит в себя науку о человеке в той же мере, в какой наука о человеке включит в себя естествознание: это будет одна наука². Пробраз такой науки Маркс видел в этнографии, которую он серьезнейшим образом изучал. Позже, в «Критике политической экономии», фор-

мулируя общие принципы своей концепции социально-исторического процесса, Маркс писал, что в истории «...общность по племени, природная общность выступает не как результат, а как предпосылка... Естественной сложившаяся племенная общность (кровное родство, общность языка, обычаев и т. д.), или, если хотите, стадность, есть первая предпосылка присвоения людьми объективных условий как их жизни, так и той деятельности, при помощи которой эта жизнь воспроизводится и облекается в предметные формы».

Таким образом, Маркс утверждал, что и само производство имеет особые условия — природные условия. «Формы этих природных условий производства», — подчеркивает Маркс, — двоякие: 1) существование человека как члена какой-нибудь общины; следовательно наличие этой общины, являющейся в своей первоначальной форме племенной организацией... Одним из природных условий производства для живого индивида является его принадлежность к какому-либо естественно сложившемуся коллективу: племени и т. п. Это, например, является уже условием для развития его языка и т. д.»³.

Так ставил вопрос Маркс. Он многократно указывал на чрезвычайную важность исследования таких фундаментальных явлений, как естественно сложившиеся общности — этносы, подчеркивал их маргинальную природу, выдвигал задачу их генезиса. Но он успел лишь указать на проблему. И до недавнего времени сама проблема этногенеза считалась в науке «белым пятном».

В начале 70-х годов

* Монография депонирована в ЗИНТИ: Вып. 1—14 марта 1979 г., № 10001-79 Деп.; Вып. 2—25 окт. 1979 г., № 3734-79 Деп.; Вып. 3—25 окт. 1979 г., № 3735-79 Деп.

¹ Все эти естественно возникшие общности Маркс характеризовал термином *Gemeinwesen*, смысл которого ближе всего передается современным термином «этнос».

² Маркс К. и Энгельс Ф. Соч., т. 42, с. 124.

³ Там же, т. 46, ч. 1, с. 462—463.

⁴ Там же, с. 481.

дискуссию на эту тему открыл на своих страницах журнал «Природа», где была опубликована статья Л. Н. Гумилева «Этногенез и этносфера», содержащая новые идеи, которые привлекли внимание научной общественности и вызвали различные отклики⁵. Позднее в «Природе» была напечатана подборка материалов под общим названием «Еще раз об этносе», включающая статью Л. Н. Гумилева «Биосфера и импульсы сознания»⁶. Однако все эти публикации не могли дать полной картины этногенеза, предложенной Л. Н. Гумилевым. Теперь появилась возможность ознакомиться с ней.

Депонированная монография Л. Н. Гумилева состоит из трех выпусков: 1. Звено между природной средой и обществом; 2. Пассионарность; 3. Возрасты этноса.

Первый выпуск посвящен рассмотрению феномена «этнос» на основе системного подхода. Автор последовательно и аргументированно отвергает определения этноса по языку, расе, социальным институтам и культуре, а также показывает различие между этносом и популяцией. Единственное, что, по его мнению, он вступает в противоречие с фактами, — это определение этноса как замкнутой системы дискретного типа, каковой является группа людей, связанных общей исторической судьбой, под которой понимается определенное развитие событий. По ряду признаков автор различает этносы развивающиеся и гомеостатические, причем последние отличаются от первых лишь тем, что уже прошли период своего развития, выработав свой оригинальный строй традиций и стереотип поведения. Гомеостаз, по мнению автора, является лимитом развития, а активный период этнического становления — прелюдией к гомеостазу.

В первом выпуске боль-

шое внимание уделено иерархической структуре этносов. По мнению автора, этносы всегда делятся на субэтносы — звенья и блоки этнической системы, оформляющиеся иногда по территориальным признакам, иногда по социо-культурным; целостность этноса при этом не нарушается. Вместе с тем этносы образуют своего рода галактики — суперэтносы, стоящие на порядок выше этносов. Суперэтносы, как и этносы, противопоставляют себя всем прочим («мы и не мы») и по сути дела являются главной формой этногенеза. Загадочной остается только причина возникновения этносов.

Главное во втором выпуске — это раскрытие природы этногенного фактора, порождающего новые этносы. Этот фактор — пассионарность (от лат. *passio*), впервые описанный автором в 1970 г.

Пассионарность — поведенческий признак, возникающий, как и все новые признаки, вследствие мутации и передаваемый по наследству. Этот признак, по расчетам автора, основанных на анализе огромного исторического материала, устраняется естественным отбором за 1200—1500 лет, если процесс не прерван катастрофическим экзогенным смещением: нападением иноплемеников, эпидемией, засухой и т. п. Если же нет помех, то признак пассионарности, возникнув, формирует людей в новый этнос — инерционную систему с новым поведенческим стереотипом и иерархией ценностей. С течением времени (1200—1500 лет) носители этого признака исчезают и этнос переходит в гомеостаз, если только очередной пассионарный толчок не перестроит и его, и соседние этнические субстраты. Тогда начинается новый процесс этногенеза.

Иными словами, этносы возникают, проходят строго определенные стадии роста, старения и умирают, причем естественный распад этносистемы рассматривается автором как благо по сравнению с медленным умиранием от потери первоначального импульса.

В третьем выпуске приводится схема фаз этногенеза

и дана подробная характеристика этих фаз, основанная на анализе материалов всемирной истории. Автор также показывает, как этносы в разных фазах взаимодействия с земными ландшафтами. В этом разделе книги наводится мост между гуманитарными и естественными науками: всемирная этническая история рассматривается как функция природного процесса, каковым является этногенез; показано взаимодействие социальных институтов с биосферой по принципу обратной связи.

Таково вкратце содержание трех выпусков монографии. Сформулированный здесь принцип понимания этноса дает возможность представить этногенез не как разовый доисторический акт, но как повторяющийся процесс, в котором «история природы и история людей взаимно обуславливают друг друга»⁷. Это дает возможность объяснить тот факт, что новые этносы могут возникать в любой исторический период из самых разнообразных антропологических (расовых) элементов, складывающихся при наличии этногенного фактора в спаянную определенную поведенческой доминантой целостность. Плодотворность такого подхода к проблеме заключается также и в том, что он исключает любую возможность подмены понятия «этнос» понятием «раса» и представляет марксистам-этнографам твердую почву для бескомпромиссной критики расистских теорий.

Крупнейшим достижением Л. Н. Гумилева является, на наш взгляд, выявление этногенного фактора — пассионарности. Теория пассионарности предстает в монографии своего рода концептуальным ключом. В самом деле. Основой нового этноса становится обычно система новых поведенческих стереотипов, ценностей, нравственных установок и т. д. Предположим, что такие установки у кого-то появились. Но что заставляет массу различных людей подчиниться этим новым императи-

⁵ См.: Природа, 1970, № 1, с. 46—56; № 2, с. 43—56; № 8, с. 74—78; 1971, № 2, с. 71—85.

⁶ См.: Природа, 1978, № 12, с. 97—113.

⁷ Маркс К. и Энгельс Ф. Соч., т. 3, с. 16.

вам, превратить их в традицию, в этническую характеристику своего существа?

Что является этногенным фактором? — вот главный вопрос концепции. Если бы этнос был социальным явлением, мы могли бы искать этногенный фактор в специфических отношениях производства, в культуре, идейном творчестве... Так обычно и поступают. Но этнос не только социальный, но естественно-природный феномен, а в качестве такового он, как утверждает Маркс, сам является «природным условием» развития и производства, и культуры, и мифотворчества.

Конечно, вряд ли кто будет оспаривать факт, что возникновение таких явлений, как христианство, ислам, буддизм с их разнородной догматикой и многочисленными сектами оказало весьма существенное влияние на процесс становления

целого ряда крупных этносов (суперэтносов). Но можно ли на этом основании считать мифотворчество этногенным фактором? Например, византийцы в свое время сразу сформировались как христианский этнос, причем некоторые специфические догматические установки стали по существу их отличительными этническими характеристиками. Все это так. Но остается вопрос: что же все-таки в это данное время и в данном месте заставило массу людей, в общем-то совершенно равнодушных к тонкостям теологии, отождествить себя вдруг с определенным наличным набором странных мифологем и сплавится в единую этническую целостность, противопоставляющую себя всем прочим людям?

Какова природа той энергии, которая проделала эту грандиозную работу? Так ставит вопрос Л. Н. Гумилев. Его инте-

ресует не то, что выявляется на поверхности как результат, не социальная культурная или мифологическая форма данного этнического единства, не само конкретное наполнение и содержание данной традиции, но те природные импульсы, которые только и могут превратить заданное содержание в живой естественный этнический характер. Другими словами, его интересует не цвет знамени, но природа той силы, которая заставляет вдруг массу различных людей, живущих на данной территории, сплавиться вокруг одного знамени, с тем чтобы впредь отличать себя от всех прочих и действовать как единое целое. Это очень глубокая и оригинальная постановка вопроса.

Можно надеяться, что монография Л. Н. Гумилева сильно повысит интерес к проблеме этногенеза и даст толчок новым исследованиям.

НОВЫЕ КНИГИ

Физика

Ф. Содди. ИСТОРИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ. Пер. с англ. М. Ю. Богданова, М. В. Колокольниковой, А. Ю. Пентина. Под ред. А. Н. Кривомазова и Д. Н. Трифонова. М.: Атомиздат, 1979, 284 с., ц. 95 к.

«... Эта книга не претендует на полную объективность и беспристрастность, поскольку ее автор является единственным из оставшихся в живых основателей теории атомного распада», — писал Фредерик Содди в 1949 г. в предисловии к «Истории атомной энергии», своему последнему научно-популярному труду. Редакторы русского издания рассматривают книгу как квинтэссенцию раздумий семидесятилетнего ученого о путях и судьбах развития атомной теории, несущих на себе отблеск яркой личности автора. При жизни Ф. Содди

книга издавалась еще раз, в 1954 г.

В первых главах коротко говорится об основных идеях физики и химии от глубокой древности до открытия рентгеновских лучей, радиоактивности и электрона. Затем идут две специальные главы, посвященные становлению учения о радиоактивности, в разработке которого Содди принял самое непосредственное участие. Далее речь идет о важнейших результатах бурно развивающейся ядерной физики, достигнутых ко времени второго издания книги. В заключение автор ставит перед читателем вопрос о социальной ответственности ученого.

Завершает русское издание книги краткая хронология важнейших событий в развитии учения о радиоактивности и в ядерной физике.

Биология

К. Свенсон, П. Уэбстер. КЛЕТКА. Пер. с англ. Т. Днепровской. М.: Мир, 1980, 303 с., ц. 2 р.

Современная биология вовлекает в свою орбиту все больше специалистов самых разных профессий — химиков и математиков, физиков и инженеров. Если учесть к тому же потребности студентов, школьников и всех тех, кто интересуется сущностью жизненных процессов, становится понятно, как велика аудитория, нуждающаяся в популярном изложении биологии клетки. Ясным и наглядным введением в эту область является книга известного американского биолога К. Свенсона, написанная им в соавторстве с другим американским биологом П. Уэбстером.

Книга представляет собой полный очерк современного

состояния цитологии, содержащий самые свежие научные данные, и рассказывает не только об устоявшихся точках зрения, но и о спорных вопросах. Описывается строение клетки, ее существование от рождения до гибели, биоэнергетика и механизмы образования вещества и энергии, хранение и передача информации в клеточных процессах, их связь с развитием организма. Авторы уделяют много внимания роли клеточных процессов в энергетическом балансе Земли, проблемам возникновения жизни и происхождения клетки. Книга имеет и еще одну привлекательную особенность — широкое и хорошо продуманное использование рисунков, схем и электронных микрофотографий, занимающих примерно половину объема книги и являющихся ее неотъемлемой частью.

Биология

Б. Н. Замятин. ВИКТОРИЯ РЕГИЯ — ГИГАНТСКАЯ ВОДЯНАЯ ЛИЛИЯ ЮЖНОЙ АМЕРИКИ. Л.: Наука, 87 с., ц. 20 к.

Ботанику Б. Н. Замятину (1900—1971) принадлежит заслуга возрождения культуры виктории регии (*Victoria regia*), утраченной в Ленинграде во время войны.

Данная книга — первое в нашей стране научное издание, где приведены в систему сведения об этой гигантской лилии. Здесь изложена история открытия виктории в 1832 г. немецким естествоиспытателем-путешественником Э.-Ф. Пеппигом. Рассказано о присвоении в 1836 г., с легкой руки другого немецкого ученого, Р.-Г. Шомбургка, прекрасному цветку имени только что вступившей на престол юной английской королевы Виктории. Автор повествует о многотрудном введении в культуру капризного южного растения, о его долгожданном первом цветении в 1854 г. в петербургском Ботаническом саду. В книге освещены, с точки зрения современной науки, морфология, систематика, экология растения. Говорится об особен-

ностях естественных условий его обитания. На основе личного опыта автором дано подробное описание агротехники выращивания виктории в искусственных условиях, приведена техническая характеристика ряда специальных оранжерей.

Психология

Г. З. Отаяни. РОЛЬ ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ В РАЗВИТИИ ЛИЧНОСТИ. Ереван: Луйс, 1980, 144 с., ц. 85 к.

Автор всесторонне исследует проблему обыденных психологических знаний, регулирующих поведение большинства людей, не знакомых с научной психологией, в различных жизненных ситуациях. Он анализирует как фактические данные, начиная с XVIII в., так и различные методологии познания. В числе проблем, разбираемых в книге, — проблемы уровня этих знаний в системе развития личности, индивидуальные варианты системы психологических знаний и их влияние на жизненные установки человека, проблема осознания психологических характеристик, роль этого осознания в психопатологии личности.

В книге приводятся опытные данные, показывающие, какие именно психологические категории (ощущение, восприятие, темперамент, память, мышление и т. д.) поддаются анализу посредством самонаблюдения и рефлексии, каковы возможности изучения этих понятий для общения наблюдаемых с другими людьми, каковы внутренние механизмы этих процессов.

Геология

А. М. Черняев. САМЫЙ УДИВИТЕЛЬНЫЙ МИНЕРАЛ. Свердловск: Средне-Уральское книжное издательство, 1980, 190 с., ц. 50 к.

По образному выражению Леонардо да Винчи, вода — это «возница природы», так как именно она явилась той силой, которая на протяжении всей гео-

логической истории Земли формировала ее облик. Автор рассказывает о роли воды в развитии планеты, в жизни человеческого общества, о том, как ныне решаются вопросы обеспечения водой населения и народного хозяйства, приводит таблицы цифр, показывающих распределение воды на Земле.

В книге представлены гипотезы происхождения воды (гипотеза А. П. Виноградова об образовании различных оболочек Земли по принципу «зональной плавки», гипотеза В. Ф. Дергольца о метеоритном пути поступления воды на Землю); говорится о химических и физических свойствах воды и истории их изучения, начиная с конца XVIII в. Автор затрагивает экологические проблемы, связанные с загрязнением вод, характеризует различные способы очищения вод и установки, преграждающие путь промышленным отходам.

Книга предназначена самым широким читательским слоям.

Океанография

ТАКОЙ НЕПРОСТОЙ ОКЕАН. Сб. ст. Ред.-сост. Н. Ефименко. Науч. ред. В. Я. Леванидов. Владивосток: Дальневосточное книжное издательство, 1980, 287 с., ц. 75 к.

Эта научно-популярная книга написана биологами и инженерами. Она знакомит читателя с данными о продуктивности океанов, показывает значение океана как транспортной магистрали планеты, рассказывает о теплообмене океана с атмосферой.

В первой части «Вода обитаемая» речь идет о морском населении, насчитывающем 200 тыс. видов. Во второй части «В далеких и близких морях» говорится об исследовательской деятельности научных экспедиций, проводимых от Берингова моря до тропических морей Австралии по плану Тихоокеанского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии.

Авторы ставят вопрос об организации морских заповедни-

ков, приводят цифровые данные о птицах, животных и рыбах, погибших в результате загрязнения океана. Богато иллюстрированная, книга предназначена самым широким кругам читателей.

Этнография

ЭТНОГРАФИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИЗУЧЕНИЯ СОВРЕМЕННОСТИ. Сб. статей. Л.: Наука, 1980, 175 с., ц. 2 р. 50 к.

В сборнике содержатся статьи как теоретического характера, затрагивающие методологию и методики этнографического изучения современности, так и статьи строго конкретного содержания, написанные по материалам Сибири и Средней Азии. Авторы показывают, что характерной чертой современных этносов является их динамизм и одновременно сравнительная устойчивость во времени. Это выдвигает на первый план задачу изучения именно динамики этнических систем, вызванной социально-экономическими и культурными изменениями во всем мире. Для решения этой задачи особое значение приобретает кооперация усилий этнографов, специалистов по конкретной социологии и социальной психологии.

Авторы статей, написанных по материалам Сибири и Средней Азии, показывают изменения, происшедшие за последние 60 лет или происходящие в структуре занятий населения этих регионов, в быту, обрядах и семейном укладе.

История науки

Ежи Коссак. ЭКЗИСТЕНЦИАЛИЗМ В ФИЛОСОФИИ И ЛИТЕРАТУРЕ. Пер. с польск. Э. Я. Гессен. Послесл. А. С. Богомолова. М.: Политиздат, 1980, 360 с., ц. 1 р.

«Всеобщее сознание трагичности бытия», «метафизический бунт человечества», «вечная драма человеческого существования», «одиночество человека» — эти обсуждаемые экзистенциализмом проблемы не могли оставить равнодушными людей различных убеждений. Марксистская критическая литература об экзистенциализме богата работами самого разного жанра: от академических трактатов до газетных статей, ибо естественно, что такие столпы экзистенциализма, как Сартр или Камю, привлекают всеобщее внимание.

В книге Е. Коссака экзистенциалистская философия наряду со многими другими аспектами рассматривается в ее взаимоотношениях с религией, особенно с католицизмом. Автор доказывает, что как религиозный, так и «атеистический» экзистенциализм «увязаны» с проблематикой и решениями религиозной философии прошлого и настоящего, имеют общие идейные установки: утверждения о бренности земного, ничтожности и заброшенности человека в мире.

Рассматривая проблему возникновения этого течения, автор представляет его как совокупность множества идеологических элементов, «возникших на основе критического отношения к правящим классам, их мо-

рали, идеалам и жизненной практике, но не ведущих к реальной оппозиции».

Показана внутренняя противоречивость экзистенциализма, заключающаяся, по мнению автора, «в крайнем субъективизме, релятивизме и антиисторизме».

История науки

А. И. Иойрыш, И. Д. Морохов, С. К. Иванов. А-БОМБА. Под ред. и с предисл. Е. П. Велихова. М.: Наука, 1980, 421 с., ц. 1 р. 30 к.

35 лет прошло с тех пор, как над японскими городами Хиросимой и Нагасаки были взорваны атомные бомбы. Но уроки Хиросимы не должны быть забыты. Поэтому книга «А-бомба» хотя и посвящена событиям, принадлежащим истории, чрезвычайно актуальна. Авторы изучили обширный документальный материал и рассказали читателю, когда, как и почему в Германии, США и Советском Союзе создавалось атомное оружие. За событиями, описанными в книге, стоят живые люди — ученые-атомники, которые были поставлены перед проблемой: делать или не делать атомную бомбу. Характеры ученых, оказавшихся в центре описываемых событий, обрисованы в свете этой драматической социально-психологической и политической ситуации. Читатель найдет в книге интересный исторический материал, дающий повод для раздумий.

Художник П. Г. АБЕЛИН
Художественные редакторы:
Л. М. БОЯРСКАЯ, Д. И. СКЛЯР

Корректоры:
Т. Д. МИРЛИС, М. Б. РЫБИНА

Адрес редакции:
Москва, ГСП-1,
Мароновский пер., 26.
Тел. 238-24-56, 238-23-33

Сдано в набор 5.02.81
Подписано к печати 18.03.81
Т—06603.

Формат бумаги 70×100 1/16.

Офсет

Усл.-печ. л. 10,4. Уч.-изд. л. 15,6.
Бум. л. 4

Тираж 82 000 экз. Зак. 317

Чеховский полиграфический комбинат Союзполиграфпрома Государственного комитета СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли.

г. Чехов, Московской области.



Цена 50 коп.
Индекс 70707

