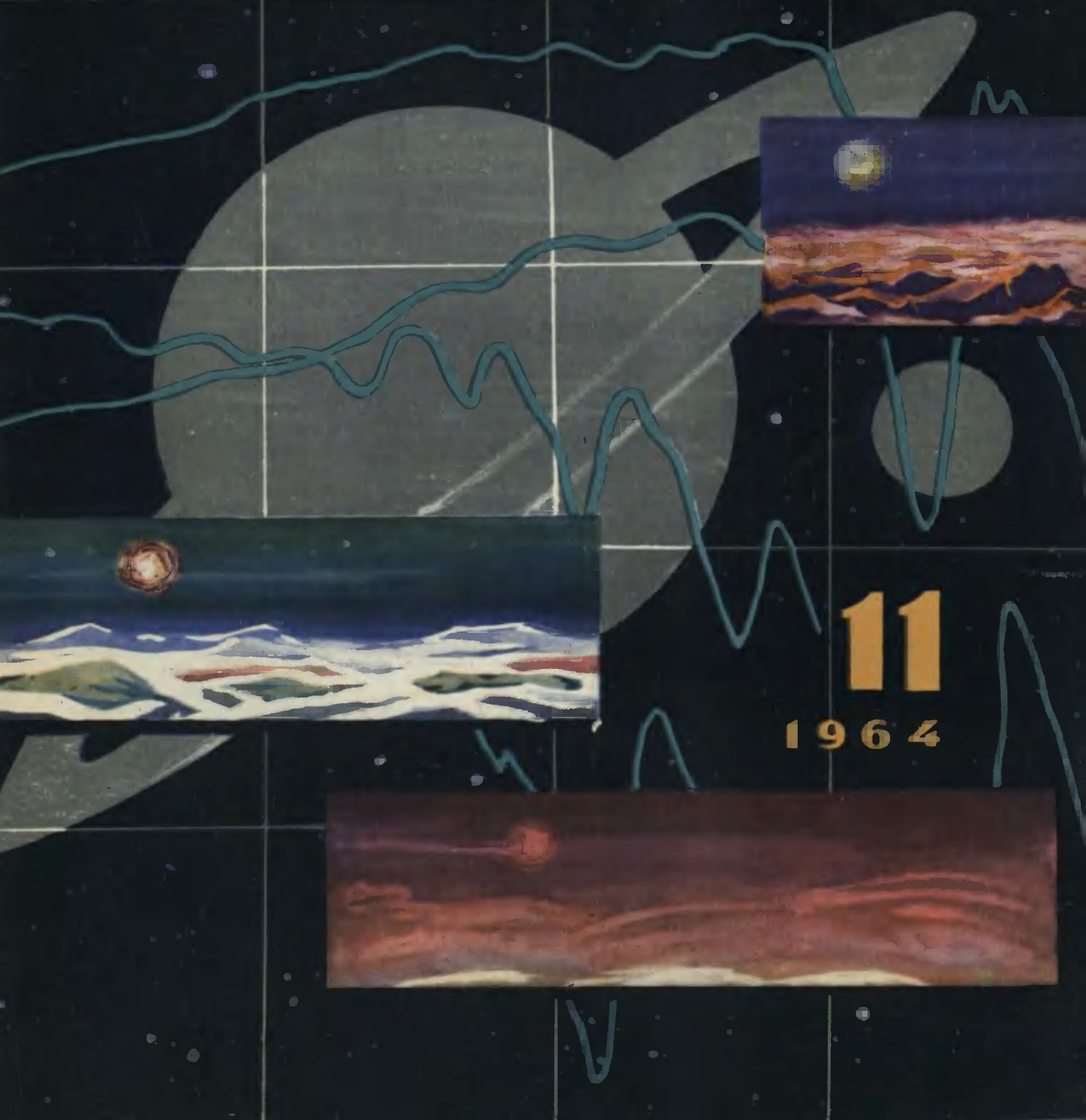


ПРИРОДА



11

1964

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор

АКАДЕМИК Д. И. ЩЕРБАКОВ

Доктор физико-математических наук Д. А. ФРАНК-КАМЕНЕЦКИЙ (*заместитель главного редактора*); доктор философских наук Д. М. ТРОШИН (*заместитель главного редактора*); кандидат технических наук А. С. ФЕДОРОВ (*заместитель главного редактора*); академик А. И. БЕРГ; академик А. П. ВИНОГРАДОВ; член-корреспондент АН СССР Л. А. ЗЕНКЕВИЧ; член-корреспондент АН СССР В. Л. КРЕТОВИЧ; член-корреспондент АН СССР Г. М. ФРАНК; доктор физико-математических наук Б. Л. ДЗЕРДЗЕЕВСКИЙ; доктор физико-математических наук С. П. КАНИЦА; Я. Б. КОГАН (*ответственный секретарь*)

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Академик Н. П. АНИЧКОВ (*медицина*); академик А. Е. АРБУЗОВ (*органическая химия*); академик И. К. КИКОНИ (*физика*); академик В. П. СУКАЧЕВ (*ботаника*); академик П. В. ЦИЦИН (*сельское хозяйство*); член-корреспондент АН СССР Ю. А. АСРАТЯН (*физиология*); член-корреспондент АН СССР Б. И. ДЕЛОНЕ (*математика*); член-корреспондент АН СССР Н. А. КРАСИЛЬНИКОВ (*микробиология*); член-корреспондент АН СССР В. А. МАГНИЦКИЙ (*геофизика*); член-корреспондент АН СССР Н. И. НУЖДИН (*биология*); член-корреспондент АН СССР Р. З. САГДЕЕВ (*физика*); член-корреспондент АН СССР А. П. ТЕРЕНТЬЕВ (*органическая химия*); член-корреспондент АН СССР И. И. ТУМАНОВ (*физиология растений*); доктор биологических наук А. Г. БАННИКОВ (*зоология*); доктор физико-математических наук Б. В. КУКАРКИН (*астрономия*); доктор философских наук Г. А. КУРСАНОВ (*философия*); доктор географических наук К. К. МАРКОВ (*география*); доктор биологических наук К. К. ФЛЕРОВ (*палеонтология*); доктор биологических наук А. И. ФОРМОЗОВ (*экология, биогеография*)

Внешние планеты солнечной системы — Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун и Плутон слабее изучены, чем внутренние планеты. Мы почти не можем судить об их поверхности, так как мощные атмосферы и многокилометровые слои облаков совершенно не пропускают видимого света и сильно поглощают радиоволны.

Первая и четвертая страницы обложки иллюстрируют статью В. Г. Тейфеля «Атмосферы далеких планет».

Работа художника В. Королькова

ПРИРОДА

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ПОПУЛЯРНЫЙ ЕСТЕСТВЕННО-
НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ АКАДЕМИИ НАУК СССР

ГОД ИЗДАНИЯ ПЯТЬДЕСЯТ ТРЕТИЙ

II
1964

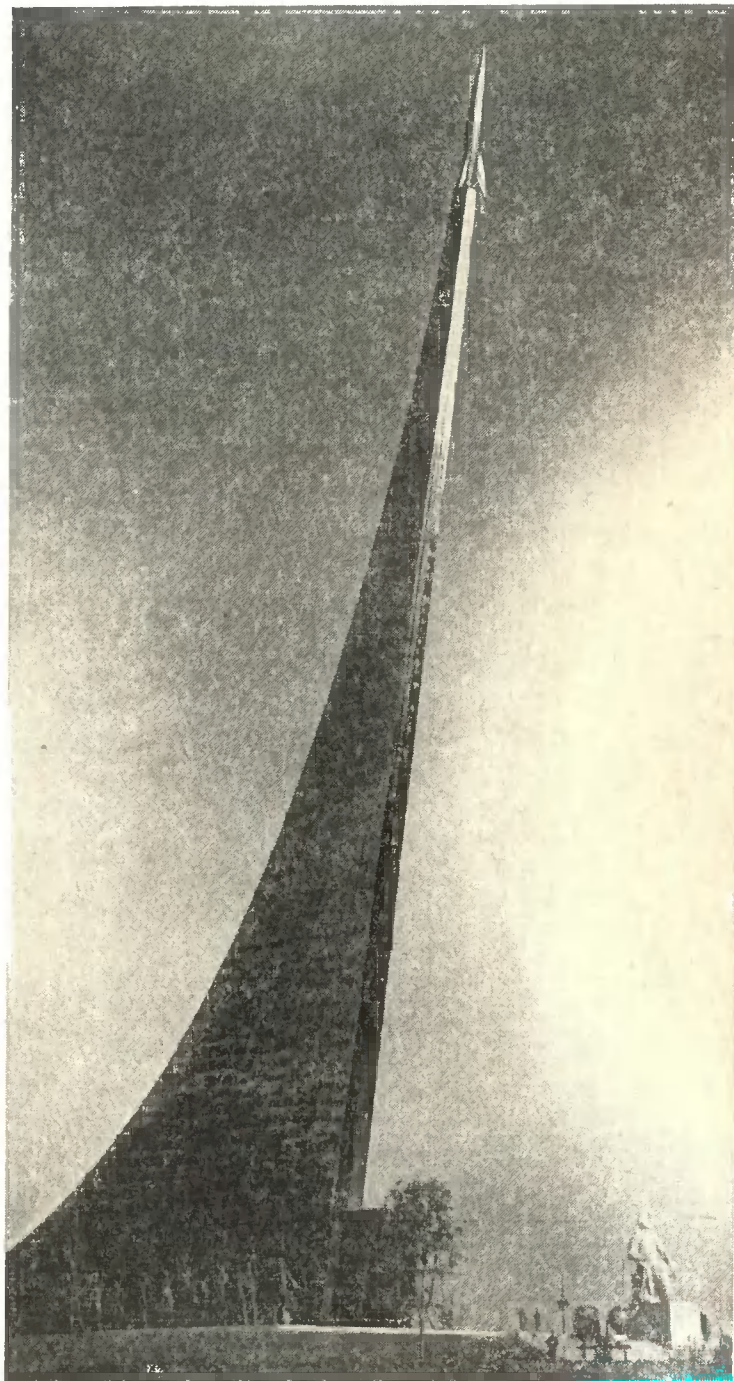
В НОМЕРЕ:

- Новый этап в освоении космического пространства.**
Пресс-конференция, посвященная полету корабля «Восход» На благо человечества. *М. В. Келдыш* (2). Наш полет — полет исследователей. *В. М. Комаров* (4). В космической лаборатории. *К. П. Феоктистов* (6). Замечательный медико-биологический эксперимент. *Б. В. Егоров* (8)
- По воле человека.** «Цепные» реакции в географической среде и преобразование природы. *И. Ю. Долгушин* 10
- Атмосферы далеких планет.** *В. Г. Тейфель* 23
- Конечность и бесконечность [во] вселенной.**
Э. Кольман 34
- Тканевые пересадки.** *А. С. Шевелев* 45
- Сильно взаимодействующие частицы.** Обзор современного развития физики высоких энергий. *М. Гелл-Манн, А. Ровенфельд, Дж. Чу* 53
- Новые данные о резонансах.** *В. Б. Мандельцвейг, А. М. Переломов* 64
- Наука—сельскому хозяйству.** Антибиотики и пчелы. *П. П. Копаневич* (67). Безбелковое кормление коров. *П. С. Берман* (70). Изотопы повышают урожайность хлопчатника. *Д. Т. Кабулов, М. М. Муминов, Ф. И. Исмаилов* (93).
- В лабораториях ученых.** На Великой Салме, Беломорская биологическая станция. *Е. А. Геевская* 72
- Родная страна.** Корякское нагорье. *Ф. В. Черняевский* 81
- Преобразование природы.** Будущее наших лесов. *Н. И. Керженцев* 90
- Гипотезы.** Каковы размеры нашей Галактики. *Ю. П. Псковский* 94
- В лаборатории природы.** Неизбежна ли праворукость? *В. Т. Ружейников, М. В. Зубрицкий* 98
- Обзоры.** Крупный град. *А. Д. Заморский* 102
- Люди науки.** Основоположник звездной астрономии. Роль *В. Я. Струве* в развитии астрономической науки. *Ю. Г. Перель* 105

(Продолжение на стр. 128)

Взвилась над Москвой ракета из графита, бронзы и титана—величественный монумент в честь покорителей космоса

Фото Л. Беспалова



НОВЫЙ ЭТАП В ОСВОЕНИИ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА

ПРЕСС-КОНФЕРЕНЦИЯ, ПОСВЯЩЕННАЯ ПОЛЕТУ КОРАБЛЯ «ВОСХОД»

21 октября 1964 г. в актовом зале Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова состоялась пресс-конференция, посвященная первому в мире полету многоместного советского космического корабля-спутника «Восход». Вступительное слово произнес Президент Академии наук СССР акад. М. В. Келдыш. Герои-космонавты В. М. Комаров, К. П. Феоктистов, Б. Б. Егоров рассказали о своем совместном беспрецедентном полете в космос. В ознаменование замечательного подвига во имя науки Президиум Академии наук СССР постановил наградить участников полета золотыми медалями имени К. Э. Циолковского, основоположника космонавтики.

НА БЛАГО ЧЕЛОВЕЧЕСТВА

*Академик М. В. Келдыш
Президент Академии наук СССР*

Менее десяти лет прошло со дня запуска в Советском Союзе первого в мире искусственного спутника Земли, положившего начало летоисчислению космической эры.

Исследование космического пространства опирается на развитие многих отраслей науки и техники, на передовую промышленность нашей страны, особенно при решении таких важных проблем космонавтики, как полеты дальних многоместных космических кораблей.

Советские ученые и конструкторы, начиная с 1960 г., приступили к планомерной подготовке полетов человека в космическое пространство. Труднейшими задачами были: создание космического корабля, обеспечение безопасности его полета, возвращение корабля на Землю. Все это требовало решения огромного числа научных и технических вопросов.

Советским ученым и инженерам впервые пришлось решать такие проблемы, как герметичность корабля в условиях космического вакуума, обеспечение радиационной защиты корабля, его управление, создание двухсторонней космической связи и телевидения, создание систем ориентации, тепловой защиты корабля при его спуске на Землю. Особенно сложной оказалась проблема возвращения корабля на Землю. Из многочисленных схем приземления наиболее оптимальной была

признана схема баллистического спуска. Необходимо было отработать и проверить в реальных условиях все этапы возвращения корабля на Землю, начиная с запуска в космических условиях тормозной двигательной установки, проверки работы командных устройств на запуск тормозного двигателя в точно назначенное время и кончая проверкой выбранной формы корабля, его тепловой защиты при вхождении в плотные слои атмосферы. Наряду с отработкой чисто конструктивных элементов корабля решался большой комплекс научных задач, главными из которых были медико-биологические исследования и изучение радиационной обстановки на высотах полета будущих кораблей.

Все космические корабли «Восток» совершали свой полет по орбитам, обеспечивающим возвращение корабля на Землю за счет аэродинамического сопротивления корабля в атмосфере Земли. Поэтому было чрезвычайно важно знать плотность атмосферы Земли на высотах 200—400 км, чтобы заранее рассчитать, когда корабль должен возвратиться на Землю, если тормозное устройство не сработает. Естественно, все системы жизнеобеспечения корабля конструировались с учетом этого факта.

Важно отметить, что все предыдущие наши космонавты имели возможность при возвра-



В президиуме пресс-конференции: В. М. Комаров, академик М. В. Келдыш, К. П. Феоктистов, Б. Б. Егоров, В. В. Николаева-Терешкова и А. Г. Николаев

Фото ТАСС

щении на Землю осуществить спуск в самом корабле или катапультироваться из корабля с парашютом.

12 апреля 1961 г. на орбиту был выведен корабль «Восток», пилотируемый первым в мире летчиком-космонавтом Юрием Алексеевичем Гагариным.

Продолжением подвига Ю. А. Гагарина явился суточный полет летчика-космонавта Г. С. Титова.

П. Р. Попович и А. Г. Николаев, а затем В. Ф. Быковский и В. В. Терешкова на космических кораблях «Восток» совершили первые в мире групповые полеты.

Для решения новых проблем космонавтики перед учеными и инженерами встала задача создания многоместного корабля.

12 октября 1964 г. на орбиту спутника Земли новой мощной ракетой-носителем был выведен многоместный космический корабль «Восход», пилотируемый командиром корабля инженер-полковником Владимиром Михайловичем Комаровым, членами экипажа научным сотрудником-космонавтом кандидатом технических наук Константином Петровичем Феоктистовым и врачом-космонавтом Борисом Борисовичем Егоровым.

Космический корабль «Восход» существенно отличается от серии кораблей-спутников «Восток». Впервые космонавты совершили полет без скафандров и без системы катапультирования. Для этого было необходимо обеспечить прежде всего герметичность ко-

рабля, ибо малейшее нарушение герметичности повлекло бы за собой гибель экипажа. Посадка корабля требовала надежности работы всех систем в момент приземления. Была также обеспечена возможность посадки корабля на воду и приняты все необходимые меры по его непотопляемости и остойчивости на воде. Для обеспечения надежности спуска корабля с орбиты была установлена вторая резервная тормозная двигательная установка.

Первый в мире коллективный полет космонавтов на космическом корабле «Восход» открывает новую страницу в истории космонавтики. Значение этого полета чрезвычайно велико. Впервые ученый и врач могли лично проводить наблюдения и научные измерения непосредственно на борту корабля. Особенно это будет важно при дальних космических полетах, скажем, к Луне и планетам.

Можно с уверенностью сказать, что астрономия переживет настоящую революцию, когда с космических кораблей астрономы направят свои телескопы в глубины Вселенной. Подлинное изучение планет солнечной системы практически невозможно без участия космонавтов-ученых.

Первый полет многоместного корабля «Восход» планировался на одни сутки, однако общий ресурс работы аппаратуры корабля значительно больше. За время полета В. М. Комаров, К. П. Феоктистов и Б. Б. Егоров успешно выполнили всю программу полета.

Общее управление кораблем возлагалось на командира экипажа летчика-космонавта В. М. Комарова, который с честью выполнил порученное ему задание. Очень интересны наблюдения К. П. Феоктистова, особенно по оптике верхних слоев атмосферы и полярным сияниям. Космонавт-врач Б. Б. Егоров получил важные данные о состоянии, самочувствии и различных реакциях членов экипажа во время полета. Он проводил ряд опытов по координации движения в условиях невесомости, брал у космонавтов кровь и выполнял ряд других исследований, которые явятся бесценным вкладом в дальнейшее развитие космической медицины.

13 октября 1964 г. в 10 час. 47 мин. многоместный космический корабль «Восход» совершил посадку на Землю. Корабль после приземления находится в отличном состоянии, а как себя чувствуют космонавты, мы видим сами: они живы, здоровы и находятся здесь, удостоенные за свой героический подвиг высокого звания Героев Советского Союза.

Их блестящий полет — это новый этап в освоении космического пространства, завоеванный нашим народом, нашей наукой и техникой. Это новая демонстрация бурного прогресса нашей страны, отдающей все свои силы делу мира, на благо всего человечества.

НАШ ПОЛЕТ — ПОЛЕТ ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ

В. М. Комаров

Летчик-космонавт, Герой Советского Союза, инженер-полковник

12 октября 1964 г. в Советском Союзе на орбиту спутника Земли новой мощной ракетой-носителем впервые в мире был выведен трехместный пилотируемый космический корабль «Восход».

Корабль стартовал в 10 час. 30 мин. по московскому времени и был выведен на орбиту, близкую к расчетной. Период обращения вокруг Земли составлял 90,1 мин., минимальное удаление от поверхности Земли (в перигее) составляло 178 км, максимальное (в апогее) — 409 км, угол наклонения плоскости орбиты к плоскости экватора — около 65°.

Корабль «Восход» облетел вокруг Земли 16 раз и после завершения заданной программы 13 октября 1964 г. в 10 час. 47 мин. благополучно совершил посадку в заданном районе.

Новый космический корабль является более совершенным, чем все предыдущие пилотируемые корабли, на которых поднимались в космос наши товарищи космонавты Юрий Гагарин, Герман Титов, Андриян Николаев, Павел Попович, Валерий Быковский и Валентина Николаева-Терешкова. Наш корабль-спутник «Восход» в сложных космических условиях показал свои отличные качества.

Программа подготовки к полету была

очень обширной и сложной. Для ее полного уяснения и выполнения потребовалось большая и напряженная работа всех кандидатов, отобранных для космического полета на корабле «Восход». Мы благодарны всем специалистам, инструкторам, которые непосредственно проводили с нами подготовку по всему комплексу задач. В успех полета вложена большая доля и их благородного труда.

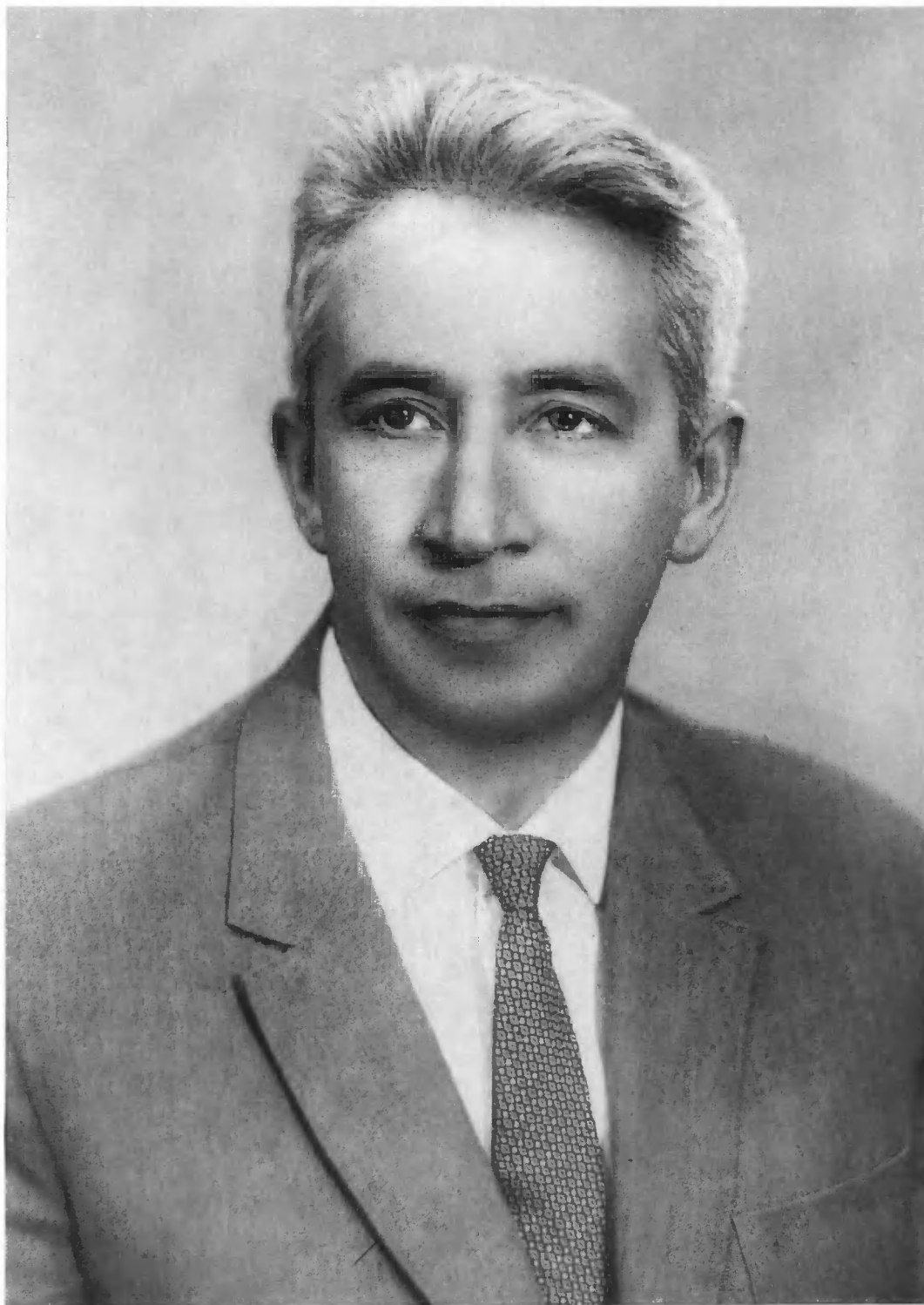
Программа исследований была рассчитана на одни сутки, и экипаж выполнил ее полностью.

Задачи, которые нам предстояло решать в этом космическом полете, требовали участия всех членов экипажа. Одному человеку их решить невозможно, как бы хорошо он ни был подготовлен. Это требовало, в свою очередь, не только одинакового понимания вопросов исследования всеми членами экипажа и их соответствующей подготовки, но и отличной слаженности в работе, понимания друг друга с полуслова и даже взаимозаменяемости. Наш экипаж в космосе был хотя и небольшим, но действительно дружным советским коллективом, гордым от сознания, что мы выполняем свою работу во имя мирных целей, на благо всего человечества.

Все члены экипажа творчески помогали друг другу в выполнении сложной и инте-



Летчик-космонавт, Герой Советского Союза, инженер-полковник
Владимир Михайлович КОМАРОВ



Научный сотрудник-космонавт, кандидат технических наук, Герой Советского Союза
Константин Петрович ФЕОКТИСТОВ



Врач-космонавт, Герой Советского Союза
Борис Борисович ЕГОРОВ



Герои космоса — В. М. КОМАРОВ, К. И. ФЕОКТИСТОВ, Б. Б. ЕГОРОВ после приземления



Торжественная встреча героического экипажа советского космического корабля-спутника «Восток» — В. М. Комарова, К. И. Феоктистова, Б. Б. Егорова. Москва, Ленинский проспект, 19 октября 1964 года

Фото ТАСС

ресной работы, предусмотренной программой нашего полета.

Конечно, все это пришло не сразу. Прежде чем сесть в кабину космического корабля «Восход», его экипаж много и упорно работал, учился, тренировался.

В программу подготовки членов экипажа были включены разнообразные разделы научно-теоретической и профессиональной подготовки космонавтов, а также вопросы специальной и физической тренировки. Каждый из нас совершил по несколько полетов на невесомость. Во время тренировок на стендах и специализированных тренажерах отрабатывались не только задачи каждого космонавта-специалиста, но также и элементы взаимодействия членов экипажа в полете. В заключение была проведена комплексная тренировка на учебном корабле по программе предстоящего полета в реальном масштабе времени.

В чем же состоят особенности и преимущества полета космического корабля «Восход» в сравнении с полетами космических кораблей «Восток»?

Как известно, все шесть кораблей «Восток» были одноместными. В соответствии с этим перед космонавтами ставились и вполне определенные задачи, рассчитанные на выполнение их одним человеком. Экипаж же «Восхода» состоял из трех человек, специалистов разных направлений. Это позволило не только резко расширить круг научных наблюдений и экспериментов, проводимых в космическом пространстве, но и поставить их на более высокой научной основе. Если во время полета кораблей «Восток» космонавту периодически приходилось прекращать всякую работу и часть времени тратить на сон в соответствии с физиологическими потребностями человеческого организма, то на корабле «Восход» постоянно работали два члена экипажа, в то время когда третий отдыхал. Поэтому работа в космосе не прекращалась ни на минуту, и сбор научной информации значительно возрос. При этом предусмотренный режим труда и отдыха обеспечивал максимальную работоспособность всех членов экипажа. Если на корабле «Восток» космонавт, наблюдая то или иное явление, воспринимал его по-своему, то на «Восходе» при наблюдении подобных явлений немедленно происходил обмен мнениями, который помогал оценить его более объективно. Так было, например, в случае наблюдения светящихся частиц через иллюминаторы корабля.

Как известно, полеты на космических

кораблях «Восток» производились в скафандрах, и, как правило, предусматривали приземление космонавта с парашютом вне корабля.

Мы впервые совершили свой полет без скафандров, что создало значительно лучшие возможности для работы в космическом корабле, предоставило больше удобств. Это стало возможным благодаря исключительно высокой степени надежности конструкции космического корабля «Восход», созданного замечательными руками наших рабочих, техников, инженеров и конструкторов.

И на Земле, и в полете мы ни на минуту не сомневались в надежности нашей советской космической техники.

На всем протяжении полета в кабине поддерживалась нормальная температура, предусмотренные гигиеническими требованиями состав воздуха и его давление, нормально работала связь, было создано хорошее освещение, которое можно было регулировать.

Система мягкой посадки корабля работала отлично. Такая посадка многоместного корабля с экипажем на борту имеет свои преимущества и полностью себя оправдывает.

Полет многоместного космического корабля «Восход» завершен.

И нам, непосредственным его исполнителям, хочется здесь, на пресс-конференции, высказать представителям печати всего мира слова гордости и благодарности создателям новой мощной ракеты-носителя и чудесного корабля «Восход», нашим ученым, конструкторам, рабочим, техникам и инженерам — мастерам высшего класса точности. Спасибо вам, друзья!

Создание нового типа космического корабля «Восход», как в фокусе сконцентрировало отражение успехов нашего советского народа, нашего социалистического строя, нашей родной Коммунистической партии.

Первая в мире космическая летающая лаборатория завершила свой многочасовой полет.

Наш полет — полет исследователей, конечной целью которых является освоение космического пространства на благо всего человечества.

В программе нашего полета не было ни одного пункта, решение которого могло бы быть использовано в целях войны, в целях, направленных против человека, культуры, цивилизации.

И я горд тем, что выполнил задание Советского правительства, моей Коммунистической партии вместе со своими друзьями

беспартийным товарищем Феоктистовым и комсомольцем Егоровым.

Пусть поднимаются десятки, тысячи мирных ракет с исследователями космоса, пионерами, прокладывающими неизведанные трассы в космический мир.

И пусть ни одна ракета не поднимется с целями развязывания войны.

Наш экипаж после полета чувствует себя отлично. Мы готовы к выполнению любого задания по дальнейшему освоению космического пространства.

В КОСМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ

К. П. Феоктистов

Научный сотрудник-космонавт, кандидат технических наук, Герой Советского Союза

Мне выпала честь и счастье участвовать в первом полете многоместного космического корабля «Восход» в качестве научного сотрудника. По-моему, этот полет знаменует собой начало нового этапа в развитии космической техники, новый этап в космических исследованиях, поскольку на многоместных кораблях появляется возможность вести комплексные физико-технические и медико-биологические исследования. Причем присутствие на борту корабля нескольких человек дает возможность получения более объективных данных.

Корабль «Восход» является новым важным шагом в развитии «космического кораблестроения». Он — результат упорного труда советских инженеров, ученых, конструкторов, техников, рабочих, экспериментаторов и испытателей. При его создании использовались последние достижения электроники, механики, физики, аэродинамики, ракетной техники, медицины и других смежных отраслей науки и техники.

Корабль «Восход» существенно отличается от корабля «Восток»: новая трехместная кабина корабля, новое приборное оборудование, ряд принципиально новых систем.

Для перевода корабля с орбиты спутника Земли на траекторию спуска на нем установлены две тормозные ракетные двигательные установки: основная и резервная. Это позволило с большей уверенностью перейти к более высокой орбите.

На корабле «Восход», помимо использовавшихся ранее систем ориентации и управления, была установлена новая система ориентации корабля в орбитальных полетах, использующая ионные построители направления вектора скорости корабля. Эта система была успешно опробована в полете.

Как вы уже знаете из газет, на корабле «Восход» была установлена система мягкой посадки, обеспечившая, можно сказать, идеальные условия приземления.

На корабле была использована новая телевизионная система, которая обеспечивала не только передачу на Землю «репортажа» из кабины корабля, но и передачу на Землю картины, наблюдаемой с борта корабля. Эта же телевизионная система использовалась экипажем для наблюдений окружающего пространства со стороны приборного отсека и тормозной двигательной установки, т. е. с той стороны, с которой нельзя «прорезать» обычный иллюминатор. Таким образом эта система являлась как бы дополнительным иллюминатором корабля.

Надо сказать, что прошедший полет показал высокие качества корабля «Восход» и новой ракеты-носителя.

Во все время полета: на участке выведения, в орбитальном полете, при спуске и приземлении все системы, аппаратура, двигатели и другое оборудование ракеты-носителя и космического корабля, весь комплекс наземных станций работал четко, надежно, без сбоев.

В полете проводился ряд исследований.

Наблюдения горизонта производились для получения данных о четкости границы горизонта, для выбора опорного слоя в оптическом диапазоне, для целей навигации и ориентации в орбитальных и межпланетных полетах, когда придется использовать «Землю» как «опорное» небесное тело при производстве астронавигационных измерений и для ориентации космических кораблей и автоматических космических аппаратов. Сейчас я расскажу только о некоторых предварительных результатах этих исследований, так как для окончательных суждений необходимо

проявить и обработать фотопленки со снимками горизонта. Возможно, потребуется проведение дополнительных исследований.

Как правило, на дневной стороне Земли наблюдается горизонт как граница атмосферы и Земли и «слой» голубого ореола с четкой верхней границей. Высота этого слоя ориентировочно составляет 15 угловых минут. Мне верхняя граница этого ореола представлялась более четкой, чем видимая граница между Землей и атмосферой.

После захода корабля в тень Земли удавалось наблюдать слой яркости на высоте 60—100 км над границей между Землей и атмосферой. Этот слой хорошо наблюдается непосредственно под Луной, и постепенно яркость его падает по мере удаления района наблюдения от направления на Луну. Между слоем и поверхностью Земли хорошо видны звезды, хотя их яркость и заметно меньше под слоем. Яркость слоя близка к яркости, наблюдаемой на горизонте поверхности Земли, освещенной Луной. Интересны наблюдения горизонта перед выходом корабля из тени Земли.

Задолго до выхода из тени можно наблюдать, как бледнеет верхний слой яркости (о котором я говорил ранее), над горизонтом появляется голубой ореол, постепенно бледнеющий и без резкой разницы переходящий в черный цвет пространства. Высота этого ореола в несколько раз больше, чем на дневной стороне. Постепенно ореол становится все ярче. Наконец внизу на границе Земли и атмосферы он становится красноватым; этот нижний слой становится все ярче, и вдруг над горизонтом появляется сначала яркая красноватая черточка, быстро превращающаяся в сильно вытянутый овал, и затем над горизонтом появляется часть диска Солнца, затем показывается весь диск, и через мгновение яркий солнечный свет заливал всю кабину. Это необычайно красочное зрелище.

Наибольшее впечатление на всех нас произвело полярное сияние, которое удалось нам наблюдать в районе Антарктиды за несколько минут перед выходом из тени. Картина была такая: горизонт, затем темное небо, затем верхний слой яркости, подсвеченный Луной, и над ним — лучи, перпендикулярные горизонту, высотой в 6—8° с интервалами порядка 2°. По горизонту полярное сияние занимало все видимое поле зрения.

Наблюдение звездного неба производилось с целью проверки возможности и удобства ориентировки по звездному небу при

данной конструкции кабины корабля и иллюминаторов, оценки возможности и удобства астронавигационных измерений с помощью секстанта.

Оказалось возможным производить измерения высот звезд над видимым горизонтом. Это означает, что в будущих полетах космических кораблей, особенно в межпланетных полетах, можно будет производить автономные с борта корабля определения положения корабля, производить расчеты траектории его движения и необходимых поправок.

Интерес представляет эксперимент по исследованию поведения жидкости в условиях невесомости.

Нам удалось наблюдать светящиеся частицы в иллюминаторы корабля. Обычно это бывало, когда направление наблюдения было перпендикулярно солнечным лучам. У всех нас было четкое ощущение небольшого расстояния до этих частиц — порядка метров. Мне кажется, что это пылинки, отделившиеся от корабля и освещенные Солнцем.

Несколько слов о полете.

Когда смотришь со стороны на старт ракеты-носителя, он производит необыкновенное впечатление: гул ракетных двигателей, ослепляющее пламя их факелов, сама ракета, уходящая в небо, постепенно превращающаяся в яркую точку, затем исчезающую в бесконечности. Это грандиозная и красочная картина.

Однако в кабине корабля все это воспринимается несколько проще. Если не говорить о радости, связанной с осуществлением полета («наконец-то полетел!»), то все происходит даже несколько буднично:

— мягкий отрыв от земли,

— шум не слишком сильный (сравним с шумом в кабине современного реактивного лайнера),

— вибрации не слишком большие; низкие частоты в основном только в районе трансзвука;

— легкое покачивание ракеты, напоминающее покачивание поезда в пути,

— легкопереносящиеся перегрузки. К концу работы каждой ступени они, естественно, увеличиваются и соответственно в начале работы каждой ступени падают почти до обычного уровня. В общем участок полета на ракете переносится легко.

Спуск и приземление у нас прошли очень хорошо. После того, как сработала тормозная двигательная установка, в соответствии со штатной схемой полета произошло разделение спускаемого аппарата и приборного

отсека. Мы долго наблюдали в иллюминаторы приборный отсек, который после разделения, естественно, летел рядом. По мере снижения в плотные слои атмосферы в иллюминаторы стало заметно свечение пограничного слоя. Черное небо исчезло, за иллюминаторами была видна красно-оранжевая пелена, лишь через иллюминатор, обращенный к Земле, еще можно было видеть покрытую облаками Землю. Скоро и эту картину уже нельзя было наблюдать — яркость пограничного слоя была выше. Для многих из вас, наверное, не секрет, что температура газа в пограничном слое вокруг аппарата, возвращающегося из космоса в атмосферу, достигает величин порядка 10 000°.

Постепенно росли перегрузки. Однако эти перегрузки мы перенесли хорошо.

После того, как скорость корабля была в основном погашена за счет торможения в атмосфере, на высоте 5 км при скорости около 220 м/сек была введена в действие парашютная система. На парашютной системе аппарат продолжал снижение. Перед самой поверхностью Земли была введена в действие новая система посадки, которая обеспечила приземление корабля с практической нулевой скоростью.

Вы, конечно, понимаете, что этот полет доставил мне много радости и удовлетворения. Участвовать в космическом полете — это большая честь для любого человека. Мне хочется воспользоваться случаем и еще раз поблагодарить нашу Коммунистическую партию и Советское правительство за то высокое доверие, которое было мне оказано.

ЗАМЕЧАТЕЛЬНЫЙ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ

Б. Б. Егоров

Врач-космонавт, Герой Советского Союза

Я рад, что оказался участником чрезвычайно интересного медико-биологического эксперимента на космическом корабле «Восход», и готов поделиться с вами пока только самыми предварительными результатами проведенных исследований и своими непосредственными впечатлениями об орбитальном полете на многоместном космическом корабле.

Увеличение экипажа до трех человек и введение в его состав врача-исследователя открыли принципиально новые возможности для изучения ряда проблем космической биологии и медицины.

Я бесконечно благодарен всем, кто своим энтузиазмом и трудом способствовал созданию космической лаборатории «Восход» и обеспечил этот замечательный звездный рейс. Я благодарю своих товарищей по полету за их помощь и участие в проведении медико-биологических исследований на борту космического корабля.

Задачами медико-биологических исследований на корабле «Восход» являлись:

1. Изучение функционального состояния центральной нервной системы и работоспособности членов экипажа на различных этапах космического полета.

2. Изучение влияния комплекса факторов космического полета на функциональное состояние сердечно-сосудистой системы и системы крови.

3. Исследование внешнего дыхания, газообмена и энерготрат в условиях невесомости.

4. Исследование функционального состояния анализаторов в условиях невесомости.

5. Оценка эффективности систем жизнеобеспечения и средств приземления.

Для выполнения этих задач использовалась дистанционная регистрация физиологических параметров при помощи телеметрических систем. Кроме того, в руках врача-космонавта была аппаратура и другие средства для проведения непосредственных исследований и измерений.

По телеметрическим системам у каждого космонавта регистрировались: электрокардиограмма в одном грудном отведении; дыхательные движения грудной клетки; сейсмокардиограмма (колебания грудной клетки, вызванные сердечными сокращениями).

Руководствуясь заранее подготовленной программой, а также в зависимости от сложившейся обстановки, я имел возможность регистрировать у себя или у своих товари-

щей биотоки головного мозга, электрические потенциалы, возникающие при произвольных и непроизвольных движениях глаз, параметры, характеризующие координацию движений при вычерчивании фигур в письме, а также кривую, характеризующую мышечную работоспособность при выполнении ритмических движений кисти руки.

Кроме того, частота пульса и дыхания космонавтов непрерывно в течение всего полета передавались при помощи коротковолнового передатчика «Сигнал» на наземные приемные станции.

Помимо проведения медико-биологических исследований, в мои обязанности входило также оказание (в случае необходимости) медицинской помощи членам экипажа, а также контроль над работой систем жизненного обеспечения на борту корабля.

Чтобы не возвращаться больше к этому вопросу, скажу, что медицинской помощи космонавтам мне оказывать не пришлось, поэтому прямые обязанности бортового врача я фактически не выполнял, хотя получил довольно ясное представление о возможностях, которыми располагает врач космического корабля.

Что же касается работы систем жизненного обеспечения, то следует отметить их высокую надежность в течение всего полета. В кабине поддерживались гигиенические условия, близкие к оптимальным. Давление воздуха соответствовало атмосферному, концентрация кислорода и углекислого газа была нормальной, влажность колебалась в диапазоне от 45 до 60% при температуре воздуха 18—21° С. Посторонних запахов в кабине не отмечалось, воздух вызывал ощущение свежести. Искусственная вентиляция кабины позволяла космонавтам находиться в кабине в легких шерстяных костюмах спортивного типа.

Бортовое питание, как это уже сообщалось в печати, состояло из разнообразных пищевых продуктов, упакованных в пакеты из вискотена.

Вкусовые качества рациона как при наземных испытаниях, так и во время полета оценивались всеми членами экипажа положительно. Аппетит космонавтов во время полета не был нарушен.

Положительной оценки заслуживает также конструкция кресел с ложементами, смоделированными по телу космонавтов. Углы наклона элементов кресла обеспечивали оптимальное положение космонавтов по от-

ношению к вектору перегрузок как на участке выведения корабля на орбиту, так и на участке спуска и приземления.

Момент перехода к невесомости не вызвал каких-либо неприятных ощущений. Все мы обнаружили, что находимся в невесомости, главным образом по необычной картине плавания различных предметов в воздухе кабины. Тщательно анализируя свои ощущения, Феоктистов и я обнаружили, что при закрытых глазах появляется иллюзия перевернутого положения тела. Мне казалось, что я нахожусь лицом вниз.

Работоспособность у всех нас во время полета была высокой. Тонкие координированные движения выполнялись без затруднений, почерк не претерпел значительных изменений. Более подробный анализ двигательной функции будет сделан после изучения данных телеметрии, однако уже сейчас следует отметить, что в условиях невесомости возможно спешное выполнение работы, связанной с применением самой разнообразной научной аппаратуры.

Программа экспериментальных исследований в полете была настолько насыщена, а время столь ограничено, что приходилось экономить на отдыхе. Мы спали по очереди по 3—5 часов. Сон был глубоким, без сновидений. После сна мы чувствовали себя отдохнувшими.

Тщательное послеполетное обследование, которому мы подверглись после приземления, не выявило каких-либо расстройств в состоянии нашего здоровья.

Были обнаружены некоторые сдвиги в морфологической картине крови, в водносолевом обмене и т. д. Однако эти сдвиги имели преходящий и, по-видимому, не специфический характер, свидетельствуя о некотором общем утомлении и реакции напряжения, вызванной комплексом физических и психологических факторов полета.

Физиологические параметры, зарегистрированные при помощи телеметрических систем, в настоящее время обрабатываются, анализы забранных в полете проб крови и выдыхаемого воздуха еще не завершены. И, естественно, весь материал в целом еще не подвергнут обработке и анализу, поэтому я воздержался бы в настоящее время от обобщений и выводов. После завершения обработки всего экспериментального материала будет опубликован подробный отчет, который по-видимому, представит интерес для широкого круга лиц, интересующихся проблемами космических полетов.

ПО ВОЛЕ ЧЕЛОВЕКА

«ЦЕПНЫЕ» РЕАКЦИИ В ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ СРЕДЕ И ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ПРИРОДЫ

И. Ю. Долгушин

Кандидат географических наук
Институт географии АН СССР (Москва)

Хорошо известно, какие выгоды получает человек от преобразования природы. Естественно поэтому, что на сооружение оросительных каналов, водохранилищ, на осушение болот, восстановление лесов только в нашей стране расходуется сотни миллионов рублей. И это неудивительно: ведь основная часть таких работ совершается руками человека. Между тем известно, что в окружающей нас географической среде вовлекается в действие колоссальная энергия, производится огромная работа, часто непосильная человеку. Логично поставить вопрос: а нельзя ли использовать эту даровую энергию для активного, направленного изменения природы в нужную сторону? Иначе говоря, не может ли сама природа помочь человеку в деле ее собственного улучшения?

ОСНОВА РАЗВИТИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ СРЕДЫ

К помощи природы человек стал обращаться с первых дней своего существования. Сначала он довольствовался плодами и мясом животных, солнечным теплом, естественными укрытиями. Затем начинается освоение энергии. На первых порах на человека «работают» главным образом сила тяжести, сила течения воды, сила ветра. Позднее все более характерным становится использование энергии различных биологических и физико-химических процессов, которые человек учится уже вызывать искусственно. Большую часть их можно назвать «цепными реакциями». Вот несколько примеров. Посаженное в землю зерно пшеницы дает начало сложному биохимическому процессу, самостоятельно идущему при участии тепла, света, влаги и некоторых химических элементов. Совершается «работа», в результате которой человек получает вместо одного зерна — двадцать или тридцать. Чтобы испечь хлеб, зажигают дрова. Происходит типичная физико-химическая реакция, сопровождаемая выделением тепловой энергии. Последние десятилетия проходят под знаменем освоения ядерных реакций, сулящих человечеству особенно большой выигрыш в производстве энергии. «Цепные» реакции, проявляющиеся в форме непрерывного и многостороннего влияния одних элементов ландшафта

на другие, составляют основу развития окружающей нас географической среды. Важнейшие источники энергии для этих реакций — солнечная радиация, силы лунного и солнечного притяжения и энергия, выделяемая при радиоактивных процессах в недрах Земли.

Следовательно, чтобы иметь возможность наиболее просто и экономно перестраивать и улучшать окружающую нас природу, мы опять-таки должны научиться управлять процессами, на этот раз в географической среде — сложном комплексе атмосферы, литогенной основы, поверхностных и грунтовых вод, почвы, растительности, животного мира и т. д. Именно в этом и состоит задача, решение которой открыло бы нам доступ к «пульту» регулирования энергией природных процессов, происходящих стихийно и нередко вопреки нашим интересам.

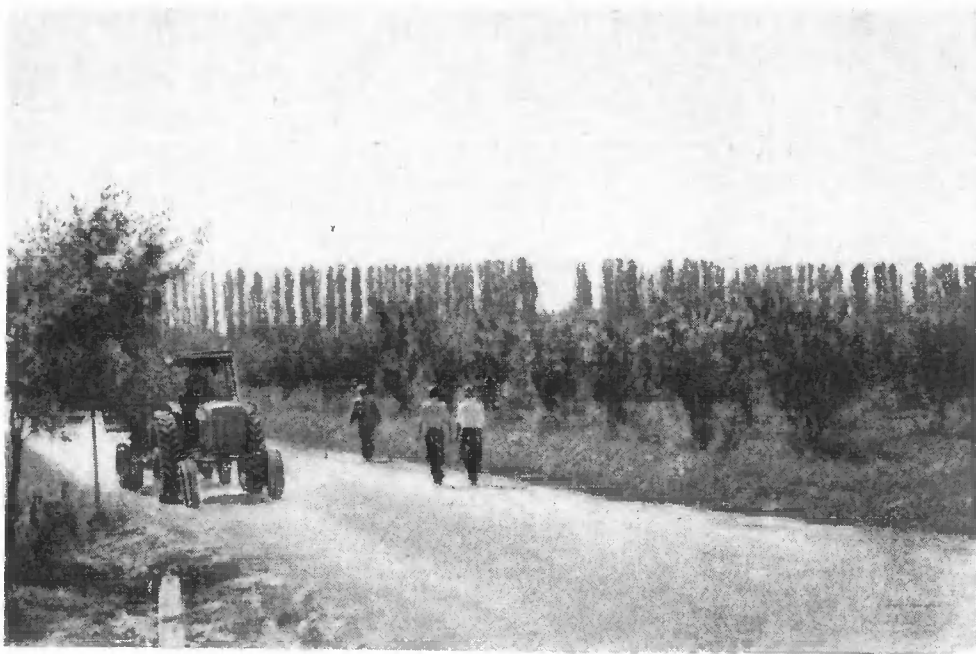
Вопрос об «улучшении» природы при ее же помощи несомненно возникал и раньше. И кое-что в этом направлении уже сделано — чаще всего на основе длительных наблюдений, передаваемых из поколения в поколение. Так, например, земледельцы в степи и лесостепи издавна оценили значение древесно-кустарниковых насаждений. Стоило вырастить по окраинам полей и огородов «живые изгороди», как урожаи ста-

новились устойчивыми и обильными. Механизм связи этих явлений теперь достаточно ясен. Вблизи лесных полос умеряется скорость ветра, это ведет к более равномерному накоплению и замедленному таянию снега, увеличивает влажность почвы, уменьшает ее иссушение в летнее время. Процессы роста оврагов и выдувание почвы замедляются или затухают. Птицы, поселившись на деревьях, начинают уничтожать насекомых — вредителей сельского хозяйства. Все это, меняя природные условия вблизи посадок леса, вызывает повышение урожаев на прилегающих полях.

К еще более разительным переменам в ландшафте приводит орошение в засушливых районах, практикуемое многие тысячелетия.

Кроме таких известных приемов воздействия на природу, существуют и чисто местные, также весьма эффективные. Агроном К. А. Левин еще в дореволюционное время описал интересный случай. Виноградари, желая освоить полосу низкого морского берега у Анапской бухты, разбросали по нему обрезки виноградной лозы. Этого оказалось достаточно, чтобы ветер намел около них небольшие песчаные дюны. И вот площади, раньше бесплодные из-за морской грунтовой воды, стоявшей на глубине 40—50 см, сделались с увеличением мощности песчаного слоя пригодными для культуры винограда и, вместе с тем, в песках вода оказалась уже не соленая, а пресная. Последнее, как было установлено К. А. Левиным, объяснялось тем, что пески, накопившись, стали активно конденсировать влагу из воздуха и сохранять ее в виде особого слоя над горизонтом соленых грунтовых вод морского происхождения.

Все это — примеры самоусиливающихся процессов, возникающих в природе под действием первоначального, нередко небольшого толчка, вызываемого человеком. В ходе этих реакций совершается «работа», объем которой значительно превышает затраченный

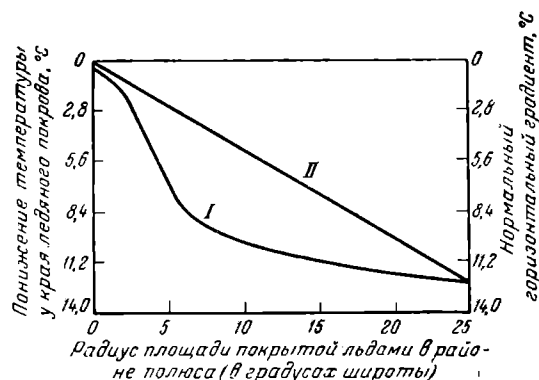


Под защитой лесных полос, среди сухих, выжженных солнцем степей Восточного Предкавказья (Грозненская область) успешно растут фруктовые сады, бахчи и виноградники, дающие обильные урожаи

Фото И. Долгушина

человеком труд на возбуждение реакции.

Однако пути мелиорации природы при ее помощи в практике до сих пор занимают очень скромное место. Впрочем, это понятно. Управление природными процессами — дело сложное, требующее глубокого понимания их физико-географической сущности. Такого понимания еще недавно не было, по многим вопросам его нет и сейчас. И, тем не менее, за последнее время положение заметно изменилось. Несомненные успехи достигнуты в деле изучения типологии ландшафтов и их естественного развития, намечился определенный переход от анализа географической среды к попыткам ее активного изменения. Большое внимание уделяется сейчас научно-теоретическим вопросам преобразования природы. И все чаще высказывается мысль, что в развитии ландшафта «малые причины» вызывают «большие следствия», что воздействие на географическую среду может быть особенно эффективно при помощи так называемого рычага (С. В. Калесник, 1950; Е. К. Федоров, 1958). Все это дает основание считать, что разработка методики мелиорации природы путем управления процессами ее саморазвития — в настоящее время несомненно назрела.



Ход понижения температуры у края ледяного покрова, развивающегося в результате самоохлаждения под действием первоначального спада температуры на $0,3^{\circ}\text{C}$ ниже точки замерзания воды (по Ч. Бруксу, 1952). *I* — кривая понижения температуры у края ледяного покрова; *II* — кривая нормального изменения температуры по мере удаления от полюса

ДВИЖУЩАЯ СИЛА РЕАКЦИИ

Известно, что в основе всех цепных реакций лежит свойство индукции, т. е. способность возбуждать, вызывать дальнейший ход процесса. В тех случаях, когда при этом происходят главным образом количественные, а не качественные изменения, обычно говорят о самовозбуждении или самоиндукции. Начало индукционному процессу дает импульс, вызываемый индуктором (возбудителем).

Явления, происходящие в географической среде, также начинаются с действия индуктора. Он дает «толчок» элементам ландшафта, что вызывает нарушение их относительного равновесия. Далее процесс идет благодаря силам индукции, получающим развитие в новых условиях. Окончание реакции чаще всего бывает связано с восстановлением некоторого относительного равновесия между элементами среды, но уже при иной их комбинации и изменившемся механизме взаимодействия.

Каков, например, механизм выпадения дождя из облака? В силу одной из причин (струя относительно холодного воздуха среди конвективных потоков, повышенное количество ядер конденсации в каком-нибудь участке облака и т. д.) в нем возникает очаг, в котором мельчайшие капли, составляющие облако, начинают увеличиваться в весе и снижаться. Снижаясь, они вызывают гравитационное объединение рядом расположен-

ных капель, которые, в свою очередь, воздействуют на соседние. Начавшись, этот процесс, принимающий характер «цепной» реакции, как правило, быстро охватывает все облако. Одновременно происходит и другое, очень важное с точки зрения индукции, явление. Во время дождя облако не просто тратит имеющуюся в нем влагу, а действует, как генератор, перерабатывая поступающий в него из окружающей среды водяной пар в капли, достаточно крупные, чтобы выпадать на землю. В результате облако дает осадки в количестве, значительно превышающем его влагосодержание (Е. Ф. Мамина, Е. К. Федоров, 1957).

Для многих районов северной части Союза характерно заболачивание. Непосредственным толчком, его вызывающим, чаще всего бывает избыточность атмосферных осадков на протяжении одного-двух лет при температурах воздуха ниже нормы. Оглеение¹, происходящее в понижениях рельефа, ухудшает водопроницаемость и тем самым способствует дополнительному увлажнению почвы, что в свою очередь усиливает и делает устойчивым оглеение. Увеличивается анаэробность почв, количество в них гуминовых кислот. Леса начинают гибнуть, их заменяют мхи, резко сокращается транспирация влаги. Рост мощности торфяного горизонта вызывает постепенное поднятие уровня грунтовых вод. Процесс заболачивания испытывает, таким образом, саморазвитие, захватывая с течением времени все новые и новые площади.

Очень ярко самоиндукция проявляется в процессах, связанных с расширением или сокращением площадей, занятых льдом и снегом. Известно, что чем больше площадь горного ледника, тем интенсивней добавочное местное понижение температуры и благоприятней условия для дополнительной аккумуляции снега и льда (К. К. Марков, 1948). Иначе говоря, при известных обстоятельствах ледник сам может активно способствовать своему росту.

Становится все более очевидно, что явления индукции могут определять и климатические изменения, происходящие на Земле. Весьма интересны в этом отношении работы английского ученого Ч. Брукса (1952). Этот исследователь одним из первых

¹ Процесс химического восстановления минеральной части почвы или горных пород более глубоких горизонтов, пересыщенных водой.

установил, что для возникновения ледниковой эпохи совсем не обязательны были особые события, вызвавшие сильное охлаждение земной поверхности. Его расчеты показали, что в случаях, если температура поверхностных вод в Полярном бассейне в зимнее время приближается к точке заморозания (а такие условия, несомненно, существовали), то требовалось понижение температуры всего лишь на $0^{\circ},28$, чтобы образовался и начал все более разрастаться ледяной покров, со временем понизивший температуру воздуха над льдом до -28° . Растекаясь к кромке льда, этот холодный воздух охлаждал окружающую воду и замораживал ее. В связи с тем, что площадь ледяного покрова росла относительно быстрее, чем его радиус, процесс роста льда приобретал характер цепной реакции.

«Атмосфера и гидросфера столь обширны,— пишет Ч. Брукс,— что подобные с а м о у с и л и в а ю щ и е с я (разрядка наша — И. Д.) процессы свободно могут протекать на протяжении ряда десятилетий. Возможно, что большая часть временных климатических изменений возникает подобным образом.»¹

КТО ДАЕТ «ТОЛЧОК»?

Во всех описанных нами случаях толчок, вызывающий цепную реакцию, происходил под действием стихийных сил природы. Но толчок ведь может исходить и от человека!

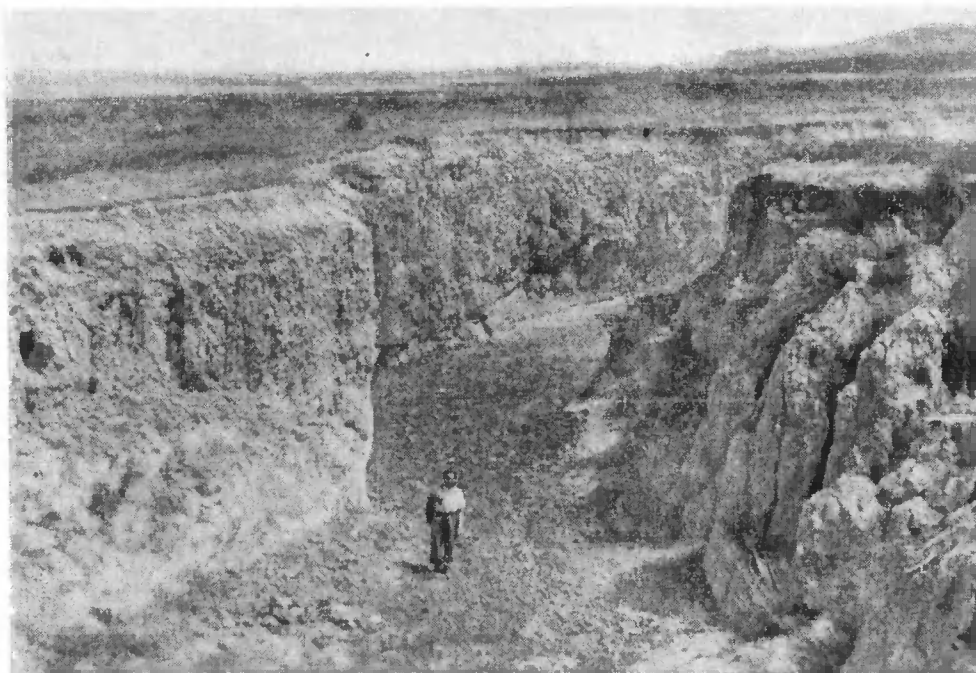
Рассмотрим несколько фактов. Одни из них (положительные) обычно являются следствием научных поисков или народного опыта, другие (отрицательные) — чаще всего бывают результатом бесхозяйственного отношения человека к природе.

Вода. Летом 1954 г. в Одесской области был поставлен следующий опыт. В почву, на глубину 60 см, ввели 5 л воды. Через 12 час. воды в земле около скважины оказалось уже 20 л, а через двое суток—

в несколько раз больше (Н. Д. Холин, Г. Л. Шендриков, 1958). Что же произошло? Вода, введенная в нагретую солнцем почву, смогла ее частицы и охладила их. Появился очаг интенсивной конденсации водяного пара, легко поступающего в грунт по небольшой искусственной скважине. Введенная вода оказалась тем стимулятором, который вызвал уже самостоятельный, быстро развивающийся процесс дальнейшего накопления влаги. Метод подобного орошения почвы из «воздуха» при помощи гидробура, фактически основанный на использовании явления самоиндукции, в последние годы уверенно входит в практику сельского хозяйства южных областей нашей страны и получает все большую популярность.

Для защиты сельскохозяйственных угодий от града во многих странах (в СССР, Италии, Франции и др.) уже успешно применяются специальные ракеты, вводящие в облака гигроскопические или иные вещества, возбуждающие процесс выпадения осадков в виде дождя¹.

¹ Для выделения дождя из облака объемом в 1 км^3 и содержащего от 100 до 1000 т влаги, требуется всего несколько килограммов гигроскопических веществ (Е. К. Федоров, 1958).



Овраг, выросший на месте канавы для сброса поливных вод с орошаемого поля (Приволжская возвышенность)

Фото Е. Лисичек

¹ Ч. Брукс. Климаты прошлого, 1952, стр. 31.



Поляна в зоне подтопления Рыбинского водохранилища, испытывающая ныне интенсивный процесс заболачивания

Фото И. Долгушина

Рельеф. Хорошо известно, что толчком для образования оврагов во многих районах служит создание борозд, канав. При возникновении линейной эрозии рельеф сам собой начинает подвергаться значительной перестройке в сторону прогрессирующего развития оврагов.

Вместе с тем на многих болотах (как низинных, так и верховых) достаточно бывает соорудить небольшой бугорок (высотой в 10—15 см), чтобы он начал постепенно увеличиваться в размерах. Объясняется это тем, что в условиях сильного избыточного увлажнения, характерного для болот, в пределах даже небольших повышений субстрата обычно создаются более благоприятные условия для роста растительности. Она раньше освобождается от снега и поллой воды, начинает быстрее вегетировать, получает больше тепла и света, корневая система ее лучше снабжается кислородом. Все это приводит к усиленному накоплению здесь органического вещества, а на большинстве низинных болот, кроме того, к регулярному отложению в гуще растительности мелкозе-

мистого наилка. В результате маленькие искусственные бугорки на болоте превращаются в холмики-кочки, которые со временем в ряде случаев образуют гряды.

Почва. Опыты показали, что светло-серые почвы таежной и лесотундровой зоны, бедные органическими веществами, при искусственном затемнении их поверхности сажей начинают прогреваться значительно сильнее и глубже. Одновременно улучшается микроклимат над их поверхностью. В результате условия роста и развития растительности на этих почвах становятся более благоприятными и в их верхнем горизонте накапливаются гумусовые вещества (П. Г. Адерихин, 1952). А это приводит уже к естественной окраске почв в темный цвет.

Подобным же образом временное искусственное увлажнение некоторых типов почв, вызывающее их оглеение (и, как следствие, образование водоупорного горизонта) в ряде случаев способствует их естественному постоянному увлажнению — заболачиванию.

Растительность. Подобно тому как посадки деревьев и кустарников в степи и лесостепи благотворно влияют на окружающую природу, при несколько ином механизме взаимодействия это наблюдается и в лесотундре, а в ряде случаев и в лесной зоне (В. В. Крючков, 1962).

Сокращение площади леса нередко вызывает процесс уменьшения общей массы растительности. Известны факты, когда даже выборочная вырубка деревьев на грунтах с высоко стоящими грунтовыми водами приводила к гибели целых лесных массивов. Сокращение мощности биологического насоса, которым служит лес, вызывает заболачивание почвы, ее оглеение и оторфовывание, а это становится препятствием для осуществления и последующего восстановления большинства видов древесных пород.

Не следует, однако, забывать, что самоиндукция — лишь частный случай проявления индукции. В большинстве же цепных реакций результатом действия индуктора бывают, прежде всего, многосторонние качественные, а не только количественные, изменения.

Что, например, происходит иногда при развитии оврага, растущего на склоне из небольшой борозды? Все более углубляясь и разветвляясь, овраг снижает уровень грунтовых вод на прилегающем пространстве.

Это влияет на характер растительности, например, в сторону ее остепнения. Изме-

нение растительности и условий увлажнения сказывается на направлении почвенных процессов. Лишенные дернового покрова склоны оврага, испытывая иссушение, начинают подвергаться выдуванию. Все вместе определяет изменения в животном мире, который в свою очередь может влиять на характер просачивания влаги в почву (через ходы червей), способствовать денудации¹ склонов оврага (благодаря норам роющих животных) и т. д. Такого рода связи между компонентами ландшафта наиболее типичны.

МЕХАНИЗМ ИНДУКЦИИ

Каковы же задачи физико-географической науки в разработке основ методики индукционных преобразований природы при помощи «толчка» или «рычага»?

Прежде всего необходимо уяснить сущность природных процессов, установить механизм их внутренних связей и взаимовлияний. Тогда появится возможность выяснить, чего можно достигнуть, воздействуя на ландшафт наиболее экономным путем, правильно прогнозировать искусственные изменения ландшафта и, наконец, выбрать тот элемент среды («рычаг»), воздействие на который наиболее эффективно перестроит остальные элементы природы в нужном направлении.

Исследование механизма индукции должно проводиться под разными углами зрения. Следует выявить характер и количество компонентов, участвующих в индуктивном процессе, определить темпы развития процесса (общую длительность и структуру его распределения во времени), характер развития индукции в пространстве и т. д.

В изучении взаимосвязей между элементами природной среды намечаются три главных пути. Первый из них — фиксация и анализ явлений, протекающих в обычных, наиболее характерных современных условиях. Второй путь — исследование аномальных процессов, развивающихся лишь иногда, при особых обстоятельствах. Пояс-

ним это на примере. В 1925 г. теплое противотечение Эль-Ниньо, проходящее вдоль Тихоокеанского побережья Южной Америки, проникло несколько южнее, чем обычно. И этого оказалось достаточно, чтобы последовал ряд совершенно неожиданных и катастрофических явлений. В засушливой, пустынной полосе берега (шириной около 100 миль) начались сильнейшие дожди, вызвавшие наводнение, эрозию почвы и разрушение городов. Голые, безжизненные холмы покрылись растительностью. Количество планктона в морской воде резко упало, рыба ушла от берегов или погибла, у птиц началась повальная чума. Появилось огромное количество мух и комаров, вспыхнула малярия, резко увеличилась смертность населения. Естественно, что анализ такого рода аномальных явлений может быть очень полезным.

Третий путь выявления взаимосвязи природных процессов — изучение палеогеографических данных, позволяющих составить представление о развитии географической среды иногда за очень большой интервал времени.

ЧТО ИСПОЛЬЗОВАТЬ В КАЧЕСТВЕ «РЫЧАГА»?

Как же выявить наиболее активные и в то же время поддающиеся управлению элементы ландшафта?

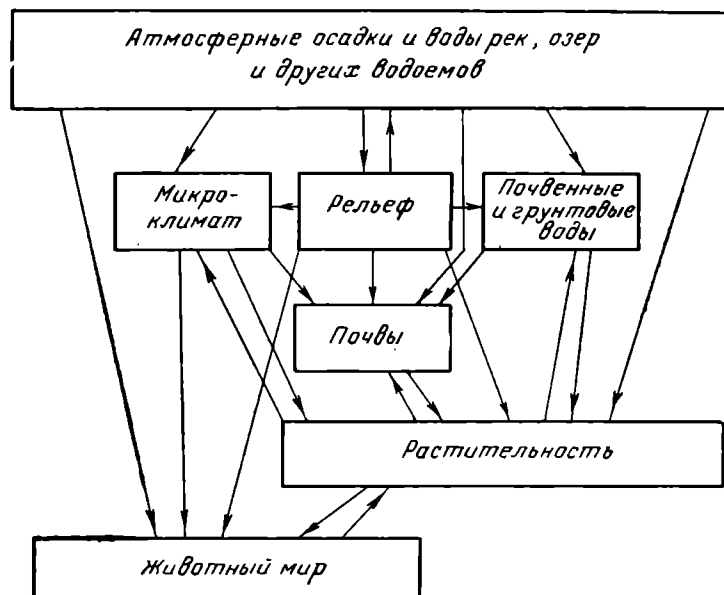
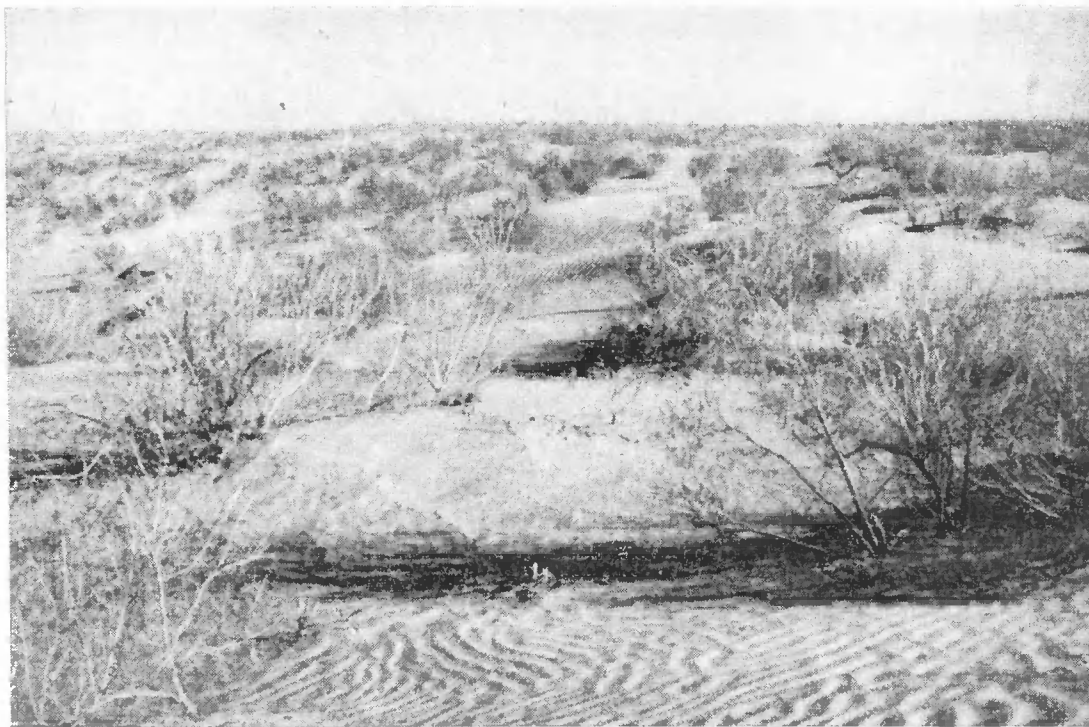


Схема активных связей между поверхностными водами и другими важными компонентами ландшафта.

¹ Совокупность процессов разрушения пород на поверхности Земли и переноса образовавшихся продуктов в пониженные участки.



Одна из стадий зарастания барханных песков вблизи оазиса; современные процессы разветвления затухают, рельеф выравнивается (Турткульский район, Узбекская ССР)

Фото А. Кесъ

Уже доказано, что большая часть крупных изменений географической среды легче всего может быть осуществлена при воздействии на водно-тепловой баланс земной поверхности (М. И. Будыко и И. П. Герасимов, 1959). Не подлежит сомнению, что в качестве главного, наиболее эффективного «рычага» для этого в большинстве случаев может быть использована вода¹. Во-первых, вода оказывает самое активное и нередко определяющее влияние сразу на целый ряд компонентов — на климат, почвы, рельеф, растительность, животный мир. Во-вторых, благодаря ее физическому свойству — текучести — воду при помощи современной техники можно в больших количествах перераспределять в пространстве. Все это заставляет относиться к ней с особым вниманием.

Большие перспективы в смысле использования для перестройки ландшафта имеют

биологические компоненты. Их связи также можно с полным правом назвать активными. Растительность, например, не только в значительной степени определяет свое собственное развитие, но и воздействует на почву, грунтовые воды, характер и скорость ветра в приземном слое воздуха, на распределение снежного покрова, животный мир, процессы рельефообразования и т. п. В то же время растительность сравнительно легко поддается уничтожению, восстановлению, дополнению новыми видами и т. п. В еще большей степени это относится и к животному миру.

Подобным же образом должны быть проанализированы все остальные компоненты физико-географической среды — рельеф, почва, атмосфера и т. д.

Несомненный интерес представляют также процессы индукции с тенденцией к быстрому и значительному расширению масштабов изменения среды. В зависимости от того, на каких стадиях процессов проявляется особая к этому склонность, может быть выделено несколько категорий. К первой, очевидно, следует отнести такие из них, в которых

¹ Имеются в виду прежде всего поверхностные воды, а также в меньшей степени подземные и атмосферные.

свойством увеличения масштаба обладает сам индуктор, вступающий в контакт со средой. Так, например, вирусы, используемые для борьбы с гусеницей-шелкопрядом, быстро размножаются и, передаваясь от одной личинки к другой, в несколько дней ликвидируют весь очаг поражения. В одну из последних категорий нужно, очевидно, включить процессы, в которых масштаб явлений возрастает постепенно в результате ряда последовательных влияний одних элементов на другие. Хорошая иллюстрация этого — преобразование ландшафта подвижных песков пустыни путем насаждения в межбарханных понижениях небольших очагов злака селина. Вслед за селином здесь, как правило, развиваются сначала черкез и песчаная акация, затем кандым и, наконец, саксаул. Под влиянием этой растительности, сравнительно быстро увеличивающей ареал своего распространения, ранее оголенные, развееваемые пески все более зарастают и закрепляются, причем обычно рельеф постепенно выравнивается.

, ПРЕДРАСПОЛОЖЕННОСТЬ К ИЗМЕНЕНИЯМ

Очень важно бывает установить, при каких обстоятельствах тот или иной элемент ландшафта предрасположен к изменению, при каких оптимальных условиях необходимый процесс может быть вызван с наименьшей затратой сил.

Чаще всего такая предрасположенность бывает связана с неустойчивостью физического или биологического состояния элементов среды. Известно, например, что вода по мере понижения ее температуры становится все более предрасположенной к превращению в лед и отделению от растворенных в ней солей. Поэтому один из перспективных методов опреснения вод для сельскохозяйственных целей в аридных (с сухим климатом) районах базируется на использовании зимних холодов (С. Ю. Геллер, 1962). В то же время оптимальные условия нередко обуславливаются и вполне постоянными «устойчивыми» факторами (морфологическими, структурными и пр.). Молого-Шекснинская низменность, например, оказалась более удобной для создания в ее пределах водохранилища, чем окрестные, более приподнятые участки местности.



Рыбинское водохранилище, заполнившее Молого-Шекснинскую низменность (Дарвинский государственный заповедник)

Фото И. Долгушина

Для успешного воздействия на природные процессы иногда требуется знание конкретных констант. Так, при решении проблемы искусственного выделения осадков из атмосферы нужно иметь в виду, что рост осадков происходит не равномерно с ростом влагосодержания в воздухе. Наиболее быстрое увеличение осадков (в 4,5 раза) связано с изменением влажности в очень небольшом интервале — от 45 до 55% (О. А. Дроздов, 1956). Этот интервал и представляет особый практический интерес.

Подобным же образом альбедо поверхности почвы при ее увлажнении особенно резко увеличивается в процессе повышения влажности от 0 до 8—9%.

Одно и то же воздействие на ландшафт в зависимости от количественных показателей может привести к совершенно различным результатам. При норме полива орошаемых плантаций хлопчатника в 2 тыс. м³ воды на 1 га можно получить прекрасный урожай. В то же время при увеличении полива до 3 тыс. м³ на 1 га поля нередко испытывают засоление в связи с поднятием грунтовых вод и пустеют: на месте цветущих плантаций образуются солонцы.

Благоприятные условия для воздействия на ландшафт часто создаются в природе лишь

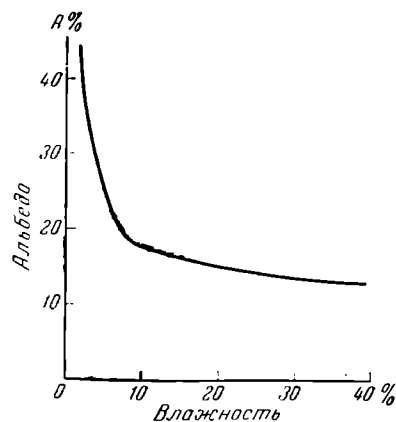
в определенные периоды, которые очень важно не пропустить. Сейчас, например, по мнению ряда ученых, мы переживаем самый конец эпохи потепления. В ближайшие три десятилетия ожидается похолодание, с которым будут связаны такие явления, как увеличение ледовитости в Полярном бассейне, возрастание количества осадков в средней полосе Союза, подъем уровня Каспия, падение уровня Аральского моря, наступление леса на степь и т. д. Поэтому может возникнуть вопрос: а не целесообразно ли именно сейчас, до начала похолодания, совершить определенные мероприятия по преобразованию природы?

Установлено, например, что продвижению леса на север в пределах Европейской и Западно-Сибирской части Союза в настоящее время мешает в основном не климат, а реликты более холодной предшествующей эпохи — сильная заболоченность, мощный моховой покров, грубые, малоактивные в биохимическом отношении почвы и т. д. (В. Н. Андреев, 1954; В. В. Крючков, 1962). Между тем при некоторой мелиорации почв посаженные деревья здесь, как правило, хорошо принимаются и, уже самостоятельно воздействуя на микроклимат приземного слоя воздуха и режим почвенного покрова, естественным путем продолжают расширять ареал своего обитания. Поэтому сейчас, до начала похолодания есть возможность с минимальной затратой сил повести наступление леса на тундру. Это несомненно принесло бы пользу многим оленеводческим хозяйствам (ягель среди леса растет значительно лучше) и кроме того дало бы возможность озеленить населенные пункты.

Можно предполагать, что со временем появится специальная «служба», задача которой будет состоять в установлении оптимальных условий, складывающихся в разного рода природных явлениях, с целью использовать их для преобразований.

КАКИМ ДОЛЖЕН БЫТЬ ИНДУКТОР?

После того как уяснен общий механизм индукционных связей и выявлены наиболее



Кривая хода альбедо поверхности песка в зависимости от его влажности (по К. Я. Кондратьеву, 1956)

активные податливые звенья, встает вопрос о конкретном характере «толчка» — об индукторе. Возможны три основных пути искусственного воздействия на ландшафт: частичная или полная ликвидация тех или иных его элементов, увеличение их роли и введение в ландшафт новых, чуждых ему элементов.

В зависимости от длительности влияния на окружающую среду можно различать индукторы постоянного и временного действия. Созданное человеком водохранилище по

отношению к природе прибрежной зоны практически становится индуктором постоянного действия: его ежегодное влияние сказывается постоянно и регулярно. Напротив, дождь, искусственно вызванный из облака, увлажняет землю всего несколько часов или дней. Его действие временно.

К особой специфической группе индукторов должны быть отнесены охранные мероприятия, которые несомненно имеют прямое отношение к преобразованию природы. В самом деле, предотвращая, например, вырубку леса или гибель плодового сада от мороза, мы тем самым активно вмешиваемся в стихийный ход событий и обеспечиваем развитие ландшафта в определенном, желательном для нас направлении. В этом случае элементы ландшафта либо сохраняют относительное равновесие, либо испытывают естественное эволюционное преобразование. Если же охранные меры оказываются неэффективными, ландшафт получает «толчок», ведущий к его более или менее активной перестройке в неудобном для человека направлении. По своему действию этот «толчок» также может быть постоянным или временным.

Несмотря на некоторые общие закономерности, свойственные разным типам индукции, вопрос о характере «толчка» в каждом конкретном случае должен решаться особо. Дело в том, что взаимосвязи между явлениями природы слишком многообразны. Иногда первопричина может быть прямо противоположна следствию. Например, недодача воды в тот или иной район может привести к его увлажнению.

В какой-то мере такое положение сложилось сейчас в Краснодарском крае и Ставрополье. Сокращение стока Дона и Кубани, используемого для орошения, вызвало значительный приток в Азовское море теплой черноморской воды. Испарение усилилось, и прилегающие районы Западного Предкавказья и Ставрополья стали получать несколько больше осадков, чем раньше.

А вот еще примеры «сюрпризов». Считалось, что подъем базиса эрозии всегда способствует затуханию эрозионных процессов. Однако в крупных водохранилищах разрушения берега действием прибоя (абразия) часто приводят к образованию высоких обрывов, а это вызывает усиленную овражную эрозию (Д. Л. Арманд, 1961).

Другой пример. В одном из степных районов посадили полесозащитные лесные полосы. Ветер стал наносить к ним «перекати-поле» и наметать снежные сугробы. Вскоре посадки превратились в рассадник мышей-полевков, огромное количество которых начало уничтожать урожай на окрестных полях. Известны также случаи, когда лесные полосы являлись аккумуляторами песка и пыли во время пыльных бурь.

С технической точки зрения индуктор может быть как сравнительно простым (распашка целины, лесопосадки, снегозадержание и т. д.), так и очень сложным (строительство крупных плотин, перекачка огромных объемов воды, применение различных химических препаратов и проч.). С развитием науки и техники способы влияния на природу становятся все более активными и многообразными. Большие, полезные для человечества мероприятия могут теперь осуществляться планомерно, объединенными силами даже нескольких стран и на огромных территориях. А это открывает дополнительные возможности, которых раньше не было.

Правильный выбор индуктора, во многом определяющий успех того или иного преобразования, требует постоянного, пристального внимания к новейшим достижениям во всех отраслях науки и техники. Возьмем хотя бы химию. Применение мельчайших частиц некоторых сильно гигроскопических веществ, твердой уголекислоты и иодистых соединений в качестве ядер конденсации и кристаллизации влаги, позволило вплотную подойти к проблеме внедрения в практику искусственного рассеивания облаков и выделению из них осадков. Тончайшие мономолекулярные пленки, обра-

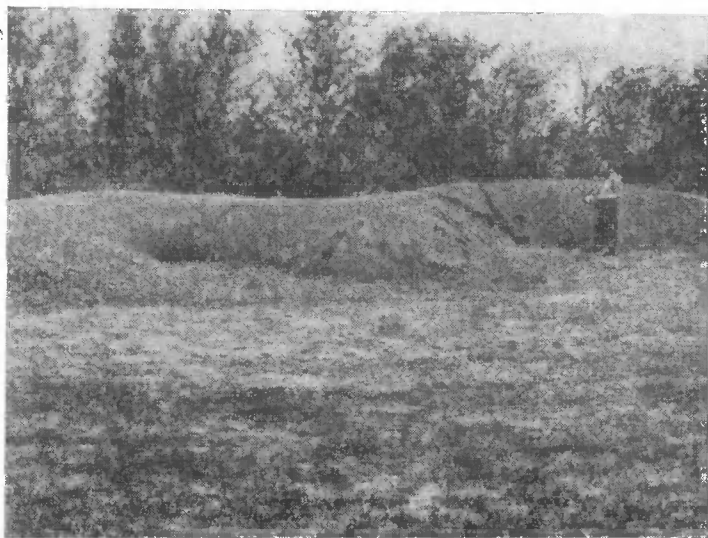
зующиеся на воде из жирных спиртов, начинают использоваться для борьбы с непроизводительным испарением влаги с поверхности водоемов и потерями тепла, идущего на испарение. Появляются все более совершенные и различные по действию гербициды, открывающие широкие возможности для произвольного изъятия из растительного покрова целого ряда неудобных человеку видов. Произведены и уже испытаны в Сахаре полимерные материалы, обладающие свойством в раскаленном песке пустынь долгое время удерживать воду и постепенно отдавать ее корневой системе растений.

Последние достижения науки должны сочетаться с широкой постановкой перед учеными конкретных задач, возникающих при разработке тех или иных мелиоративных проблем. В этом случае арсенал средств для управления природой будет расти особенно быстро.

МОЖНО ЛИ «ЗАКРЕПИТЬ» ИЗМЕНЕНИЯ?

При поисках индуктора, и при прогнозировании развития нарушенных ландшафтов, существенное значение приобретает обратимость тех или иных явлений и процессов.

В самом деле, стоит ли, например, тратить силы на ликвидацию ледяного покрова



Пример одного из «сюрпризов». Во время пыльных бурь в марте-апреле 1960 г. в Ставрополье у подножья лесных полос образовались гряды из песка и пыли высотой нередко более 2 м

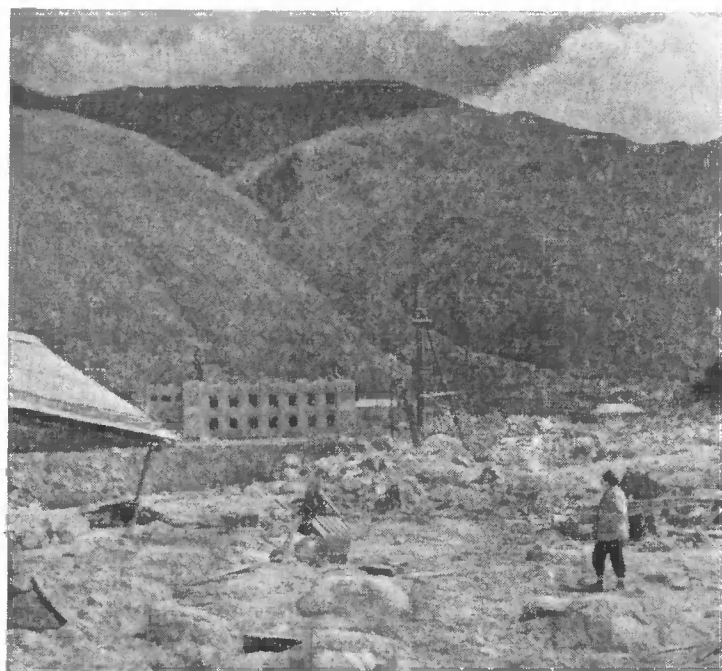
Фото И. Островского

в Арктике, если нет уверенности, что он вскоре не появится вновь? И вообще, можно ли прочно и надолго закреплять новые качества, вносимые в окружающую нас природу? Мы знаем, что любые внешне сходные между собой ландшафты, развивающиеся последовательно во времени на какой-либо определенной площади, никогда не повторяют друг друга в точности, т. е. не бывают тождественны. Поэтому можно сказать, что обратимость процессов — понятие условное, относительное. Однако в практической деятельности пользоваться им вполне удобно, так как чаще всего, говоря о восстановлении или «регенерации» ландшафта, мы имеем в виду основную тенденцию, а не детали. Между тем, именно детали (т. е. признаки необратимости) представляют для целей преобразования природы особый интерес. Известно, что процесс похолодания в ледниковую эпоху не прошел бесследно. Об этом убедительно говорят не только моренные накопления, ландшафты зандровых равнин и ледниковых озер, но и значительная часть ныне существующих ледников и плавающих ледниковых покровов, многие из которых

сохраняются в современных климатических условиях исключительно благодаря самоохлаждению.

Точно также много неизгладимых следов нанесла природе деятельность человека. Сильное овражное расчленение Средне-Русской возвышенности, ее остепнение, а также своеобразные ландшафты микрозападин такыров, особой растительности и т. д. в Средней Азии, — все это следствия длительного сельскохозяйственного воздействия.

В то же время на участках выжженных лесов нередко вновь стоят зеленые деревья; некогда отвоеванные у болот и окультуренные земли после ликвидации дренажных канав вновь превращаются в болота и т. д. Таким образом не все воздействия на ландшафты оказались закрепленными. Проблема обратимости ландшафтов в большей мере связана со спецификой природных процессов в тех или иных географических зонах или районах ¹. Если во влажных тропиках, где физико-географический процесс идет очень интенсивно, возможно сравнительно быстрое и почти полное восстановление доисторических ландшафтов, то в сухом континентальном климате пустынь этот процесс замедлен. В районах с легкорастворимыми и размываемыми породами культурные ландшафты обладают меньшей обратимостью по сравнению с ландшафтами на твердом, устойчивом субстрате. Чем больше в географической среде реликтовых элементов или элементов, существующих на границе своего распространения, тем более необратимым становится культурный ландшафт, создаваемый человеком на месте природного. Примером могут служить южные склоны Рудного Алтая. Лес, существовавший здесь ранее как реликтовое образование на крайней границе своего распространения, со временем был уничтожен человеком и его место прочно занято степью. Степь в настоящее время более соответствует местным климатическим условиям, чем лес, и поэтому, даже в случае прекращения человеческой деятельности, лес самостоятельно уже не сможет восстановиться.



Менее чем за два часа разрушительный селевой поток, вырвавшись после дождя из гор в долину Баксана (Северный Кавказ), отложил здесь около 700 тыс. т глины, песка и камня

Фото И. Давушина

¹ Еще А. И. Воейков в 1910 г. подчеркивал, что климат высоких широт значительно изменчивее климата низких широт. Яркие доказательства того, что географическая среда умеренных и высоких широт более податлива к изменениям, чем в экваториально-тропических зонах, приводятся у К. К. Маркова (1950 г.).

Принимая во внимание все эти обстоятельства, нужно, однако, не забывать, что решающую роль в создании устойчивого изменения природы играет конкретный характер воздействия на нее человека. Поэтому можно утверждать, что с развитием науки и техники, а также методики преобразования природы, закрепление в окружающей нас географической среде необходимых качеств станет все более доступным.



Эвкалипты Макартури в Колхидской низменности, способствующие ее активному осушению; летом за сутки одно дерево в возрасте 8—10 лет способно испарить через листовую поверхность по 2 т воды

Фото И. Долгушина

СКОРОСТЬ ИНДУКЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ И ЗАПРОСЫ ПРАКТИКИ

Может возникнуть вопрос: приемлемы ли будут для практики темпы индукционных преобразований?

Скорость многих реакций достаточно велика, особенно если они по своей структуре не очень многоступенчаты. Можно привести десятки примеров, иллюстрирующих завершение необходимых реакций в течение нескольких минут или часов (искусственное рассеивание облаков, влагозарядка почвы из воздуха, усиление таяния ледников, уменьшение испарения с водной поверхности, уничтожение вредителей сельского хозяйства и т. д.). Основу подобных явлений составляют, как правило, чисто физические или химические процессы, вызываемые непосредственно индуктором.

Сравнительно быстро развиваются многие физические явления в географической среде и без вмешательства человека. Особенно типичны в этом отношении метеорологические и некоторые физико-геологические процессы. Широко известны случаи, когда бурное таяние снега весной приводит к интенсивному росту оврагов, увеличивающих свою длину на 10—15 м, к энергичному подмыву берегов рек, образованию новых речных проток, активизации селевой деятельности в горах и т. д. Все эти явления, грандиозные по объему совершаемой работы, занимают обычно всего несколько дней или недель. Ярким примером из области метеорологии может служить активное образова-

ние циклонов, разразившееся на территории Северной Америки зимой 1960—1961 гг. Оно продолжалось несколько месяцев, обусловив необычно сильные холода, снегопады и метели, нанесшие значительные убытки хозяйству некоторых районов Канады и США. Исследования показали, что первопричиной циклогенеза явилось выпадение на побережье снежного покрова, оказавшего сильное выхолаживающее действие на потоки воздушных масс, зашедших в тыл циклона (Б. Л. Дзердзеевский, 1962).

Более сложные реакции, требующие многократного использования энергии сезонных процессов (например, фотосинтез), занимают, естественно, более длительное время. Такие мероприятия, как создание полезащитных лесных полос, закрепление развееваемых песков растительностью, значительное снижение уровня многолетней мерзлоты и многие другие, требуют нескольких лет и, тем не менее, вполне оправдывают затраченный на них труд.

При плановом социалистическом хозяйстве могут быть вполне приемлемы реакции, рассчитанные на большой срок, например, в два или три десятка лет. До сих пор, к сожалению, в практике не так много примеров сознательного использования таких реакций, однако они достаточно убедительны. Всего двадцать с небольшим лет понадобилось для того, чтобы при помощи эвкалиптовых рощ осушить многие болотистые участки Колхиды, превратившиеся в высокоурожайные сельскохозяйственные угодья. Уже через 10—15 лет после выпуска в Каспий червя nereis, который стал здесь уси-

ленно размножаться, некоторые местные виды рыб, испытывавшие ранее недостаток в питании, значительно улучшили свое состояние и стали играть в промысле видную роль. Большую прибыль получает ныне народное хозяйство от использования шкурок ондатры, завезенной в 1944 г. в дельту Аму-Дарьи и некоторые другие районы Средней Азии¹.

Многочисленны случаи, когда в пустыне (при наличии воды) за 15—20 лет создаются высокопродуктивные оазисы, имеющие мощные древесно-кустарниковые насаждения, особый микроклимат и плодородные почвы.

О скорости многих «цепных» реакций мы можем судить также, наблюдая за явлениями (чаще всего отрицательного характера), вызванными человеком в процессе стихийной хозяйственной деятельности. Заболачивание вырубок и гарей, обмеление рек в связи с вырубкой лесов и увеличением глубины вспашки, активизация водной и ветровой эрозии почв в ряде районов сельскохозяйственного освоения, изменение климата и растительности в окрестностях водохранилищ — все это происходит на наших глазах, иногда всего за несколько лет, а иногда — за несколько десятилетий.

ЗАМАНЧИВЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ

Представим себе такую картину. Самолеты летят к Северному Ледовитому океану. На их борту — контейнеры с микроорганизмами, способными быстро размножаться на поверхности морских льдов. От бактерий и водорослей, которые каждое лето появляются на ледяном покрове Арктики, заметно снижая его альбедо, их отличают лишь более темный цвет и повышенная плодовитость. В заданном районе, над ледяной пустыней, включаются специальные установки — распылители. И «живой груз», уже самостоятельно путешествуя по ветру, распространяется на десятки километров. Несколько летних часов — и «посев» окончен. Все остальное происходит само собой.

Через некоторое время полярные льды из белоснежных становятся серыми. Альбедо их резко падает и начинается бурное

таяние¹. В южной части Полярного бассейна льды исчезают быстрее всего. Обнаженная водная поверхность сразу же начинает получать дополнительное тепло, так как она поглощает не 27% солнечной радиации, как лед, а почти 80%. Подсчитано, что в процессе ликвидации всего ледяного покрова в Арктике это «дополнительное» тепло, которое в значительной степени будет идти на ускорение таяния, составит около $4 \cdot 10^{18}$ ккал. Это гигантская величина, если сравнивать ее с современной энергетической мощностью человечества!

Дальше, по мнению П. М. Борисова (1962), события будут развиваться следующим образом. После исчезновения льдов дополнительное тепло прежде всего пойдет на обогрев вод Полярного бассейна, который отныне перестанет быть «холодильником» для северных континентальных районов Евразии и Америки. Климат здесь станет значительно более теплым. Температурный градиент по линии Северный полюс — экватор понизится, и потоки воздушных масс с севера на юг станут более медленными, но регулярными. Достигая аридных районов, они будут не только умерять их температуру, но и отдавать им основную часть влаги, принесенной с Полярного морского бассейна. Зоны современных степей и пустынь по климату приблизятся к влажным субтропикам. Соответствующие изменения произойдут в почвенном и растительном покрове...

Такова картина, которую едва ли можно считать слишком уж фантастической. Тот факт, что в настоящее время в Институте географии Академии наук СССР ведутся научные работы с целью изучения возможности коренного улучшения климата путем ликвидации ледяного покрова в Арктике — достаточно убедительно говорит о том, что это уже не беспочвенная фантастика.

Разумеется, далеко не всякую «перестройку» географической среды можно будет совершить путем «толчка» (или «толчков», так как возможно одновременное комплексное воздействие), вызывая и активизируя силы природы. Но даже, если эти силы станут лишь дополнением к силам человека и машин — выигрыш обещает быть огромным.

УДК 502

¹ На территории Аму-Дарьинского зверпрохоза ондатра дала жизнь еще одному, не менее ценному пушному промыслу — она стала пищевой основой черно-бурых лисиц и серебристых соболей, которые также хорошо акклиматизировались здесь в последние годы.

¹ Работами М. И. Будыко (1962 г.) доказано, что если бы удалось понизить альбедо поверхности ледяного покрова с 73 до 50%, четырехметровый лед в Арктическом бассейне растаял бы при современных климатических условиях за четыре года.

АТМОСФЕРЫ ДАЛЕКИХ ПЛАНЕТ

В. Г. Тейфель

Кандидат физико-математических наук
Астрофизический институт АН Казахской ССР (Алма-Ата)

В наше время научная информация о планетах значительно расширилась. Однако в планетной астрофизике еще много нерешенных проблем. Особенно в изучении внешних планет, к которым относятся Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун, объединяемые в группу планет-гигантов, и самая далекая планета солнечной системы — Плутон. Здесь мы рассмотрим некоторые наиболее интересные результаты и проблемы изучения атмосфер далеких планет солнечной системы. При этом речь будет идти только о планетах-гигантах, так как наши представления о физической природе Плутона основаны на чрезвычайно скудном наблюдательном материале. Известно лишь, что Плутон по размерам и массе, по-видимому, близок к Земле, но и эти данные пока не точны, так как угловые размеры диска Плутона очень малы, а массу его определить трудно из-за отсутствия спутников. Температура поверхности Плутона по расчетам должна быть ниже 50°K (-223°C) и если даже на Плуtone есть атмосфера, плотность ее ничтожна, так как почти все газы при такой температуре переходят в жидкое или твердое состояние.

ВОДОРОД ИЛИ ГЕЛИЙ?

Гигантские планеты солнечной системы, в противоположность планетам земной группы, обладают крайне низкой средней плотностью. Так, например, у Сатурна средняя плотность равна всего $0,7 \text{ г/см}^3$, т. е. даже меньше плотности воды, тогда как средняя плотность Земли — $5,5 \text{ г/см}^3$. Ясно, что химический состав планет-гигантов должен принципиально отличаться от состава планет типа Земли значительно большим содержанием легких элементов. Есть основания предполагать, что основными веществами, из которых состоят эти планеты, должны быть легкие газы — водород, гелий, частично, может быть, неон. Любопытно, что средняя плотность планет-гигантов близка к средней плотности Солнца, равной $1,41$. На Солнце же водорода примерно в пять раз больше, чем гелия.

С другой стороны, как видно из рис. 1, сами планеты-гиганты заметно разнятся между собой по средней плотности, причем это различие не обнаруживает прямой связи с различием по массам. Оно несомненно

вызвано неодинаковым количественным химическим составом планет-гигантов.

Непосредственному наблюдению доступны только внешние слои мощных атмосфер, окружающих планеты-гиганты, и поверхность их облачного покрова, скрывающего твердую поверхность, если таковая вообще существует. О химическом составе атмосфер планет-гигантов мы судим прежде всего по спектральным наблюдениям. Еще в 30-х годах А. Адель и В. Слайфер (США) показали, что почти все полосы поглощения, наблюдаемые в спектрах планет-гигантов, принадлежат метану (CH_4). Только на спектрограммах Юпитера и Сатурна была обнаружена полоса поглощения на длине волны $\lambda 6445 \text{ \AA}$, которую Р. Вильдт (США) отождествил с аммиаком (NH_3). Впоследствии путем сравнения интенсивностей полос поглощения в планетных и лабораторных спектрах было определено количественное содержание метана и аммиака в надоблачных слоях атмосфер планет-гигантов (рис. 2). По опубликованным в 1949 г. оценкам Дж. Койпера (США), которыми до сих пор пользуются исследователи планет, содержание CH_4 в ат-

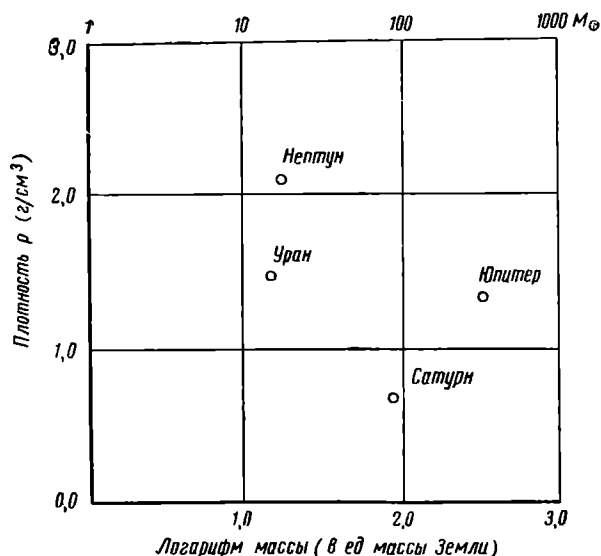


Рис. 1. Массы и средние плотности планет-гигантов

мосферах планет-гигантов выражается следующими значениями эквивалентной толщины (толщины однородного по плотности слоя газа при нормальном давлении и температуре): Юпитер — 150 м атм, Сатурн — 350 м атм, Уран — 2200 м атм, Нептун — 3700 м атм. Мы видим, что наблюдаемое содержание метана резко повышается с переходом к более отдаленным от Солнца планетам. Обратная картина для аммиака: на Юпитере — 7 м атм, на Сатурне — 2 м атм, на Уране и Нептуне газообразный аммиак не наблюдается.

Присутствие в атмосферах планет-гигантов такого большого количества водородных соединений — тоже косвенный признак существования на этих планетах водорода. Но молекулярный водород не дает заметного поглощения в видимой и инфракрасной области спектра, так что попытки обнаружить его спектральными наблюдениями долгое время оставались безуспешными. В 1952 г. Г. Герцберг (США) обратил внимание на то, что отмеченная Койпером очень слабая полоса поглощения λ 8270 Å в спектрах Урана и Нептуна совпадает с так называемыми квадрупольными линиями поглощения H_2 , воз-

никающими только при очень большом содержании водорода и высоком давлении. Совсем недавно эта полоса была открыта астрономами Г. и К. Киссами и К. Корлисом (США) в спектре Юпитера, а в 1962 г. Х. Спинрад и Г. Мюнч обнаружили в спектре Сатурна две линии λ 6453 и λ 6368 Å, которые отождествляются с другой квадрупольной вращательно-колебательной полосой H_2 , предсказанной Герцбергом. Содержание водорода в верхней атмосфере Юпитера, по расчетам Ф. Забриске, основанным на этих спектральных наблюдениях, эквивалентно $4,6 \pm 0,6$ км атм. В 1963 г. Х. Спинрад и Л. Трэфтон (США) по спектрам Юпитера с высокой дисперсией нашли содержание водорода эквивалентным 27 ± 9 км атм, а недавние лабораторные исследования спектра H_2 указывают на еще большее содержание водорода в атмосфере Юпитера. Для Урана Герцберг приблизительно оценил содержание водорода в 18 км атм. Вот, собственно, и все данные о количественном химическом составе атмосфер планет-гигантов, основанные на прямых измерениях. Тщательные поиски других химических соединений, присутствие которых можно было подозревать, проведенные в 1963 г. Т. Оуэном (США) путем сравнения спектрограмм Юпитера с лабораторными спектрами этих соединений, не дали положительных результатов.

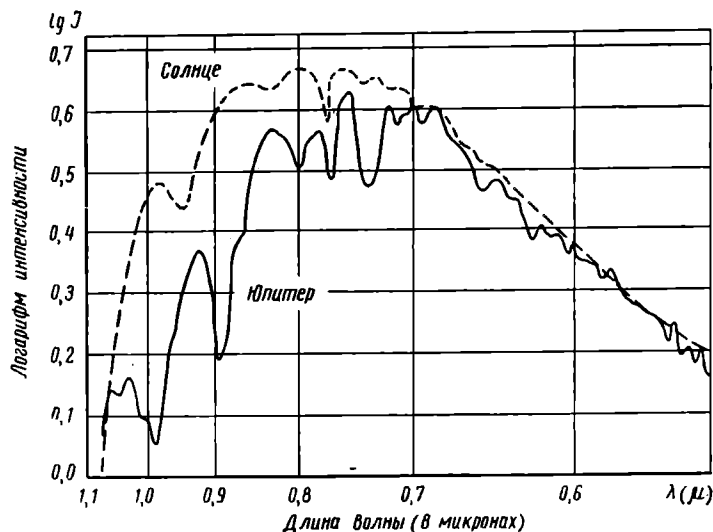


Рис. 2. Полосы поглощения CH_4 в инфракрасном спектре Юпитера, сфотографированном на обсерватории Астрофизического института АН Казахской ССР при помощи электроно-оптического преобразователя. Пунктирная линия — спектр Солнца с полосами поглощения H_2O и O_2 , возникающими в земной атмосфере

Если бы мы приняли, исходя из результатов спектральных наблюдений, что атмосфера Юпитера состоит в основном из водорода, то средний молекулярный вес атмосферы был бы равен молекулярному весу водорода, т. е. 2. Однако из наблюдений покрытия Юпитером звезды σ Овна в 1953 г. астрономы В. Баум и А. Коде (США) определили средний молекулярный вес атмосферы Юпитера, равный 3,3. Это означало, что атмосфера Юпитера кроме водорода должна содержать в значительном количестве более тяжелый газ. Таким газом может быть гелий с молекулярным весом 4, инертный газ, не дающий в спектре линий поглощения.

Каково же количественное соотношение водорода и гелия в атмосфере Юпитера? Какой газ преобладает? На эти вопросы пока нет определенного ответа. Хотя в 1952 г. Койпер принял для одной из своих моделей атмосферы Юпитера соотношение водорода и гелия 1:1,6, с небольшой примесью метана, что давало значение среднего молекулярного веса, практически совпадающее с результатом Баума и Коде, вопрос нельзя было считать решенным. Дело в том, что средний молекулярный вес, получаемый из наблюдений покрытия звезды Юпитером, зависит от того, какая температура принимается для эффективного слоя атмосферы планеты, ответственного за гашение света звезды. Баум и Коде воспользовались величиной 86°K , взятой из работы Койпера. Но в 1962 г. Е. Эпик (Ирландия), анализируя радиационные условия в атмосфере Юпитера, пришел к заключению, что температура этого слоя должна быть около 110°K . А это приводит к величине среднего молекулярного веса $4,3 \pm 0,5$. Если расчеты Эпики верны, то в атмосфере Юпитера гелия должно быть во много раз больше, чем водорода. По Эпику, в атмосфере Юпитера содержится 97,2% гелия и всего 2,3% водорода. При этом, конечно, не принимается во внимание возможность присутствия в атмосфере более тяжелых газов, не проявляющих себя спектроскопически. С другой стороны, основываясь на данных о космическом содержании элементов, Г. Филд получает для атмосферы Юпитера 73% водорода и 23% гелия.

Мы приводим все эти цифры, чтобы показать, какой разницей существует пока в оценках количественного химического состава атмосферы Юпитера. Еще менее определенны данные об атмосферах других планет-гигантов. Наблюдаемый рост видимого количе-

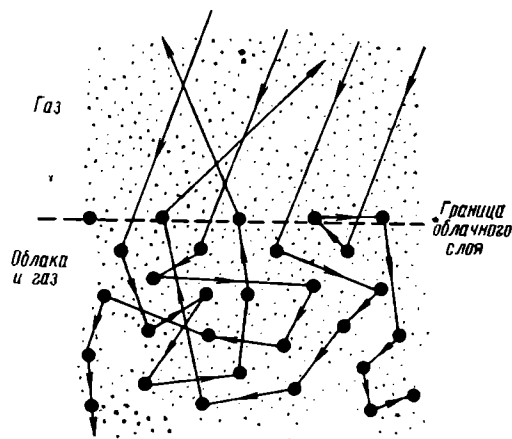


Рис. 3. Многократное рассеяние света в облачном слое планеты

ства метана в атмосферах этих планет связан не с действительным повышением содержания метана, а с тем, что поверхность облачных слоев у них находится на больших глубинах, чем у Юпитера, и луч света пронизывает большую толщу атмосферы.

ТЕМПЕРАТУРА И ОБЛАКА

Определяя содержание газов по плосам поглощения в спектрах планет, астрономы обычно полагают, что наблюдаемое поглощение газовыми молекулами возникает только в верхнем, чисто газовом слое, тогда как облачный покров считают подобным сплошной отражающей поверхности. В действительности дело обстоит гораздо сложнее, так как облачный покров планеты — это среда, состоящая из дискретных частиц (капель или кристаллов льда), взвешенных в газовой атмосфере. Солнечный свет, падающий на частицы облачного покрова, многократно рассеивается ими (рис. 3) и частично поглощается в широком диапазоне длин волн. На пути между частицами свет поглощается в узких участках спектра молекулами газов.

Ясно, что не все наблюдаемое в спектрах планет-гигантов молекулярное поглощение относится к надоблачному слою атмосферы. А это означает, что приведенные выше оценки содержания метана, аммиака и водорода требуют пересмотра в сторону уменьшения. Возможно, например, что содержание метана должно быть уменьшено в 3—4 раза.

Советские астрономы уделяли большое внимание фотометрическим исследованиям

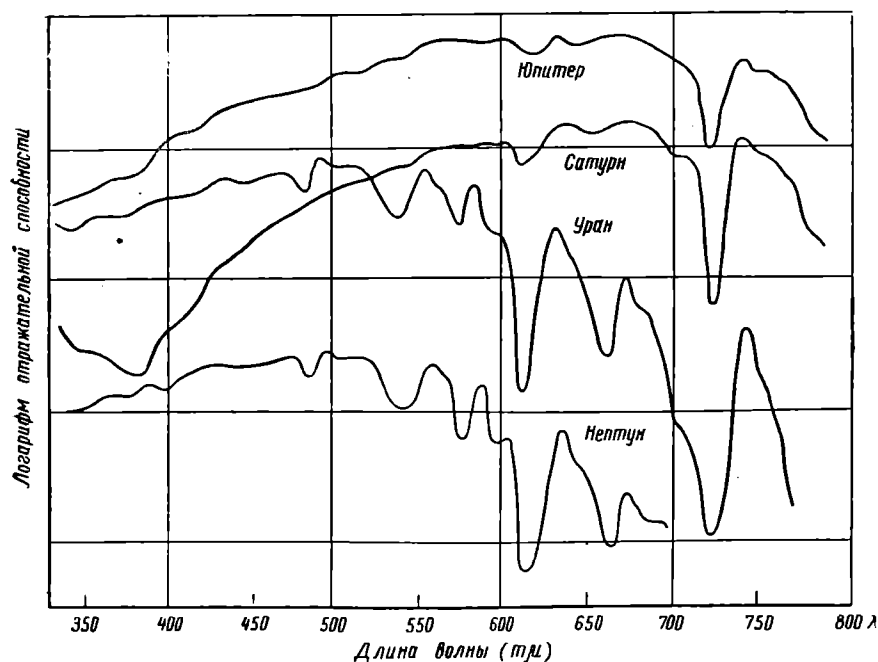


Рис. 4. Спектральная отражательная способность планет-гигантов, по Р. Юнжину и Г. Мюнчу. Кривые сдвинуты произвольно вдоль оси ординат

облачных покровов планет-гигантов. Многочисленные наблюдательные работы, принадлежащие Н. П. Барабашову, В. В. Шаронову, В. Н. Лебединцу, и теоретические расчеты, выполненные В. А. Амбарцумяном и В. В. Соболевым, показывают, что частицы, из которых состоят облака далеких планет, обладают заметным непрерывным поглощением света, которое увеличивается в сторону коротких длин волн. Об этом же говорят спектральные исследования, обнаруживающие, между прочим, довольно резкое возрастание непрерывного поглощения в ультрафиолетовых лучах (рис. 4). Темные полосы, пересекающие диск Юпитера параллельно экватору, на снимках, сделанных в синих лучах, кажутся темнее, чем в красных лучах, т. е. поглощают синие лучи сильнее, чем светлые зоны облачного покрова планеты. У Сатурна и Урана темные полосы или пятна бывают иногда видны, но они значительно слабее и меньше подвержены быстрым изменениям, чем детали видимой поверхности Юпитера.

Природа облачных покровов планет-гигантов еще не выяснена окончательно. Наиболее вероятным представляется, что облака состоят из кристалликов замерзшего аммиака.

Известно, что температура замерзания аммиака равна -78°C (195°K). Результаты измерений температур планет-гигантов дают существенно более низкие значения. Так, по наблюдениям Д. Мензела, В. Кобленца и С. Лампланда в 1926 г., температура Юпитера была равна 135°K , а Сатурна 128°K . Для Урана и Нептуна определенных данных о температуре нет, так как их тепловое излучение настолько мало, что лежит за пределами чувствительности даже современных приемников этого излучения. Можно только утверждать, что температура этих планет не выше $70-80^{\circ}\text{K}$.

Температура замерзания метана при нормальном давлении составляет 89°K , а температура кипения 109°K . Следовательно, на Юпитере и Сатурне метан может быть только в газообразном состоянии, тогда как аммиак конденсируется в кристаллы, образуя облака. На Уране и Нептуне облачные покровы могут состоять и из жидкого метана. Аммиак на этих планетах должен выпасть в виде снега на поверхность планет, чем и объясняется отсутствие полос NH_3 в спектрах Урана и Нептуна.

Следует отметить, что измеряемые температуры (их называют радиометрическими) относятся не к видимым поверхностям планет-гигантов, а скорее всего к высоким слоям их атмосферы. Дело в том, что мы принимаем тепловое излучение планет только в «окне прозрачности» земной атмосферы — в области длин волн $8-14 \mu$, не занятой мощными полосами водяного пара и кислорода, возникающими в атмосфере нашей планеты. Но как раз в этой области находятся многочисленные полосы поглощения аммиака, присутствующего в атмосферах Юпитера и Сатурна. Уже слой аммиака с эквивалентной толщиной всего в 1 см атм почти полностью поглощает инфракрасное излу-

чение в области 9—14 μ . Так как над облачными поверхностями Юпитера и Сатурна находится гораздо большая толща аммиака, наблюдаемое излучение приходит только от более высоких, т. е. более холодных слоев атмосферы. Этим, вероятно, и объясняется очень небольшое, вопреки ожиданиям, различие в измеряемых температурах Юпитера и Сатурна, а также сравнительно малое падение температуры от центра диска Юпитера к краю, полученное Б. Мюрреем и Р. Уилди и Д. Вестфалом в 1962 г. по измерениям на 5-метровом телескопе обсерватории Маунт-Паломар (рис. 5). Действительно, в обоих случаях мы измеряем температуру того слоя атмосферы, над которым вдоль луча зрения находится количество аммиака, эквивалентное не более чем одному сантиметру толщины слоя. В атмосфере Сатурна, где аммиака меньше, это соответствует большей глубине и более теплым слоям атмосферы.

Хотя предположение об аммиачной природе облаков на Юпитере и Сатурне не противоречит температурным измерениям, оно еще не объясняет всех наблюдаемых свойств облачных покровов планет-гигантов. Если, например, допустить, что из кристалликов аммиака состоят светлые облачные зоны, то из чего же состоят темные полосы? Ведь они явно образованы каким-то более темным и по-другому окрашенным веществом. На диске Юпитера часто наблюдаются отдельные небольшие образования различной яркости и окраски. Полярные области Юпитера и Сатурна тоже содержат более темное вещество. Еще в 1939 г. Р. Вильдт предположил, что цветовые оттенки на Юпитере могут быть вызваны примесью небольшого количества натрия в аммиачных кристаллах. В лабораторных экспериментах раствор натрия в жидком аммиаке действительно давал разнообразные цветовые оттенки в процессе кристаллизации при различных температурах. Возможны и другие объяснения: присутствие некоторых углеводородных и азотных соединений, существующих только при низких температурах, или свободных радикалов, возникающих в атмосфере Юпитера под действием солнечной радиации. К сожалению, пока нет наблюдений, которые позволили бы сделать выбор между этими гипотезами.

В ГЛУБЬ АТМОСФЕРЫ

Существующие методы исследования планет-гигантов не дают пока возможности зон-

дировать их атмосферы глубже уровня верхней границы облачных покровов. В дальнейшем, когда радиометрические измерения температур планет будут проводиться с обсерваторий, расположенных за пределами земной атмосферы, можно будет принимать тепловое излучение, скажем Юпитера, в диапазоне длин волн, лежащем вне его атмосферных полос поглощения. Это позволит непосредственно измерить температуру более глубоких слоев атмосферы. Некоторые возможности в этом отношении открываются благодаря применению радиолокации. Первый удачный опыт — посылка радиосигнала на Юпитер и прием отраженных от его облачного слоя радиоволн — был произведен в нашей стране в 1963 г.¹

Пока наши сведения о глубоких слоях атмосфер планет-гигантов базируются исключительно на теоретических расчетах атмосферных моделей.

Построить модель атмосферы — это значит представить картину распределения в атмосфере температуры, давления и плотности по высоте, показать, на каких высотах в атмосфере возникают условия, благоприятствующие конденсации некоторых газов и образованию облаков. Даже для сравнительно тонких и прозрачных планетных атмосфер, таких, например, как у Марса, нет пока вполне однозначной теоретической модели. А ведь для марсианской атмосферы мы можем задать температуру поверхности планеты и рассчитывать модель от самой поверхности. Нижние слои атмосфер планет-гигантов и поверхность этих планет совершенно недо-

¹ См. «Природа», 1964, № 9, стр. 2—12.

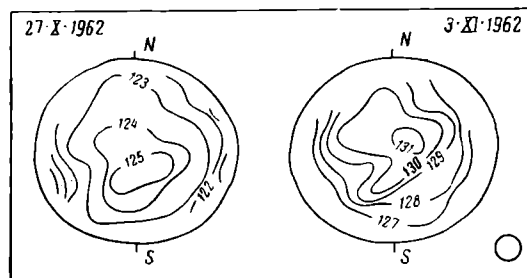


Рис. 5. Карты температурных изотоп на диске Юпитера, по наблюдениям на обсерватории Маунт-Паломар. Кругок справа внизу показывает относительные размеры входного отверстия приемника теплового излучения

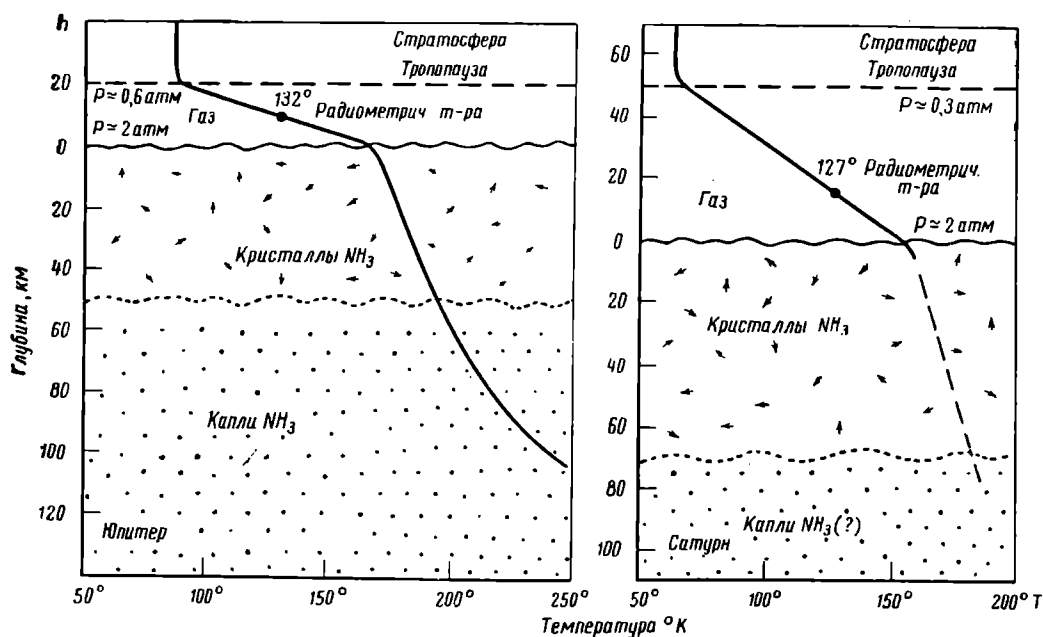


Рис. 6. Схематическое изображение вертикального строения атмосфер Юпитера и Сатурна. Распределение температуры выше облачного слоя — по Койперу, в облачном слое и ниже — по Р. Галле

ступны наблюдению, что создает дополнительные трудности для расчета.

Наблюдения непрерывных изменений, происходящих в деталях облачного слоя Юпитера и отчасти — Сатурна, указывают на интенсивное вертикальное перемещение газовых и облачных масс, свидетельствующее о турбулентном характере перемешивания верхних слоев атмосфер и этих планет. В таком случае атмосферу можно считать адиабатической с температурой, убывающей с высотой по линейному закону. Койпер в 1952 г. предложил два варианта моделей атмосфер Юпитера и Сатурна, различающиеся предполагаемым химическим составом атмосферы. Его модель «б», наилучшим образом удовлетворяющая полученному из наблюдений значению среднего молекулярного веса, основана на количественном соотношении молекулярного водорода, гелия и метана, $195:309:1,4$. При этом получается, что над облачным слоем температура убывает с высотой на 4° на каждый километр. Эта величина, представляющая адиабатический градиент температуры, находится легко, если известны удельные теплосмкости газов, входящих в состав атмосферы, ее средний молекулярный вес и ускорение силы тяжести. Для Сатурна при том же химическом составе атмосферы адиабатический градиент равен приблизительно $1,8 \text{ град/км}$ (рис. 6). Как видно из рисунка, равномерное убывание температуры с высотой происходит

только до определенного уровня над облачным слоем — тропопазы. Выше начинается область стратосферы, где вертикальное перемешивание мало или отсутствует. Температура в этой области почти или совсем не меняется с высотой. По наблюдаемому содержанию аммиака Койпер определил относительную глубину и температуру верхней границы облачного слоя. Для Юпитера эта температура равна 168°K ; на Сатурне облачный слой находится глубже и у верхней границы имеет температуру 154°K . Давление атмосферы на Юпитере у границы облачного слоя при этом получается около 2 атм.

Для атмосфер Урана и Нептуна Койпер принимает меньшее относительное содержание водорода и находит давление около $17,5 \text{ атм.}$ Однако о распределении температуры в атмосферах этих двух планет трудно сказать что-нибудь определенное, так как неясно, происходит ли там достаточно сильное конвективное перемешивание или атмосферы находятся в изотермическом равновесии.

Полученные Койпером значения температуры на различных уровнях атмосферы Юпитера не могут считаться окончательными и уже подвергаются пересмотру некоторыми исследователями. Но в любом случае эти данные относятся только к надоблачному слою атмосферы, тогда как внутри облачного слоя градиент температуры будет отли-

чатся от адиабатического. Аммиак, присутствующий в облачном слое в виде насыщенного пара и ледяных кристалликов, играет такую же роль, как и водяной пар в земной атмосфере. Процессы конденсации и возгонки (сублимации) аммиака сопровождаются соответственно выделением и поглощением тепла, так что падение температуры с высотой в зоне облаков происходит медленнее, чем в «сухой» атмосфере, где аммиак хотя и близок к насыщению, но не конденсируется в облака.

В 1963 г. Б. Ласкер (США) показал, что градиент температуры во «влажноадиабатической» атмосфере Юпитера должен быть примерно в два раза меньше, чем в «сухой» атмосфере. Р. Галле в 1962 г. рассчитал модель атмосферы Юпитера ниже границы облачного слоя и пришел к заключению, что в нижних слоях температура меняется с высотой значительно меньше, чем в надоблачном слое, зато давление растет с глубиной намного быстрее, чем это следует из модели Койпера. В результате при сравнительно невысоких температурах и относительно небольших расстояниях под поверхностью облаков достигаются весьма высокие значения плотности и давления. Облачный слой при этом имеет толщину около 50 км. Ниже лежит область, где аммиак может быть в виде капель жидкости (аммиачный дождь), а в еще более глубоких слоях аммиак присутствует только в газообразном состоянии. Уже на глубине в несколько сот километров под облачным слоем может находиться твердая поверхность Юпитера. Но вопрос о том, имеют ли Юпитер и Сатурн твердую в буквальном смысле поверхность, пока не решен окончательно. По расчетам В. Г. Фесенкова и А. Г. Масевич, у Юпитера на глубине около 0,15 радиуса давление доходит до 700 тыс. атм.— критической величины, при которой плотность водорода скачком повышается до 0,8. В. Де Маркус (США), вычисляя распределение плотности с глубиной в изотермической водородной атмосфере, допускает, что нижние слои такой атмосферы могут находиться в жидком состоянии, т. е. поверхность планеты представляет собой водородный «океан».

Сложность проблемы строения глубинных слоев атмосфер планет-гигантов связана еще с тем, что нам неизвестно, существуют ли у этих планет какие-либо внутренние источники тепла, например разогрев недр за счет распада радиоактивных элементов. Е. Элик в

1962 г. пришел к заключению, что выход внутреннего тепла на Юпитере примерно в 1,6 раза превосходит приток тепла от Солнца. Для Сатурна внутреннее тепло получается почти вдвое больше поступающего на планету от Солнца.

К сожалению, почти все приводимые расчеты могут пока считаться лишь возможными вариантами физического строения планет-гигантов, так как они не базируются на надежных наблюдательных данных.

ВРАЩЕНИЕ ПЛАНЕТ И АТМОСФЕРНАЯ ЦИРКУЛЯЦИЯ

Давно известно, что вращение планет-гигантов носит зональный характер, отличаясь от вращения твердого тела. На Юпитере, например, экваториальная область видимой поверхности планеты совершает полный оборот вокруг ее оси за 9 час. 50 мин. 30 сек. В то же время зоны Юпитера, лежащие на широтах выше 10—12° по обе стороны от экватора, имеют период вращения 9 час. 55 мин. 41 сек., т. е. отстают за один оборот от экваториальной области более чем на 5 минут. Мы наблюдаем, конечно, вращение только атмосферных облачно-газовых слоев планеты. Период вращения твердого тела Юпитера остается неизвестным. Аналогична зональность вращения и на Сатурне, средний период вращения которого равен 10 час. 14 мин. 24 сек., и, по-видимому, на остальных планетах-гигантах.

Период вращения планеты довольно легко определяется спектроскопически, если планета вращается быстро и имеет достаточные угловые размеры. Тогда по смещению (наклону) линий в спектре, возникающему вследствие Доплер-эффекта, можно найти линейную и угловую скорость вращения планеты. Обычно при таких измерениях используют фраунгоферовы линии отраженного от планеты солнечного спектра. Наклон этих линий соответствует как бы удвоенной скорости вращения, потому что точки поверхности планеты движутся и по отношению к Солнцу — источнику света, и по отношению к Земле. В 1962 г. Спинрад измерил наклон линий аммиака, возникающих непосредственно в атмосфере Юпитера. Теоретически он должен был равняться точно половине наклона фраунгоферовых линий, поскольку смещение линий, образующихся на планете, должно быть связано только с перемещением точек планеты по

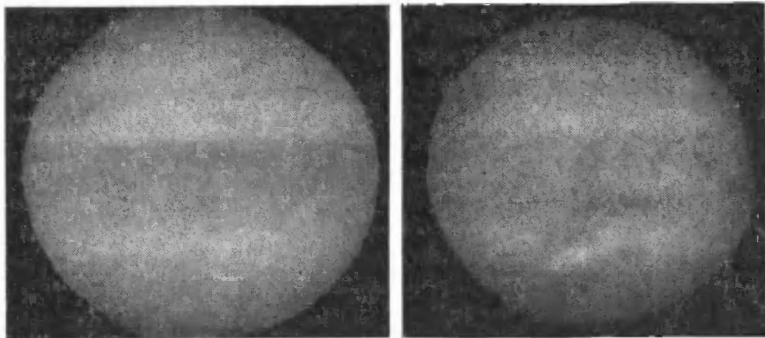


Рис. 7. Снимки Юпитера в синих лучах, полученные в 1962 и 1963 гг. на обсерватории Астрофизического института АН Казахской ССР. Вблизи левого края изображений — Красное Пятно

отношению к Земле. Однако наклон линии аммиака получился у Спинрада равным 22—30% от наклона Фраунгоферовых линий, вместо ожидаемых 50%. Если интерпретировать такой результат доплеровским эффектом, то это означает, что аммиак в атмосфере Юпитера вращается медленнее, чем отражающий облачный слой, т. е. по отношению к облачному покрову аммиак движется в сторону, противоположную вращению планеты, со скоростью 7—8 км/сек. Подобная интерпретация вызывает вполне законные сомнения.

Интересно, что эффект аномального наклона линий аммиака, по исследованиям самого Спинрада, а также И. Ференбаха и П. Герена (Франция), в разные годы не одинаков. На некоторых спектрограммах, например полученных в 1963 г., этот эффект вообще отсутствует (наклон равен 50%). Во всяком случае пока это явление остается загадочным.

Неясным остается и механизм общей циркуляции атмосфер планет-гигантов. Мы наблюдаем очень активные процессы турбулентного характера в облачном слое Юпитера, где происходят быстрые изменения как отдельных деталей, так и общего вида и расположения темных полос, что свидетельствует о переменном характере действия внутренних сил, вызывающих циркуляцию атмосферы Юпитера. На Сатурне циркуляционные процессы менее интенсивны: там не наблюдается столь темных и быстро меняющихся облачных образований, как на Юпитере, за исключением редко появляющихся светлых пятен. Активность атмосфер Урана и Нептуна, по-видимому, еще слабее,

что вполне понятно, если учесть низкие температуры этих планет.

На Юпитере в последние годы произошли очень сильные изменения. Экваториальная область этой планеты — обычно светлая. В 1957 г., например, на диске Юпитера было видно лишь несколько узких темных полосок. В 1959 г. светлая экваториальная область стала закрываться как бы желтоватосерой пеленой, а в 1962 г. вся экваториальная область была занята почти сплошной широкой темной полосой. Эта полоса, или пояс, сейчас уже

вновь начинает делиться на две части довольно обширными светлыми участками (рис. 7).

Появление темных полос связано с изменением окраски облаков в результате некоторого повышения (или понижения?) температуры, вызываемого вертикальными течениями в атмосфере, или, как считает, например, В. Г. Фесенков, с выносом на поверхность какого-то более темного сконденсированного вещества, располагающегося обычно на более низком уровне, под светлым облачным покровом. Детальной разработки механизма такого переноса газовых масс на быстровращающейся планете с плотной атмосферой пока нет, так что не существует пока и теории, объясняющей наблюдаемые явления на Юпитере. Неясно даже, вызывается ли появление темных областей восходящими потоками или, наоборот, они представляют собой области нисходящих атмосферных течений.

Неоднократно предпринимались попытки установить периодичность активных процессов на Юпитере. Особенно важно при этом было бы обнаружить связь этих процессов с солнечной активностью. Некоторые результаты в этом отношении были получены в течение последних 10—12 лет. Так, Б. М. Рубашев нашел связь колебаний блеска Юпитера и колебаний скорости вращения отдельных зон этой планеты с многолетними колебаниями солнечной деятельности. На основе фотометрического анализа многолетних снимков Юпитера, полученных на Ловелловской обсерватории, Р. Шапиро установил связь относительной яркости поверхности планеты, обусловленной шириной и

интенсивностью темных и светлых полос, со среднегодовыми и среднемесячными числами пятен на Солнце. По исследованиям И. Фока (Греция), минимумы интенсивности полной активности Юпитера как будто следуют 20—22-летнему циклу. Ф. Мюррао (Бразилия) нашел 4,5-летнюю периодичность изменений ширины северной тропической полосы. Р. Фолуэлл в 1963 г. обратил внимание на то, что среднее время отдельных солнечных образований на Юпитере и Сатурне обратно пропорционально их радиационной температуре, т. е. интенсивности получаемой участками этих планет солнечной радиации. Г. Вегнер (США) как будто обнаружил связь между цветом темных полос Юпитера и солнечной активностью.

Все это пока лишь первые попытки поисков закономерностей, которым подчиняются атмосферные проявления активности крупнейших планет солнечной системы.

КРАСНОЕ ПЯТНО ЮПИТЕРА

Единственное образование на Юпитере, для которого предложена серьезная гидродинамическая интерпретация, — знаменитое Красное Пятно, наблюдаемое уже около 150 лет. Это — овальное пятно, действительно красноватого оттенка, расположенное в южном полушарии планеты на широте около 22°. Его большая ось — около 40 тыс. км, а ширина — около 13 000 км. Чтобы объяснить природу этого загадочного феномена на поверхности Юпитера, выдвигалось немало различных гипотез, из которых наибольшую известность получила гипотеза Р. Вильдта, развитая впоследствии Б. Пиком (Англия), согласно которой Красное Пятно представляет собой остров твердого вещества, плавающий в плотной атмосфере. В 1962 г. К. Саган (США) теоретически показал, что такое тело будет неустойчиво, если оно находится на широте, отличной от нуля, за исключением маловероятного случая значительных фазовых изменений состояния вещества этого тела. Немного ранее Р. Хайд (США) предложил иную гипотезу образования Красного Пятна, основанную на гидродинамических соображениях. На твердой, точнее пластичной, поверхности Юпитера может существовать некоторое возвышение, над которым при определенных условиях возникает устойчивый вертикальный столб газа (или жидкости, если нижние слои атмосферы находятся в жидком состоянии).

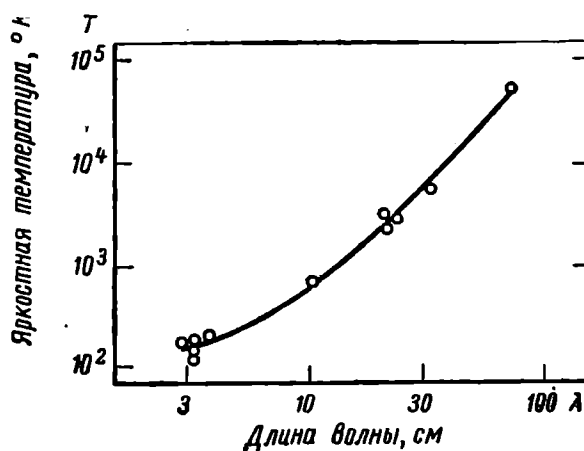


Рис. 8. Спектр радионизлучения Юпитера

Раньше веским аргументом против связи Красного Пятна с какой-либо деталью на поверхности Юпитера служили неравномерные изменения его долготы — меняющаяся скорость вращения. Гипотеза Хайда объясняет такие изменения тем, что период вращения твердой планеты, равный периоду вращения Красного Пятна (сейчас это 9 час. 55 мин. 42 сек.), несколько меняется в результате обмена вращательным моментом между твердой планетой и атмосферной оболочкой (или между ядром Юпитера и его мантией из металлического водорода).

Насколько реальна эта интересная гипотеза, пока сказать трудно, хотя газовая природа Красного Пятна кажется наиболее вероятной. В пользу газовой модели Красного Пятна говорят, в частности, проведенные автором фотометрические измерения контраста Пятна с окружающей поверхностью Юпитера в разных лучах при различных положениях Пятна на диске. Уменьшение контрастности Пятна по мере его приближения к краю диска согласуется с теоретическими расчетами, если считать Пятно облачно-газовым образованием. Для твердой поверхности Пятна изменение контрастности было бы иным.

РАДИОИЗЛУЧЕНИЕ

За последние 7—8 лет выполнено огромное количество наблюдений радиоизлучения Юпитера, которое впервые было обнаружено Б. Берком и К. Франклином (США) в 1955 г. Исследования показали, что это радиоизлучение можно разделить по крайней мере на три вида. В сантиметровом диапазоне (длины

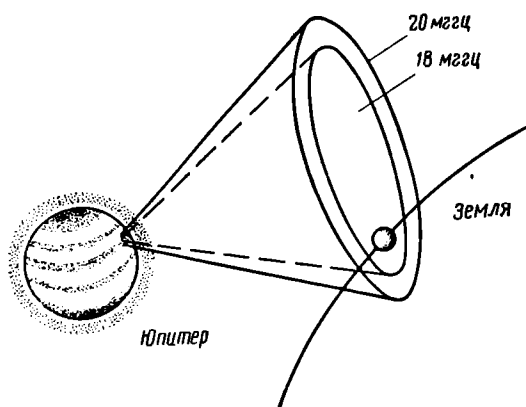


Рис. 9. Конусы выхода декаметрового радиоизлучения Юпитера для разных частот излучения

волн меньше 3—5 см) мы наблюдаем обычное тепловое радиоизлучение — низкочастотный «хвост» электромагнитного излучения нагретого тела. Оно дает практически ту же температуру для Юпитера, что и измерения теплового инфракрасного излучения — около 130° К. Значит, тепловое радиоизлучение Юпитера приходит от тех же слоев атмосферы, что и инфракрасное.

С переходом же к большим длинам волн яркостная температура, соответствующая наблюдаемой интенсивности радиоизлучения, начинает быстро расти (рис. 8), достигая совершенно нереальных значений — до 50 000° и выше. Ясно, что здесь мы уже имеем дело с радиоизлучением нетеплового происхождения. На дециметровых волнах нетепловое радиоизлучение носит сравнительно спокойный характер. Зато третий вид радиоизлучения Юпитера — декаметровое, в диапазоне 15 м (наблюдаемые частоты — 18 и 20 мггц) — представляет собой кратковременные всплески различной продолжительности — в секунды или даже в сотые и тысячные доли секунды. Регистрируются эти всплески обычно в течение 1—2 часов, из чего можно сделать вывод, во-первых, о локализации источника радиовсплесков на диске планеты, а во-вторых, о том, что излучение выходит из планеты в пределах некоторого конуса с углом раствора около 40—50° для излучения с частотой 18 мггц и несколько большим для излучения с частотой 20 мггц (рис. 9). Обнаружены признаки существования вторичных лепестков радиоизлучения, отличающихся от главного по направлению на 90°.

Период вращения источников декаметро-

вого радиоизлучения равен 9 час. 55 мин. 30 сек., т. е. примерно на 11 сек. короче периода вращения облачной поверхности Юпитера на широтах, больших 10—12°. Поэтому неоднократные попытки отождествить источники радиоизлучения по положению с какими-либо деталями видимой поверхности планеты или с Красным Пятном не дали определенных результатов.

Интересной особенностью декаметрового радиоизлучения Юпитера является то, что даже на близких частотах всплески излучения появляются не одновременно. Между прочим, это один из фактов, опровергающих высказывавшееся раньше объяснение радиовсплесков грозowymi разрядами на Юпитере. Земные грозы обычно характеризуются непрерывным спектром радиоизлучения на довольно широком диапазоне. Кроме того, мощность радиовсплесков Юпитера несравненно больше мощности радиоизлучения самых сильных электрических разрядов.

Останавливаться здесь на изложении всех гипотез, предложенных для объяснения природы нетеплового радиоизлучения Юпитера, мы не имеем возможности. Отметим только, что возникновение всплесков радиоизлучения большинство исследователей связывает с существованием у Юпитера мощной ионосферы — области верхней атмосферы планеты, где достаточно большое число атомов ионизовано под действием солнечного излучения. Поляризация радиоизлучения Юпитера (существование преимущественной плоскости колебаний электрического и магнитного поля) указывает на то, что он обладает достаточно сильным магнитным полем. Колебания ионосферной плазмы — смеси ионизованных атомов и оторванных от них свободных электронов — в магнитном поле планеты приводят, как показывают расчеты советского радиоастронома В. В. Железнякова, к излучению электромагнитных волн на частотах, лежащих как раз в радиодиапазоне.

Исследования радиоизлучения в дециметровом диапазоне обнаружили, что оно приходит к нам не от самого Юпитера, а от окружающей его области диаметром в несколько диаметров планеты. Эта область представляет собой обширный пояс заряженных частиц, аналогичный радиационным поясам Земли. По недавним исследованиям, Юпитер, по-видимому, окружен не одним, а двумя поясами радиации. Наблюдаемое радиоизлучение создается электронами радиационных поясов, движущимися в магнитном поле Юпитера.

Механизм этого радиоизлучения тоже пока неясен. Сейчас наиболее вероятным считается синхротронный механизм радиоизлучения — излучение в результате торможения в магнитном поле так называемых релятивистских электронов, т. е. электронов, летящих со скоростью, приближающейся к скорости света. Однако необходимы дальнейшие исследования, как наблюдательные, так и теоретические, для выявления и объяснения всех особенностей радиоизлучения Юпитера.

Сатурн тоже излучает радиоволны. Это излучение в сантиметровом диапазоне было открыто в 1957 г. Дрейком и Юэном. Оно лежит у предела чувствительности приемной аппаратуры, поэтому о механизме его сказать что-либо пока трудно. По недавним наблюдениям Дрейка, радиоизлучение Сатурна в длине волны 10 см дает яркостную температуру $196 \pm 44^\circ \text{K}$, тогда как на длине

волны 3,4 см яркостная температура получается равной $106 \pm 21^\circ \text{K}$. Возможно, что и у Сатурна радиоизлучение в дециметровом диапазоне имеет нетепловую природу.

* * *

Даже из этого краткого обзора мы видим, как много нерешенных вопросов связано с далекими планетами солнечной системы. Предстоит еще очень много работы даже по изучению внешних слоев атмосфер этих планет. Глубокое зондирование газовых оболочек планет-гигантов — дело более далекого будущего и связано оно скорее всего с использованием автоматических станций, которые смогут проникнуть в глубь планетных атмосфер. Не исключена возможность, что при этом мы столкнемся с явлениями, о которых пока и не подозреваем.

УДК 523.40



И. Б. Файнбойм
ИРЕН И ФРЕДЕРИК ЖОЛИО
— КЮРИ

Издательство «Просвещение»,
1964 г., 64 стр., ц. 8 коп.

Четырем замечательным французским ученым — Пьеру и Мари Кюри, Фредерику и Ирен Жолио-Кюри, связанным родственными узами и отдавшим свою жизнь науке, принадлежат крупнейшие открытия, которые направили физику и химию по новому пути. Мари и Пьер Кюри первыми проникли в глубокие

тайны вещества; их дело с честью продолжило последующее поколение этой овечьей славы семьи, давшей миру не только высокообразованных ученых, но и честных и самоотверженных борцов за счастье человечества.

Книга, посвященная Ирен-Фредерику и Жолио-Кюри, не узкобиографическая повесть о двух ученых и общественных деятелях. Автор рисует жизнь и творчество этих талантливых ученых на фоне интереснейших событий в науке.

В начале книги рассказывает о титаническом целеустремленном труде супругов Кюри, добившихся получения чистого хлористого радия и развернувших затем исследования радиоактивного элемента. С этого времени начинается довольно быстрое накопление все новых и новых фактов, которые вызвали настоящую революцию в привычных представлениях о строении вещества. Поток открытий, рождавшийся в лабораториях физиков и химиков, породил новые идеи. И наиболее крупные и гениальные открытия в области ядерной физики в этот период принадлежат Ирен и Фредерику Жолио-Кюри. В живой, увлекательной форме автор ведет читателя по сложным и трудным путям творческой биографии второго поколения «научной династии» Кюри. Ярко запоминается привлекательный образ Ирен, от-

давшей всю свою жизнь многолетним исследованиям искусственной радиоактивности. Мы все помним замечательный образ ее мужа — Фредерика. Когда ученый — неутомимый борец за мир, приезжал в нашу страну, мы слышали его лаконичные образные речи, направленные против тех, кто душил науку и стремился ее использовать во вред человечеству. В книге собрано много интересных фактов, дорисовывающих облик этого прекрасного человека.

С интересом следя за творческой жизнью Жолио-Кюри, читатель вместе с тем получает много познавательных сведений не только об истории физики наших дней, но и ее достижениях и применениях. В разделе «Радиоактивные изотопы повсюду» интересно и доступно рассказано о применении искусственных радиоактивных элементов в медицине, разнообразных биологических исследованиях в технике и промышленности. Новые факты мирного применения атомной энергии содержатся в последующем разделе книги. Пророчески звучат приведенные слова И. В. Курчатова, произнесенные в Московском Доме ученых: «Жизнь человека не вечна, но наука и знания переступают пороги столетий, и можно смело утверждать, что подвижническая научная деятельность Жолио-Кюри будет жить в веках».

КОНЕЧНОСТЬ БЕСКОНЕЧНОСТЬ ВО ВСЕЛЕННОЙ

Профессор Э. Кольман
Действительный член Чехословацкой
Академии наук

*Уж человекский открыл много ди-
ковинного в природе и открыл еще
больше, увеличивая свою власть над
ней, но это не значит, чтобы приро-
да была созданием нашего ума или аб-
страктного ума . . .*

В. И. Ленин

Новая, космическая эра в истории чело-
веческого знания, начавшаяся 4 октяб-
ря 1957 г. запуском первого советского ис-
кусственного спутника Земли, как бы при-
близила к нам Вселенную. Полеты космонав-
тов в ее неизведанные просторы, естествен-
но, усилили интерес к космологии, науке,
изучающей — в отличие от других разделов
астрономии — не отдельные небесные тела и
их системы, а строение и развитие Вселен-
ной во всей ее совокупности. И вполне понятно, что при этом внимание со-
средоточилось особенно на проблеме про-
странственных и временных
свойств Вселенной. Ведь эта проблема вол-
новала умы еще с древности, а особенно же
в нашем XX веке, становилась вновь и
вновь предметом горячих научных — и не
только научных — споров.

Каковы пространство и время Вселенной
в целом, каковы их свойства? Такие же, как
свойства пространства и времени тех частей
космоса, которые мы в состоянии наблюдать,
или отличаются от них? Конечны они или
бесконечны? Но прежде чем рассказать о со-
временных попытках найти научный ответ
на этот сложный вопрос, нам придется пред-
послать этому некоторые методологические
замечания.

От редакции. Публикуя статью проф.
Э. Кольмана, с рядом положений которой не все
согласны, редакция приглашает специалистов
различных отраслей знания (философов, физиков,
астрономов и др.) принять участие в ее обсуж-
дении.

ЕДИНАЯ, НЕПОВТОРИМАЯ

У космологии есть особенности, отличаю-
щие ее не только от других разделов астро-
номии, но и от всех естественных наук вооб-
ще. Ведь основным методом познания, как
в повседневной жизни, так и в науке, служит
с р а в н е н и е: посредством его мы уста-
навливаем различия и сходства вещей. Но
где их взять, раз Вселенная — совокупность
всего материального бытия — существует по
самой своей сути лишь в одном экземпляре?
Отсюда ясно, что задачи космологии прин-
ципиально несравненно труднее задач дру-
гих наук, которые формулируют законы, от-
ражающие закономерности процессов при-
роды, т. е. то, что в них существенно, устой-
чиво и повторяется. Но Вселенная неповто-
рима, и поэтому нельзя, собственно, гово-
рить о законах, применимых к ней в целом,
а только о законах, относящихся к ее ча-
стям. Конкретные примеры сразу же убедят
нас в справедливости этого положения, кото-
рое с первого взгляда может вызвать недо-
умение.

Ко Вселенной в целом неприменим закон
всемирного тяготения, хотя он проверен для
любой наблюдаемой ее части. Ведь этот за-
кон, как в форме, данной Ньютоном, так и
в более точной, которую придал ему Эйн-
штейн, говорит о взаимном притяжении двух
тел, а Вселенной не с чем взаимодейство-
вать. Или взять, например, закон рассеяния
энергии, действующий для любой макроси-
стемы, в тепловом отношении полностью изо-
лированной от окружающей ее среды. Он
неприменим ко Вселенной в целом, у кото-

рой, понятно, по самому ее определению ни о какой окружающей ее среде не может быть и речи, а поэтому и попытки вывести из него «тепловую смерть» нашего мира лишены основания. Таким образом, понятно, почему космология не занимается поисками законов, управляющих Вселенной в целом, а пытается построить ее модель, о чем будет сказано в дальнейшем.

При переносе на Вселенную в целом теряет привычный смысл не только понятие «закона», но и многие другие основные понятия научного мышления, возникшие как отображения отношений, господствующих в наблюдаемых ее областях. Например, здесь не имеет смысла говорить об однозначно ориентированном «направлении в пространстве», так как в применении ко Вселенной в целом не может быть понятий: верх и низ, впереди и сзади, слева и справа. То же самое верно и относительно «направления развития». Отдельные материальные системы в самом деле обладают таким направлением развития как главенствующим. Они развиваются от простого к сложному, от низшего к высшему, по восходящей линии. Это относится к атомному строению вещества, к туманностям, звездам, планетным системам, к планетам, в том числе и к Земле, к жизни на ней, человеческому обществу, познанию, к отдельному человеку. И тем не менее, это неверно по отношению ко Вселенной в целом, это не всеобщий и не единственный, а только частный закон развития, который лишь Сталин ошибочно, упрощенно превратил в одну из «черт» диалектики. В действительности же в мире повсюду происходит и развитие по нисходящей линии, от высшего к низшему, от сложного к простому.

Ко Вселенной в целом применимо лишь понятие вечного круговорота материи, идею которого столь проникновенно выразил Энгельс во введении к «Диалектике природы». И хотя с тех пор прошло почти 90 лет бурного развития науки, эта гениальная идея не только не устарела, но в пользу ее наука приносит все новые свидетельства.

Из сказанного явствуют следующие выводы. Во-первых, космология в большей степени, чем остальные естественные науки, связана с философией непосредственно, как потому, что ее результаты прямо входят в фундамент научной картины мира, так и потому, что она повседневно нуждается в методологическом осмысливании не только

этих результатов, но и концепций и мыслительных приемов, с которыми она работает. Во-вторых, невозможность распространить многие, взятые из макромира, основные понятия на Вселенную в целом относятся и к понятиям пространства и времени, этим всеобщим формам существования материи. У нас нет оснований допускать, что пространство и время Вселенной в целом обладают теми же свойствами, которые нам известны из опыта, относящегося к отдельным ее макроскопическим областям. Не приведет ли нас это к противоречиям, подобно тому, как мы приходим к ним, когда необдуманно распространяем некоторые понятия макромира на микромир? Ведь ни наблюдать, ни охватить Вселенную в целом наглядным представлением мы не можем, а должны руководствоваться в этом вопросе одним только теоретическим мышлением.

НЕМНОГО ИСТОРИИ

Древнегреческий философ-материалист Демокрит считал, что Вселенная бесконечна в пространстве, а великий диалектик Гераклит,— что она бесконечна во времени. Но взгляды, господствовавшие два тысячелетия и поддержанные христианской церковью, рисовали мир как пространственно конечный, заключенный в хрустальную сферу неподвижных звезд, и как конечный во времени, сотворенный богом и дожидавшийся светопредставления. Даже Коперник, сместивший Землю с приписываемого ей центра Вселенной, поддерживал это представление. И лишь Джордано Бруно, пламенный борец за гелиоцентрическое учение, сделал из него вывод о бесконечном числе звездных миров, о беспределности и вечности Вселенной, о ее неограниченности. Его вдохновенные сонеты воспевали освобождение человеческого духа от сковывающих его границ, своим смелым полетом пробивающего любую «небесную твердь»:

«...Кристалльной сферы мнимую преграду,
Поднявшись ввысь, я смело разбиваю,
И в бесконечность мчусь, в другие дали.
Кому на горе, а кому в отраду,
Я Млечный Путь внизу вам оставляю...»

Как «еретик», пантеист, противник схоластики и проповедник конфискации несметных церковных богатств и земельных угодий, Бруно погиб на костре инквизиции.

Проблема пространства и времени Вселенной смогла получить научное обоснова-

ние лишь с созданием Ньютоном небесной механики. Однако он, а за ним и вся наука до Эйнштейна рассматривали пространство и время как не зависящие друг от друга и как заранее данные бесконечные однородные емкости материи, не зависящие от нее.

Но несмотря на величайшие успехи ньютоновской механики, она оказалась несовместимой с идеей бесконечности Вселенной. В 1744 г. Шезо и в 1826 г. В. Ольберс обнаружили парадокс, получивший название фотометрического. Они установили, что при среднем равномерном распределении звезд в бесконечном пространстве от их излучения звездное небо должно приобрести за бесконечное время яркость Солнца, — чего в самом деле нет. А в 1877 г. Нейман и в 1899 г. Г. Зелигер открыли так называемый гравитационный парадокс. Он состоит в том, что при среднем равномерном распределении звезд сила притяжения в любой точке должна иметь бесконечно большое значение и неопределенное направление, что также не соответствует действительности.

Чтобы устранить эти и некоторые другие противоречия, выдвигали различные предположения. Так, для объяснения первого парадокса допускали, будто существует поглощающее свет межзвездное вещество. Однако под действием излучения оно рано или поздно нагрелось бы и стало само излучать. Для преодоления второго парадокса предлагали видоизменить закон всемирного тяготения так, чтобы сила тяжести убывала чуть быстрее, чем с квадратом расстояния. Но эта гипотеза, выдвинутая лишь для данного случая, не получила какого бы то ни было обоснования, и ее пришлось оставить. В качестве наиболее радикального решения в рамках ньютоновской механики предлагалась иерархическая, ступенчатая модель Вселенной, разработанная в 1908—1922 гг. Шарлье и усовершенствованная в 1937 г. В. Г. Фесенковым. В ней бесконечная Вселенная с бесконечной массой, но с плотностью, стремящейся к нулю, представлялась как состоящая из систем различных, все возрастающих порядков: планеты с их спутниками, звезды с их планетами, звездные скопления, туманности, скопления туманностей, метagalктики и так далее до бесконечности. Поскольку в этой модели выполняются некоторые предположения (например, о быстром убывании плотности при переходе ко все большим объемам), постольку парадоксы устраняются. Однако развитие физики показало, что сама

ньютоновская механика и теория тяготения представляют собой лишь приближение к действительности, которое для масштабов Вселенной должно быть заменено более точным приближением.

ВКЛАД ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

В 1905 г. А. Эйнштейн обосновал специальную теорию относительности, в которой, как это три года спустя показал Г. Минковский, пространство и время перестают иметь самостоятельное существование, сливаясь в четырехмерное многообразие пространства-времени, с геометрией, подобно геометрии Лобачевского, отличной от геометрии Евклида. В материальной системе, движущейся относительно другой такой системы со скоростью, близкой к скорости распространения света и любых электромагнитных волн в вакууме (которая является предельной, недостижимой для вещества), пространственные размеры укорачиваются в направлении движения, процессы в ней замедляются, а ее масса возрастает. Вследствие этих парадоксальных, но объективных изменений понятий пространства и времени теряют свой абсолютный характер и понятие одновременности. В применении к двум событиям, расстояние между которыми настолько больше или промежуток времени между которыми меньше, чем требуется для обмена световым сигналом, теряют смысл понятия «прежде» и «после», взаимодействия и причинной связи между ними.

В 1916 г. Эйнштейн окончательно сформулировал общую теорию относительности, вывел уравнения тяготения. Они определяют гравитационное поле, создаваемое данным телом, и вместе с тем содержат в себе также и возможность определить движение самого этого тела, создающего поле. Для этого надо знать лишь еще уравнения состояния вещества, т. е. уравнения, связывающие между собой давление и плотность. При слабых полях и малых (по сравнению со скоростью света) скоростях, уравнения Эйнштейна переходят в уравнение всемирного тяготения Ньютона как в свой предельный случай. Правильность теории Эйнштейна подтверждена тем, что предсказанные ею явления действительно были экспериментально установлены¹. Это — смещение орбит планет (всего

¹ См. «Природа», 1963, № 8, стр. 19.

около 43 угловых секунд в столетие для ближайшей к Солнцу планеты Меркурия, где оно наиболее сильно); искривление световых лучей под влиянием больших масс вещества (смещение видимого положения звезд вокруг Солнца, наблюдаемое во время его полных затмений); смещение спектральных линий звезд в красную сторону спектра по сравнению с их положением в спектрах, полученных в земных лабораториях. В последнее время к этому прибавились еще подтверждения явлениями, относящимися к микрочастицам, а также явлениями, связанными с движением искусственных спутников и космических ракет.

Начиная с 1917 г., Эйнштейн пытался применить свои уравнения к космологии. Однако ни ему, ни другим ученым не удалось преодолеть встретившиеся громадные математические трудности. Тогда он ввел в уравнения добавочный член, получивший название «космологического». При этом допущении он получил такую математическую модель Вселенной, в которой средняя плотность вещества не изменяется в зависимости от времени, и пространство которой, не будучи ничем ограничено, тем не менее не бесконечно, а конечно, замкнуто. Однако в 1922 г. ленинградский математик А. А. Фридман показал, что решение, при котором средняя плотность вещества во Вселенной отлична от нуля, можно получить, не добавляя в уравнения тяготения произвольного «космологического члена». Но при этом геометрические свойства Вселенной должны изменяться со временем. А именно, Вселенная должна расширяться или сжиматься.

И вот, в 1929 г. американский астроном Э. Хаббл обнаружил, что скопления туманностей, расположенные за пределами Галактики, т. е. вне системы Млечного Пути, к которой, вместе с миллиардами других звезд, принадлежит и наше Солнце, «разбегаются». Скорость удаления скопления туманностей друг от друга возрастает тем больше, чем больше становится расстояние между ними. Это «разбегание» приводит к тому, что у спектральных линий столь далеких туманностей наблюдается смещение к красному концу спектра (это «космологическое красное смещение» не следует смешивать с «гравитационным красным смещением», упомянутым выше). Согласно современным уточненным данным, на каждый миллион световых лет расстояния скорость «разбегания» увеличивается на 25—30 км/сек. Открытие Фрид-

мана было признано Эйнштейном уже в 1923 г. в малоизвестной заметке, а позже, в 1953 г., в известной работе «Сущность теории относительности» Эйнштейн отметил его большое принципиальное значение¹.

«ДИКОВИННЫЕ» ИДЕИ

Изложенные здесь (по необходимости крайне сжато) идеи о пространственной конечности Вселенной и о ее расширении кажутся противоречащими «здравому смыслу». Их нельзя представить себе чувственно, наглядно, как, впрочем, и бесконечное пространство; они могут быть постигнуты лишь абстрактным мышлением, лучше всего математическим. Но и то, что вода является соединением двух газов — водорода и кислорода, да и многие другие научные истины противоречат «здравому смыслу», и мы не в состоянии наглядно их представить. Таковы почти все наши знания о микромире. Но мы уже давно привыкли к некоторым понятиям, которые когда-то также считались «дикивинными». Мы представляем себе виденный прежде стол или даже геометрическую фигуру. Скажем квадрат, хотя мы ее никогда не видели, так как точного геометрического квадрата в природе не существует. Однако нельзя себе представить конечное замкнутое пространство, которое, по аналогии с конечной замкнутой, но ничем не ограниченной двумерной поверхностью (например, поверхностью шара), ничем не ограничено. Но разумом мы вполне можем такое пространство понять и изучать его геометрию. Так же обстоит дело и с расширением пространства: хотя и невозможно наглядно представить, что оно, не будучи вмещено никуда, ни в какое пространство с четырьмя измерениями, способно расширяться «никуда», абстрактно это понять вполне возможно.

История науки показывает, что чем более непривычны появляющиеся в ней идеи, тем охотнее, для якобы научного обоснования своих взглядов, хватаются за них идеалисты и богословы. Это, понятно, произошло и с идеями пространственно-конечной и расширяющейся Вселенной, тем более, что в наш век заката капитализма его идеологи не брезгают ничем, что, по их мнению, способно укрепить реакционное мышление. Выдвинутое предположение, что Вселенная про-

¹ См. «Успехи физических наук», т. LXXX, 1963, № 3.

страстно к о н е ч н а, чуть ли не все идеалистические философы, богословы, а под их влиянием и многие буржуазные естествоиспытатели стали толковать так, будто Вселенная ограничена. Но, рассуждали они, Вселенная содержит всю материю. Значит, раз она ограничена, она должна быть ограничена чем-то нематериальным — духом, богом-держителем! Далее, расширение Вселенной должно было когда-то начаться — примерно полтора миллиарда лет тому назад¹, если предположить, что темп расширения всегда был таким же, как сегодня, когда вся материя была сжата до какого-либо подобия единственного «праатома». Ну вот тогда и произошло сотворение мира господом богом. И в будущем «разбегание» скоплений внегалактических туманностей приведет к тому, что Вселенная распадется, тогда и наступит «конец света», «второе пришествие»!

Понятно, что прогрессивные ученые не могли мириться с подобными реакционными измышлениями. Поэтому многие пытались отрицать, что «разбегание» происходит на самом деле, объявляли, что оно лишь кажущееся. Сам факт космологического красного смещения они пытались объяснить какими-то другими причинами (например, «старением» частиц света — фотонов, или поглощением света межзвездной материей). Однако все это оказалось безуспешным. Возникшая между тем радиоастрономия подтвердила, что это явление охватывает всю наблюдаемую часть Вселенной, т. е. все скопления туманностей до расстояний десятков миллиардов световых лет. Поэтому необходимо считаться с ним как с научным фактом. Это обязаны делать и философы-марксисты, тем более, что ныне отпала одна из причин, почему они (в том числе и автор данной статьи) на протяжении многих лет выступали против космологических идей Эйнштейна и др. Ведь теория расширяющейся Вселенной не использует «космологический член», введенный лишь для удобства вычислений, т. е. в соответствии с субъективно-идеалистическими взглядами махизма, будто математика может и должна диктовать природе ее законы.

НЕ УМОЗРИТЕЛЬНЫЕ ДОМЫСЛЫ, А НАУЧНЫЕ ФАКТЫ

Очевидно, что задача марксистских философов состоит не в том, чтобы выступать

¹ По современным данным, около 10—15 млрд. лет. *Прим. ред.*

против установленных наукой фактов и выдвигаемых ею предположений, а в том, чтобы делать из них диалектико-материалистические выводы, содействующие научному прогрессу, и чтобы со знанием дела опровергать необоснованные «выводы» идеалистов, метафизиков, агностиков. Между тем, к сожалению, даже в книге «Основы марксистской философии» сама теория расширяющейся Вселенной названа «идеалистической», «реакционной, откровенно фидеистской», «ни в коей мере не научной». Это «доказывается» тем, что, во-первых, нельзя отождествлять совокупность внегалактических туманностей со всей Вселенной, так как первая только неизмеримо малая часть последней. Но откуда известно, какую именно часть Вселенной составляет ее наблюдаемая часть? И о чем другом, как не о наблюдаемой Вселенной, можно вообще иметь нечто большее, чем домыслы?

Во-вторых, здесь же говорится, будто нет оснований думать, что повсюду движение всех внегалактических туманностей происходит в сторону от «центра» и что не существует где-то встречных или более сложных движений. Но в рассматриваемой теории никакого «центра» нет и в помине, так как согласно ей все скопления туманностей удаляются друг от друга во всех направлениях, допущение же существования встречных и других движений умозрительно, никакими наблюдениями не подкреплено.

В-третьих, там же утверждается, будто нет никаких оснований полагать, что даже в наблюдаемой нами части Вселенной движение туманностей оставалось одним и тем же во все времена. Это единственный верный аргумент, но он свидетельствует не против теории расширяющейся Вселенной, а против ее неправильного метафизического и идеалистического истолкования. На деле же эта теория допускает, например, возможность пульсирования, т. е. чередования в весьма длительные промежутки времени расширения и сжатия пространства Вселенной.

В-четвертых, здесь же говорится, будто объяснение красного смещения внегалактических туманностей их разлетанием не является единственно возможным и окончательным. Но выдающиеся астрономы, советские, как В. А. Амбарцумян и другие, а также иностранные, придерживаются сегодня противоположного мнения.

Признание разлетания галактик повсе не

означает, будто мы считаем, что теория разлетающейся Вселенной способна объяснить всю невероятную сложность явлений Метагалактики, насчитывающей около миллиарда галактик, подобных нашей, из которых каждая содержит от одного до сотни миллиардов звезд и более. Эта теория, как и все космологические модели, является лишь простейшей схемой. Она феноменологична, т. е. она только описывает явление разлета галактик, но не объясняет его. Тем более она не может объяснить те удивительные явления, которые были открыты за последние 12 лет благодаря радиоастрономии, прежде всего — радиоизлучение огромной интенсивности, исходящее из ядер некоторых галактик. Возможно, что когда будет получено объяснение этих явлений, то тем самым будет найдена и причина, вызывающая разлетание галактик, и будет построена космологическая теория, имеющая более прочное обоснование, чем любая из тех, которые ныне существуют.

Что же касается проблемы пространственной конечности или бесконечности Вселенной, то при ее изложении допускается, к сожалению, логическая непоследовательность. Так, на стр. 94 названной книги совершенно правильно сказано: «Безграничность и бесконечность — разные характеристики пространства. Чтобы пояснить это, укажем на поверхность шара. Передвигаясь по ней, мы никогда не обнаружим никаких границ, дальше которых нельзя было бы двигаться. Но поверхность шара конечна, и мы можем заполнить, исчерпать ее, например, покрывая ее кусочками бумаги». Но об этом тут же забывают! Как это ни странно, искренне желая бороться против идеалистов и религиозников, авторы подобных концепций повторяют за ними их же «довод», будто из пространственной конечности, замкнутости материального мира следует, что он ограничен, ограничен чем-то нематериальным! Столь велика инерция мышления, «страшная сила привычки», что мы не склонны отказываться от прижившихся представлений, особенно когда они укоренились так глубоко, как те представления пространства и времени, которыми мы пользуемся повседневно, и что мы зачастую упорно сопротивляемся усвоению новых идей, догматически цепляемся за старые, отжившие, не желаем переучиваться, тем более, если мы их не только заучили, но и сами распространяли и учили им других.

ЛЕНИН О ПРОСТРАНСТВЕ И ВРЕМЕНИ

В «Материализме и эмпириокритицизме» В. И. Ленин этой проблеме посвятил целый раздел третьей главы. Он подчеркивал, что наша философия, признавая независимое от нашего сознания существование движущейся материи, должна также неизбежно признавать объективную реальность пространства и времени. Но, подчеркивал Ленин, человеческие представления и понятия о пространстве и времени относительны, изменчивы, они являются неполным отражением объективных форм бытия. К абсолютной истине человеческое познание, развиваясь, лишь приближается. Следовательно, диалектический материализм не связывает себя признанием тех или других наших понятий и представлений о времени и пространстве на вечные времена, так же как он не связывает себя, например, признанием тех или других представлений о строении вещества, или о характере причинности и т. п. Ибо все эти представления временны, они зависят от исторически достигнутого уровня научных знаний. Диалектический материализм не застывает догматически на тех или других отдельных своих частных положениях, а дополняет, исправляет и заменяет их другими, отвечающими новому уровню науки, благодаря чему только он и сохраняет свою научную и вместе с тем революционную сущность.

Марксизм-ленинизм безусловно признает, что действительное пространство, обладающее тремя измерениями, материально (между тем как мыслимое «пространство» о более чем трех измерениях является лишь весьма полезной абстракцией — обобщением понятия материального пространства) и что оно познаваемо. Наши представления о пространстве претерпевают большие изменения, особенно в настоящее время в связи с достижениями науки. Как доказал в 1955 г. советский исследователь А. Л. Зельманов, если при решении уравнений тяготения учитывать данные наблюдений, которые показывают, что Вселенная неоднородна и что она анизотропна (т. е. что физические свойства вещества по различным направлениям не одинаковы, так как оно находится в силовых полях), то даже в первом приближении, когда мы принимаем среднюю плотность вещества во Вселенной равной нулю, в этой модели можно избрать сколь угодно много таких систем отсчета, в которых Вселенная пространственно бесконечна, но можно из-

брать и сколь угодно много таких, в которых она пространственно конечна. Дальнейшие исследования Зельманова (1963 г.) показали, что неприменимость понятий пространственного «конечного» и «бесконечного» в общепринятом смысле остается и для модели Вселенной с конечной плотностью.

Дать прямое доказательство того, что Вселенная пространственно конечна или пространственно бесконечна, невозможно. Ведь опыт человечества конечен: конечно число поколений, число особей в каждом, конечны и способности самого развитого мозга, хотя они громадны. Но и косвенное доказательство — от противного — дать ни тому, ни другому утверждению невозможно. Ведь если бы даже оказалось, что из допущения, что Вселенная пространственно конечна, вытекают какие-то следствия, противоречащие научно установленным фактам, то отсюда еще не следовало бы с достоверностью, что Вселенная пространственно бесконечна. Всегда можно было бы предположить, что это противоречие вызвано тем, что мы упустили из виду какие-то пока еще неизвестные факторы. То же самое верно и относительно косвенного доказательства пространственной конечности Вселенной — оно тоже не может быть дано. Ведь нечто аналогичное имело место много раз в истории науки. Так, например, в 1931 г., когда оказалось, что при бета-распаде атомных ядер теряется часть энергии, многие физики, Н. Бор в том числе, поспешили объявить, что закон сохранения энергии не выполняется в микромире, пока В. Паули не предсказал существования частицы нейтрино, уносящей с собой эту энергию, экспериментальное доказательство существования которой было дано лишь в 1956 г. Таким образом, для того чтобы высказывать непререкаемые суждения о пространственной бесконечности или конечности Вселенной, нет никаких реальных оснований. Диалектический материализм одинаково совместим с допущением как пространственной бесконечности, так и пространственной конечности Вселенной. Разрабатывать эту проблему нельзя иначе, чем опираясь на естественные и математические науки. Как естественникам не следует думать, будто они могут обойтись без философии, так и философы не должны воображать, будто они могут подменить умозрительным мышлением исследования физики, астрономии, математики и т. д. Поэтому мы считаем ошибочной мысль некоторых философов, будто существует ка-

кое-то особое философское понятие бесконечности, не зависящее от результатов, к которым в проблеме бесконечности приходят конкретные науки.

ПРОБЛЕМА ВРЕМЕНИ

Эта проблема, разумеется, более трудна для понимания, чем проблема пространства. Ведь пространство, так сказать, вещественно представимо, чего нет у времени. Кроме того, как указал французский физик П. Ланжевен, практически бесконечное, по сравнению с привычными нам скоростями, значение скорости света вносит резкую асимметрию в наше восприятие совпадений пространственных и временных событий.

Следует отметить, что сказанное выше относительно пространства нельзя переносить автоматически на время. Ибо, хотя время и пространство неразрывно между собой связаны, они тем не менее существенно различны. Поэтому мыслимы четыре типа модели Вселенной:

1. бесконечная как в пространстве, так и во времени;
2. конечная в пространстве, но бесконечная во времени;
3. бесконечная в пространстве, но конечная во времени;
4. конечная как в пространстве, так и во времени.

Но допущение конечности времени вовсе не обязательно означает, будто время имеет начало и конец. Чтобы это понять, мы должны еще раз припомнить, что понятия «конечное» и «ограниченное» вовсе не совпадают. Верно, что все то, что ограничено, также и конечно, однако конечное может быть и неограниченным, т. е. не иметь ни начала, ни конца!

Чтобы сделать это непривычное понятие более доступным пониманию, представим, будто на крайне тонком обруче живут крохотные червячки, которые — поскольку сами они и их «вселенная» практически обладают лишь одним измерением, длиной — не в состоянии представить ни ширину, ни высоту. Вместе с тем сделаем такое допущение. Пусть они умеют мыслить и выработали свою геометрию. Если, вдобавок, эти фантастические существа, передвигаясь вдоль обруча, смогут обойти его, то они убедятся в двух удивительных для них вещах. Во-первых, нигде они не наткнутся на препятствие, т. е. их «вселенная» не имеет ни пространственного

начала, ни конца. Во-вторых, их «вселенная» конечна, им удалось измерить ее величину, выразить длину периметра обруча как конечное кратное, например, длины их собственного тела. Все это покажется им дикованным, так как они привыкли «думать», что раз что-либо конечно, то оно — как их тело — должно иметь начало и конец...

Приведенный пример — это модель «замкнутого времени», подобно тому, как изображают временное расписание поездов пространственным графиком. Если допустить, что в невообразимо огромный — по сравнению даже с астрономическими сроками — промежуток времени природа совершает свой круговорот, то в применении ко Вселенной в целом будет просто лишено смысла употреблять понятие времени в том смысле, как мы создали его себе на основании нашего ограниченного опыта существования человечества. А то, что никаких выводов о каком-то «начале» и «конце» мира, и тем более о его «сотворении», нельзя получить из идеи конечного, т. е. замкнутого, но вовсе не ограниченного времени, — это совершенно ясно. Разумеется, если только не пользоваться крючкотворством, различными софизмами и схоластическими выкрутасами, как это делают богословы и некоторые идеалистические философы. Ведь допускать, что время имеет начало, означает признать, что было время, когда не было времени!

Нет материи вне времени, но и время не существует помимо материи. Поэтому бессмысленно говорить, что было время, когда не было материи, когда она возникла, была сотворена. Мы уже упоминали об идее круговорота природы, столь блестяще сформулированной Энгельсом, идее, к различным вариантам которой приходили и Л. Больцман и другие естествоиспытатели. Если признать круговорот природы, то теряет смысл односторонняя направленность времени для Вселенной в целом, или же его разомкнутость (ибо нет времени без материальных процессов, к которым оно принадлежит), а следовательно, придется признать, что космическое время циклично, конечно и неограничено. К этому кругу идей примыкает и гипотеза существования в крайне отдаленной от нашего мира области Вселенной «антимира». Он симметричен нашему, в нем вещество построено из антиатомов (в противоположность атомам их ядра имеют отрицательный, а оболочки — положительный заряд), скопления туманностей там сближаются и

время течет в направлении, обратном нашему. Известную параллель гипотезе, что наши макропонятия пространства и времени (даже с теми радикальными изменениями, которые в них внесла теория относительности) неприменимы для космических масштабов, т. е. для расстояний порядка 10^{27} см, представляет убеждение многих виднейших физиков, что эти понятия неприменимы и на втором «полюсе» бытия, в мире элементарных частиц. Притом некоторые ученые считают, что в этих «бесконечно малых» масштабах, порядка 10^{-13} см, пространство и время обнаруживают прерывность, что существуют неделимые «атомы» пространства и времени — элементарная длина и элементарный промежуток времени.

ОБЩЕЕ ПОНЯТИЕ БЕСКОНЕЧНОСТИ

Идеи конечности пространства и времени Вселенной обсуждаются все чаще не только в современной космологии, но и в физике — советской и зарубежной, так как эта наука испытывает трудности, как раз связанные с понятием бесконечности¹. И современная математика пришла к мысли исключить из рассмотрения бесконечность, чтобы избавиться от логических противоречий, к которым она приводит в самих основаниях математики и логики, а также в связи с возникновением «машинной» математики, т. е. с передачей решения задач быстродействующим кибернетическим устройствам. Все больше зреет мысль, что понятие бесконечности является экстраполяционной абстракцией, для которой — вопреки мнению, высказанному Энгельсом в «Диалектике природы», но устаревшему в связи с новыми открытиями естествознания, — мы не знаем никаких подлинных прообразов в природе. Это понятие до поры до времени исключительно полезное — например, дифференциальное и интегральное исчисление построено с его помощью, — но оно все же лишь заменитель для «громоздко большого» (или «громоздко малого») неопределенного. Пока наука оперирует понятием «бесконечность», она не ставит этим пробле-

¹ Как показывает теория относительности, понятие конечности или бесконечности времени вообще не является инвариантным, т. е. может зависеть от системы отсчета. Так, в известном решении Оппенгеймера и Снайдера сжатие большой массы вещества происходит в сопутствующей системе отсчета за конечное, а во внешней — за бесконечное время. *Прим. ред.*

му, но как только она заявляет, что мы имеем дело с конечной величиной, встает вопрос, почему именно такая величина, а не другая.

Ошибаются те, кто полагают, будто точка зрения конечности — финитизм — ведет к отрицанию познаваемости мира или к ограничению ее. Положение Ленина, что Вселенная неисчерпаема для человеческого познания, остается в силе и в том случае, если верно предположение, что она во всех отношениях конечна, но невообразимо громадна по сравнению с масштабами человеческого рода. Наконец отметим, что неверно, будто в истории философии все идеалисты выступали за конечность, а все материалисты за бесконечность мира. Такого упрощенного распределения точек зрения, которое иногда выставляют как довод в пользу бесконечности, не существовало. И если материалисты были больше склонны считать природу бесконечной, то это объясняется как тем, что в соответствии с прежним уровнем науки они отождествляли конечность с ограниченностью, так и тем, что в борьбе против идеализма и религии они вырвали у «бога» и «души» придаваемые им атрибуты бесконечности и поместили их в природу. Категорические защитники бесконечности невольно руководствуются эмоциональными доводами. Раз человек смертен, то ему приятно думать, что хотя бы мир вечен, бесконечен. Однако ни естественные науки, ни научная философия диалектического материализма не могут подвергаться подобным влияниям. Для них одинаково неприемлемо смотреть на мир через черные и через розовые очки. Они изучают его таким, каков он есть на самом деле, ничего не прибавляя к нему и ничего не убавляя от него, чтобы перестроить его согласно целям, которые выдвигаются людьми в те или иные периоды. Идея конечного, гармонически замкнутого (но не ограниченного), несотворимого и неуничтожимого мира вовсе не противоречит возвышающим нас мыслям о могуществе человеческого гения, об освобождении от гнета стихий природы и темных сил неразумно устроенного общества, она созвучна мыслям, вдохновившим Джордано Бруно на великий подвиг. Она свидетельствует о том, что наш ум способен справиться с труднейшими абстракциями, что он пробивается сквозь препятствия понятия неопределенной бесконечности, этого «убежища невежества», так же, как он пробился сквозь мнимую небесную стену, веками ограничивавшую его мир.

Всякий знает библейскую сказку о предвечном, вездесущем, всемогущем, всеведущем, всеблагом боге, этом воплощении всех атрибутов бесконечности (душу он наделил лишь одним из них — бессмертием), этом духе, противостоящем низменному, конечному, бренному материальному миру. Как незыблемый догмат утверждала ее церковь огнем и мечом, пока она обладала светской властью.

После буржуазной революции церковь потеряла свое господствующее положение и стала пособницей эксплуататорского капиталистического государства, а затем и опорой реакционных империалистических сил. По отношению к науке она несколько изменила свою тактику. Не отказываясь от испытанных методов духовного террора везде и всегда, когда для этого складываются подходящие условия, она, изворотливо приспособившись к духу времени, «модернизируется», широко пользуясь для насаждения старого мракобесия двумя новыми приемами, которые в сущности есть не что иное, как поиски путей своеобразного «примирения» религии с наукой.

Один из этих приемов — извращение результатов науки, такое их искажение, чтобы они служили «аргументами» в пользу религиозной веры (такие примеры, относящиеся к проблеме космического пространства и времени, были нами приведены). Второй прием состоит в проповеди «идеологического сосуществования» науки и религии. В то время как один из отрядов «небесного воинства» благословляет изуверства кулуксклановских и прочих антикоммунистических и расистских громил, а другой, в подобии профессоров специальных религиозных академий, занимается «подчисткой» физики, астрономии, биологии, психологии под религиозные учения, третий отряд лукаво вещает: каждому свое, науке — область разума, религии — область сердца.

Весной 1960 г. в Ройялоне, недалеко от Парижа, состоялась конференция о диалектике. На нее съехались философы из разных стран, материалисты и идеалисты. Автору настоящей статьи пришлось также принять в ней участие, беседовать с одним из них, доминиканцем Плати-Бонжур. Наряду с другими вопросами, я спросил этого ученого-теолога, видную фигуру французского католического института по «изучению» марксиз-

ма, как в настоящее время решают теологи проблему бесконечности или конечности мира.

Постараюсь по возможности точно воспроизвести содержание его ответа.

«В отличие от св. Августина, который категорически, — сказал доминиканец, — отводил бесконечность исключительно лишь для бога, Фома Аквинский, чье учение признано теперь единственной истинной философией католической церкви, исходя из Аристотеля, учил, что материя также бесконечна, но только в ином смысле, а именно в смысле формы, а не бытия, которое эту форму определяет и является богом». На мой прямой вопрос, не представляет ли такая двойственная позиция просто уступку, дающую возможность пользоваться, когда дело касается широких слоев верующих, одной, а когда более требовательных кругов интеллигенции, — другой стороной этого учения, мой собеседник ухмыльнулся: «Понимаю, вас интересует, как мы относимся к гипотезам науки. Но что бы там ученые ни утверждали, конечен ли мир в пространстве и времени или же бесконечен, религиозное познание этим не затрагивается. Оно не рационально, а ниспослано нам свыше, высказывания священного писания иносказательны. Да и бесконечность материи признавали многие глубоко верующие мыслители».

В последнем был прав этот современный проповедник аверроизма, средневекового учения о «двойственности истины», для подавления которого как злейшей ереси был в 1215 г. основан как раз его доминиканский орден, чья кровавая слава позднее перешла к иезуитам. Да, действительно, некоторые поборники религии в самом деле отстаивали бесконечность материи — *ad maiorem Dei gloriam* — к вящей славе божией, считая, что признание за богом сотворения бесконечной и вечной природы возвеличивает его. Вот что писал, например, Лейбниц, великий немецкий математик и известный философ-идеалист: «Я настолько убежден в существовании актуальной бесконечности, что не могу допустить, якобы природа — как принято говорить — ее боится; наоборот, я верю, что она во всех случаях к ней стремится как бы для того, чтобы подчеркнуть совершенство своего творца»¹.

АТЕИСТИЧЕСКОЕ ВОСПИТАНИЕ

Корень религиозной веры в настоящее время не в бессилии дикаря в борьбе с природой, а в подавленности, как указывал Ленин, берущей начало в общественных условиях. В капиталистических странах веру в бога и лучшую загробную жизнь порождает слепая сила капитала, грозящая трудящемуся человеку безработицей, а мелкому хозяйну разорением. В странах социализма религиозная вера коренится прежде всего в пережитках прошлого, затем в тех противоречиях, которые сопровождают созидание нового строя, а также во влиянии враждебной социализму идеологии, проникающей из-за рубежа. И когда человек вследствие одной из этих причин или их совокупности попадает в сети религиозных настроений, ловко используемых церковью и сектантскими организациями, появляются и «разумные обоснования» веры. Священники и проповедники твердят ему, что наука якобы не способна ответить на вопросы о возникновении мира, развитии жизни на Земле, разрешить загадки смерти, сна, гипноза и т. п.

Нам думается, что атеистическое воспитание должно прежде всего начинаться с объяснения социальной сущности религии, сопровождаемая активным устранением конкретных причин верования. Только тогда разъяснение вопросов мироздания попадет на благоприятную почву. При этом надо, разумеется, учитывать особенности аудитории, уровень ее подготовки, не вдаваясь, например, перед слушателями, не имеющими среднего образования, в рассмотрение сложных научных проблем, как, скажем, теории относительности. Это, однако, не значит, будто можно допускать упрощенчество, искажающее истину. Правда, и полная правда, всегда убедительнее любой полуправды. Поэтому когда сторонники религии выдвигают как довод против науки то, что она меняет свои взгляды, отвергает прежние теории и заменяет их другими, и что есть многие вопросы, на которые наука еще не дает окончательного ответа, в частности и относительно космического пространства и времени, — следует сказать прямо: да, в том-то и состоит одно из основных различий между религией и наукой, что первая выдает свои обветшалые окаменевшие вероучения за вечные истины, хотя они ложны и никогда и ни в чем не помогли улучшить человеческое существование, между тем как вторая открыто признает,

¹ Opera omnia Studio Ludov. Dutens, t. II, part 1, p. 234.

что ее познание неполно, однако, неустанно усовершенствуя его, она все больше познает истинную природу вещей, все больше облегчает человеку его жизнь, все больше обогащает и украшает ее. Науке одинаково претит как унылое мироощущение пессимизма, так и наигранное хвастливое бодрчество. Всей своей историей она опровергает ложность разглагольствования церковников, будто человеку дано познать лишь видимость, а не сущность вещей, и будто все то, что до сих пор не познано, должно оставаться непознанным навсегда. Наука дала и дает повседневно все новые и новые доказательства того, что явления, считавшиеся неприступными «тайнами природы», познаются, их сущность, их закономерности становятся не только теоретически известными, но и используются на практике. В этом смысле агностический тезис Э. Дюбуа-Реймона «ignotum et ignotabimus» (не знаем и не будем знать), за который хватается теология, — полностью опровергнут наукой.

Вместе с тем положение о познаваемости мира марксизм-ленинизм понимает не в том упрощенном, волюнтаристски искаженном смысле, которое придал ему Сталин, заявивший, будто все без исключения вещи могут быть познаны. Энгельс, в «Анти-Дюринге»,

в этой «удивительно содержательной и поучительной книге», по которой марксизм изучали многие поколения революционеров и рукопись которой читал и одобрил Маркс, сам написавший ее десятую главу, понимал познаваемость мира иначе. Высмеивая напыщенные фразы Дюринга о «суверенитете» мышления, Энгельс справедливо указывал, что человечество в состоянии познать существующий мир, поскольку будет достаточно долго существовать и поскольку в самых органах и объектах познания не поставлены границы этому познанию. Последовавшее развитие науки принесло дальнейшие подтверждения существования всех этих трех классов принципиально непознаваемых явлений. Определение границ областей познания, границ, заложенных в самих закономерностях природы, разумеется, не имеет ничего общего с агностицизмом. Оно содействует научному прогрессу, ибо наука, не растрачивая силы на погоню за химерическими целями, может сосредоточить свои усилия на решении достижимых задач.

Сочетая энтузиазм исследования и окрыленность творческой фантазии с трезвым разумом, подлинная наука одержит все новые, все более грандиозные победы.

УДК 210



В. П. Парпня, З. С. Казакова
ПАЛИТРА ХИМИИ

Изд по «Наука», 1964, 127 стр.,
ц. 19 коп.

Как построены молекулы органических красителей? Каким образом достигается синтез этих и родственных им веществ? На эти и многие другие вопросы дает ответ эта небольшая книга. Читатель узнает из нее некоторые любопытные подробности из истории получения первых красителей (индиго, шафран, крапп, мовеин и др.), познакомится с успехами химии красителей, связанными с началом органической химии в этой области во второй половине XIX в. Отвечая на вопрос: почему каждый краситель имеет определенную окраску, авторы популярно изложили основы теории цветности.

Помимо удовлетворения эстетических потребностей человека, синтетические красители применяются теперь в самых различных областях науки и тех-

ники. В книге рассказано об использовании красителей для окраски тканей, в цветной фотографии, полиграфической промышленности. Уже установлена принципиальная связь многих красящих веществ с органическими полупроводниками, катализаторами, биологически активными соединениями. Заглядывая в будущее авторы полагают, что путем специальных подкормок или воздействия на наследственные клетки организма удастся получать хлопок, шерсть овцы и мех разных цветов.

Опытами советских растениеводов уже показано, что можно выращивать хлопчатник, дающий окрашенное волокно.

Книга снабжена иллюстрациями, к ней приложен список рекомендуемой литературы.

Тканевые пересадки

А. С. Шевелев

Смоленский медицинский институт

Известно, что клетки болезнетворных микроорганизмов могут проникать в многоклеточный организм и, размножаясь, вызывать в нем заболевание. Известно также, что некоторые клетки многоклеточных организмов в определенных условиях тоже приобретают болезнетворные свойства, что проявляется в их способности к развитию злокачественного роста. В результате возникают такие заболевания, как рак, саркома, лейкоз. Могут ли нормальные клетки организма, вполне дисциплинированные и не проявляющие склонности к анархическому злокачественному росту, приобретать болезнетворные свойства? До недавнего времени такая мысль, абсурдная с точки зрения обычного здравого смысла, не приходила ученым в голову. И вот недавно были обнаружены факты, которые заставили ученых не только подумать о такой возможности, но и признать ее.

Замечательно, что ученые нескольких стран почти одновременно обнаружили на различных экспериментальных моделях любопытный факт. Оказалось, что клетки селезенки нормальных взрослых организмов могут вызвать тяжелое заболевание при введении эмбрионам и новорожденным того же биологического вида, т. е. при гомопересадках (гомотрансплантации), а также при некоторых других экспериментальных условиях. Это явление было обнаружено в 1957 г.

Значительно раньше стало известно, что некоторые клетки могут иногда реагировать на ткани собственного организма. Как же объяснить эти факты?

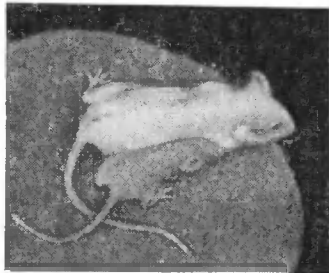
Для того чтобы это понять, необходимо иметь представление о сущности явлений, сопровождающих пересадку тканей и органов.

ПЕРЕСАДКА ТКАНЕЙ И ОРГАНОВ

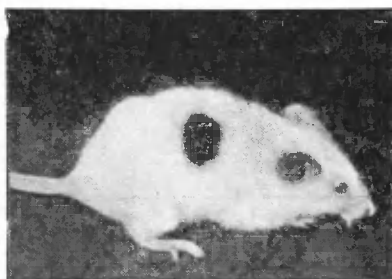
Возможность пересадки тканей и органов у человека давно привлекала внимание многих исследователей. Интенсивное изучение этого вопроса хирургами дало блестящие результаты. В настоящее время чисто техническая, хирургическая, сторона проблемы в основном разрешена. Достаточно сказать,

что эти успехи позволили, например, советскому хирургу В. П. Демихову осуществить пересадку собаке второй головы и второго сердца. Казалось бы, что главные трудности преодолены. Однако на самом деле это не так. На пути разрешения этой проблемы камнем преткновения остается и м м у н о л о г и ч е с к а я несовместимость между тканями различных индивидуумов. В настоящее время длительное приживание пересаженных органов и тканей удается только в условиях а у т о т р а н с п л а н т а ц и и, т. е. при пересадке человеку или животному его собственных тканей, взятых с другого участка его же тела. Пересадка же тканей между р а з н ы м и индивидуумами одного и того же вида (г о м о т р а н с п л а н т а ц и я), как правило, не удается (за исключением роговицы и некоторых других тканей). Обычно пересаженная ткань сначала приживается, но через некоторый время отторгается, потому что ткани донора отличаются по своим свойствам от тканей реципиента (хозяина) и, следовательно, для него ч у ж е р о д н ы.

Каждый индивидуум неповторим не только по своим физиологическим особенностям. Клетки и ткани любого организма представляют собой уникальную мозаику молекул,



Мышь линии А через 52 дня после рождения, когда ей ввели внутривенно клетки селезенки мышей линии СЗН. Рядом — нормальная мышь того же возраста (по Р. Биллингему и Л. Бренту)



Мышь линии А, которой пересажена кожа от мыши линии С57 (по Р. Биллингему и Л. Бренту)

что проявляется в индивидуальном своеобразии его иммунологических свойств. Поэтому если ткани одного индивидуума пересадить другому, то реципиент рано или поздно отторгнет эту ткань. Чем больше чужеродных для реципиента компонентов содержится в тканях донора, тем раньше произойдет их отторжение. Следовательно, основной причиной несовместимости тканей при пересадках служит способность реципиента иммунологически реагировать на пересаженные ткани донора.

В чем же заключается сущность этих иммунологических реакций?

УСИЛЕНИЕ И ПОДАВЛЕНИЕ ИММУНИТЕТА

Учение об иммунитете (иммунология) возникло в конце XIX в. на основе замечательных успехов бактериологии, достигнутых во второй его половине. В это время были открыты возбудители многих заразных заболеваний и разработаны методы предупреждения некоторых из них, методы искусственного развития невосприимчивости к заразным болезням. Поэтому исторически учение об иммунитете и возникло как учение о невосприимчивости к возбудителям заразных болезней, о механизмах этой невосприимчивости. Один из основоположников иммунологии, замечательный русский ученый И. И. Мечников, доказал, что важным механизмом такой невосприимчивости служит фагоцитоз, т. е. способность определенных клеток организма (фагоцитов) поглощать и переваривать различные чужеродные агенты. Было также установлено, что приобретение иммунитета к тому или иному болезнетворному микробу обычно сопровождается выработкой специфических веществ — антител, способных обезвредить этот микроб. В связи с этим возникло представление об антигенах и антителах. Антигеном называется любое чужеродное для данного организма вещество (обычно

белок), способное вызвать образование антител, которые могут связать, или обезвредить, этот антиген. Разработан ряд методов, позволяющих фиксировать процесс соединения антигена с антителом и определять ничтожные следы обоих компонентов в организме.

В настоящее время большинство исследователей считает, что основными элементами иммунной системы организма служат так называемые лимфоидные клетки, которые располагаются преимущественно в лимфатических узлах, крови, селезенке, а также в ряде других органов (зобная железа, миндалины, кишечник и т. д.). Это клетки с большим ядром и узким ободком протоплазмы. Они очень подвижны и могут быстро перемещаться в различные участки тела и реагировать с попавшими в организм чужеродными агентами. Именно в лимфоидных клетках и их производных (так называемых плазматических клетках) происходит образование антител.

Сейчас бурное развитие получила неинфекционная иммунология, которая изучает способность организма отторгать различные немикробные антигены, в том числе чужеродные ткани и органы, которые также представляют собой комплекс антигенов. Один из разделов неинфекционной иммунологии — учение о трансплантационном иммунитете, т. е. о способности организма иммунологически реагировать на чужеродные ткани. Тут мы сталкиваемся с одним из парадоксов современной иммунологии. Если в инфекционной иммунологии основная задача состоит в повышении невосприимчивости, т. е. в усилении иммунитета, то при трансплантационном иммунитете перед учеными стоит принципиально иная задача. Основные усилия должны быть направлены на изыскание методов подавления иммунитета. А для этого нужно знать его интимный механизм.

Установлено, что люди отличаются друг от друга в иммунологическом отношении не только по группам крови, т. е. не только по антигенам, содержащимся в их красных кровяных тельцах (эритроцитах). Можно осуществить пересадку (переливание) одноклуповой крови, но другие ткани, взятые от того же донора, отторгаются. Это происходит потому, что содержащиеся в таких тканях трансплантационные антигены не идентичны антигенам эритроцитов.

Единственная комбинация, в которой пока удается осуществить длительное приживание гомотрансплантатов, — это пересадка органов между двумя о д н о я й ц е в ы м и б л и з н е ц а м и, которые возникли из одного яйца, оплодотворенного одним сперматозоидом. Это единственные встречающиеся в естественных условиях организмы, обладающие совершенно одинаковым набором трансплантационных антигенов. Естественно поэтому, что для изучения трансплантационного иммунитета в эксперименте желательно было бы искусственно создать любое число животных, генетически неотличимых друг от друга. Поэтому для изучения механизма трансплантационного иммунитета и методов его подавления исключительно большое значение имеет получение так называемых инбредных, или чистых, линий животных. Таких животных получают путем длительно-го, в течение многих поколений, скрещивания братьев с сестрами. Все особи чистой линии генетически не отличаются друг от друга, что доказывается длительным приживлением трансплантатов кожи между особями этой линии.

Люди неискушенные могут спросить: почему ученые стремятся работать с чистыми линиями животных? Ведь в природе таких линий не бывает! В природе, в жизни все значительно сложнее. Все это правильно. Но

правильно и другое: для того, чтобы понять какое-нибудь явление природы, его нужно подвергнуть анализу. А это значит разложить данное явление на простейшие его компоненты и изучить взаимодействие этих факторов.

Можно привести такой пример. Чтобы понять сущность процессов, происходящих в атомном ядре, ученые строят специальные ускорители, в которых создают искусственные условия, позволяющие исследовать отдельные элементарные частицы или потоки тех или иных частиц (например, протонов). Несмотря на то, что в природе такие условия отсутствуют, именно эти опыты позволяют понять сущность внутриядерных процессов.

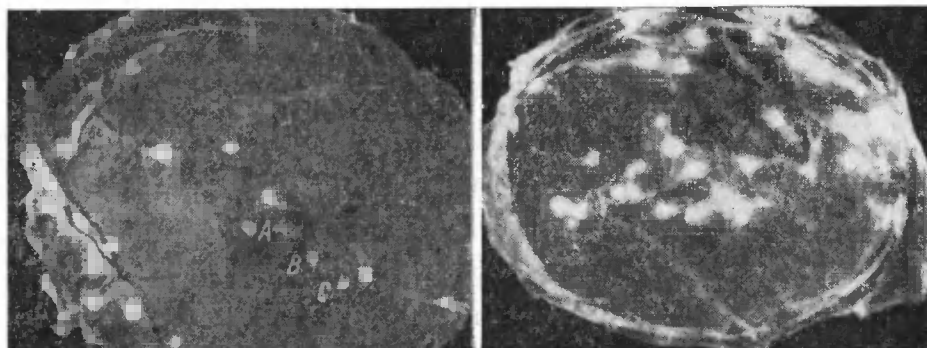
По этой же причине ученые используют и чистые линии животных. В настоящее время выведено несколько десятков различных линий животных, главным образом мышей. Каждая из этих линий отличается определенными особенностями. Например, при соответственном отборе удается получить линии животных с заданными свойствами: высоко-раковые линии, линии мышей, страдающих белокровием и т. д. Применение чистых линий позволяет глубже проникнуть в механизм трансплантационного иммунитета.

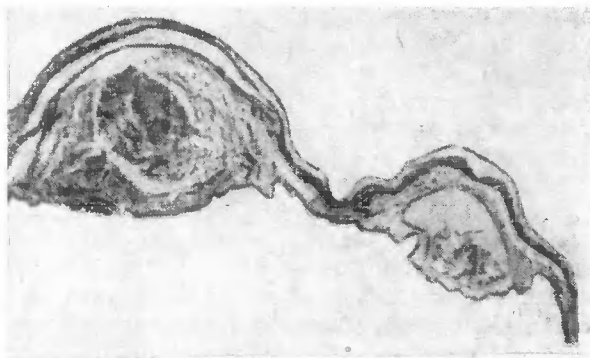
СПОСОБНОСТЬ ОРГАНИЗМА ОТТОРГАТЬ ТРАНСПЛАНТАТ

До 1957 г. считалось, что проблема трансплантационного иммунитета исчерпывается способностью реципиента отторгать трансплантат. В 1957 г. ученые установили, что необходимо учитывать и другой фактор — возможность реакции трансплантата на реципиента (хозяина). В каких же условиях возможна подобная реакция?

Для ее осуществления, прежде всего, необходимо, чтобы клетки донора, вводимые

Поражения («бляш-ки») на хорионал-лантовой мембране куриного зародыша при нанесении на нее лейкоцитов взрослых кур (по Ф. М. Бер-гету и Ж. С. Бойер)





Микроскопическая картина «бляшек», развивающихся на хорионаллантоисной мембране куриного зародыша в результате местной реакции трансплантата на хозяина (по Ф. М. Бернети и Ж. С. Бойер)

реципиенту, были живые и обладали иммунологической активностью. Требуется также, чтобы реципиент (хозяин) не мог отторгнуть введенных ему клеток. Наконец, подобная реакция возможна лишь в том случае, если в теле хозяина содержатся антигенные компоненты, чужеродные для клеток донора, т. е. нечто такое, на что клетки донора могут реагировать. Если донор и реципиент принадлежат к одной и той же чистой линии, то (за некоторым исключением) реакция против хозяина невозможна, так как в этих условиях ткани донора и реципиента содержат одинаковый набор антигенов.

Если клетки селезенки взрослой мыши ввести в вену или в брюшную полость новорожденным мышатам другой линии, то у этих детенышей развивается заболевание, которое обычно выражается в их плохом развитии. Происходит задержка роста и прекращается прибавка в весе. Если мыши не погибают на ранней стадии болезни, то в 80-дневном возрасте их вес может составлять 7 г (по сравнению с 22—24 г у нормальных мышей этого возраста). У заболевших животных развивается также понос, истощение, разрушение эритроцитов (анемия). Важным симптомом болезни является резко выраженное увеличение селезенки. Этот симптом так постоянен, что по степени увеличения селезенки можно судить о силе реакции трансплантата на хозяина. В большей части случаев заболевание оканчивается гибелью животного.

Тяжелое заболевание развивается также и при введении клеток селезенки взрослых кур в вену куриного зародыша: увеличение селезенки, анемия и, как правило, гибель цыплят через несколько дней после вылуп-

ления. Своеобразная картина наблюдается в том случае, если эти клетки нанести на так называемую хорионаллантоисную оболочку зародыша. После нескольких дней пребывания таких зародышей в инкубаторе на оболочке развиваются белые мутные очажки, которые по внешнему виду чрезвычайно напоминают «бляшки», возникающие в результате размножения некоторых вирусов. При микроскопическом исследовании удается установить, что в состав этих очажков входят клетки как хозяина, так и донора. Таким образом, в этом случае развивается местная реакция трансплантата на хозяина. Все эти болезненные явления происходят потому, что иммунная система зародышей и новорожденных находится еще в незрелом состоянии и поэтому не может отторгнуть иммунологически активных клеток взрослого донора. По этой же причине последние в подобных условиях приобретают агрессивность и чаще всего оказываются победителями в этой борьбе.

БОРЬБА РОДИТЕЛЬСКИХ КЛЕТОК С ГИБРИДАМИ

При скрещивании животных двух чистых линий, А и В, получаются гибриды первого поколения (гибриды F_1); в данном случае их обозначают как гибриды $(A \times B)F_1$. Введение клеток селезенки или лимфатических узлов животных родительской линии гибридам F_1 вызывает у них тяжелое заболевание в результате реакции пересаженных иммунологически активных клеток на чужеродных антигенов гибридов. Эта реакция развивается потому, что организм гибридов F_1 содержит антигенные компоненты обеих родительских линий. Следовательно, иммунная система гибридов приспособилась в процессе развития к родительским антигенам, которые поэтому перестали быть для нее чужеродны. Значит, гибриды не должны реагировать на родительские клетки и отторгать их. Вместе с тем, иммунологически активные клетки селезенки родительской линии А могут реагировать на чужеродные для них антигены линии В, а клетки линии В способны осуществлять иммунологическую реакцию на антигены линии А, содержащиеся в тканях гибридов $(A \times B)F_1$.

В силу этих причин лимфоидные клетки взрослых животных родительских линий выступают как потенциальные агрессоры в отношении гибридов. Установлено, что эти

клетки могут размножаться в тканях гибридов и длительно сохраняться в них. В результате, у реципиентов — гибридов — развивается тяжелое заболевание, часто заканчивающееся их гибелью. Выздоровление наблюдается сравнительно редко. В отдельных случаях введенные родительские клетки сохраняются в организме гибридов в течение нескольких месяцев, не вызывая заболевания, но затем, под влиянием различных причин, в частности рентгеновского облучения, могут активироваться и вызвать смертельное заболевание.

Агрессивность родительских клеток можно повысить искусственно. С этой целью животным одной родительской линии (например, А) вводят клетки другой родительской линии (Б). Такая иммунизация повышает иммунологическую активность клеток селезенки А против антигенов Б и, следовательно, усиливает их болезнетворное действие в организме (А × Б)F₁ гибридов.

Казалось бы, все ясно: родительские клетки активны и агрессивны, организм гибрида — пассивен. Однако это не совсем так. Прежде всего, описанную реакцию трансплантата на хозяина в этой генетической системе удается осуществить только у гибридов-сосунков или у взрослых гибридов, подвергнутых рентгеновскому облучению, или, наконец, у необлученных гибридов при введении очень больших доз родительских лимфоидных клеток (от двух — четырех доноров). Во-вторых, у F₁ гибридов можно искусственно вызвать ту или иную степень невосприимчивости к клеткам родительской линии, если предварительно их ввести. Как объяснить эти факты?

Одни ученые считают, что в организме гибридов появляются, помимо родительских, новые гибридные антигены, отсутствующие у обеих родительских линий. Другие полагают, что у гибридов, наоборот, отсутствуют некоторые из родительских антигенов. Таким образом, изучение реакции трансплантата на хозяина в этой генетической системе выдвигает новые теоретические вопросы, которые требуют своего разрешения.

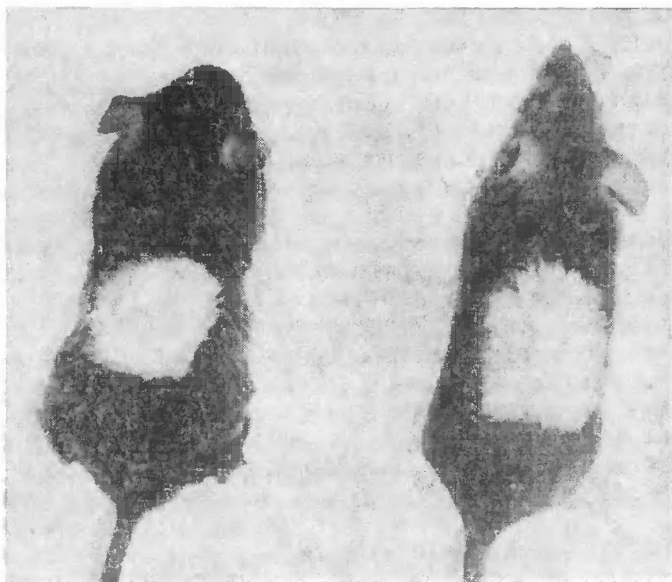
ВТОРИЧНАЯ БОЛЕЗНЬ РАДИОХИМЕР

Известно, что у значительной части животных, облученных смертельной

дозой ионизирующих излучений, гибель удается предотвратить путем пересадки костного мозга здоровых доноров¹. Однако стойкое выздоровление наблюдается только в том случае, если вводится костный мозг, взятый у этого же животного до облучения, или у другого донора той же чистой линии. Если же пересаживают гомологичный (от другого животного того же вида) или гетерологичный (от животного другого вида) костный мозг, то начиная с четвертой недели после пересадки или позднее у животных развивается так называемая вторичная болезнь: у них взъерошивается шерсть, появляется понос, истощение и в конце концов большая часть их погибает. Каковы же причины вторичной болезни?

Сейчас доказано, что клетки чужеродного костного мозга, введенные в организм смертельно облученного животного, размножаются и замещают, полностью или частично, разрушенную облучением кроветворную ткань хозяина. Это происходит потому, что у смертельно облученного хозяина разрушена лимфоидная ткань и он поэтому не может отторгнуть чужеродные клетки. В результате возникают так называемые радиохимеры, у которых вся кроветворная ткань, иммунная

¹ См. «Природа», 1960, № 1, стр. 20—25.



Приживление чужеродного трансплантата кожи после искусственного подавления трансплантационного иммунитета у реципиента (по Ц. Мартинесу, Дж. Смит, М. Блез и М. Гуд)

система и клетки крови происходят из клеток донора, а все остальные ткани — из клеток козырина. Так как иммунная система таких химер состоит в основном из потомков клеток донора, то они отторгают пересаженные им трансплантаты кожи типа хозяина, но не отторгают кожи от животного одной с ним линии.

В настоящее время большинство ученых считает, что вторичная болезнь возникает вследствие реакции иммунологически активных клеток костного мозга донора (или потомков этих клеток) на ткани хозяина. Такое предположение подтверждается многочисленными фактами. Так, например, пересадка кроветворной ткани зародыша, которая не содержит иммунологически активных клеток, часто не вызывает вторичной болезни.

Группа научных сотрудников Центрального института переливания крови под руководством И. Л. Черткова (1963 г.) показала, что у сверхсмертельно облученных собак клетки гомологичного, т. е. взятого от особи того же вида, костного мозга могут превращаться в иммунологически активные клетки, способные реагировать на ткани хозяина. Оказалось также, что введение радиохимерам иммунной сыворотки, содержащей антитела на клетки донора, позволяет в части случаев предотвратить развитие вторичной болезни (Г. В. Петров и Ю. М. Зарецкая, 1963 г.). Различные воздействия, разрушающие иммунологически активные клетки пересаженного костного мозга, препятствуют развитию вторичной болезни (облучение донора, введение различных веществ, разрушающих лимфоидные клетки и др.).

Эти, а также и другие данные свидетельствуют о том, что основная причина болезни радиохимер, по-видимому, заключается в реакции трансплантата на хозяина. Возможная реакция регенерировавших (восстановившихся) после облучения лимфоидных клеток хозяина на трансплантат, инфекция и некоторые другие факторы играют, по мнению большей части ученых, в возникновении вторичной болезни второстепенную роль.

РАК, БЕЛОКРОВИЕ И ЛУЧЕВАЯ БОЛЕЗНЬ

Данные, полученные при экспериментальном изучении вторичной болезни радиохимер, оказались чрезвычайно важными для разработки метода лечения некоторых тяжелых

заболеваний человека, а именно — лейкозов, рака и лучевой болезни. В печати сообщалось о судьбе югославских ученых, подвергшихся в 1958 г. действию ионизирующих излучений в результате катастрофы с ядерным реактором и получивших подсадку клеток гомологичного костного мозга. По свидетельству Ж. Мате, под руководством которого этих больных лечили и наблюдали в течение пяти лет (по данным на 1963 г.), ни у кого из этих лиц не наблюдалось признаков вторичной болезни. Однако в ряде других случаев вторичная болезнь развивалась.

Лучевая терапия — одно из наиболее мощных средств лечения лейкозов (лейкемии) и рака. Однако существенный лечебный эффект при лейкозах дают только смертельные дозы радиации. Поэтому таких больных приходится спасать от лучевой болезни пересадкой костного мозга. К тому же лечению приходится прибегать также и при лучевой терапии рака, если в результате ее развивается лучевая болезнь, а также при гомотрансплантации человеку почек. В последнем случае длительное приживание почки возможно только при облучении реципиента лечебной дозой радиации, которая подавляет трансплантационный иммунитет.

Ж. Мате сообщает, что (по состоянию на 1963 г.), согласно опубликованным данным, лечение гомологичным костным мозгом производилось у 133 больных, подвергавшихся лучевой терапии. Из этого числа 39 больных подвергалось облучению по поводу рака, 72 страдало лейкозом и у 20 лиц производилось облучение при пересадке почек. У всех четырех больных лейкозом, которым в клинике Мате вводился гомологичный костный мозг после лучевой терапии, развивалась вторичная болезнь, в результате чего двое из них погибли.

Наиболее безопасно применение собственного (аутологичного) костного мозга, взятого у больного в период временной нормализации кроветворения при лейкозах. Такой костный мозг можно долго сохранять жизнеспособным при -70°C . Вторичная болезнь не возникает и в случае применения костного мозга, взятого от однойяйцевого близнеца. Если же кроветворную ткань приходится брать от человека, который не является однойяйцевым близнецом больного, то необходимо производить отбор наиболее совместимого донора. Группы крови донора и больного должны совпадать по антигенам,

содержащимся как в красных, так и в белых кровяных тельцах.

Белокровие может развиваться и у мышей. Любопытно, что у лейкемических мышей, облученных смертельной дозой рентгеновых лучей, пересадка гомологичного костного мозга оказывает лучший лечебный эффект по сравнению с введением изологичного костного мозга (от мышей той же линии). Чем это объясняется? Скорее всего, причина этого парадоксального факта лежит в реакции трансплантата на хозяина. По-видимому, иммунологически активные клетки костного мозга реагируют на чужеродные для них лейкемические клетки, т. е. на злокачественно перерожденные лейкоциты и, следовательно, могут разрушать их. Таким образом, можно предполагать, что в некоторых случаях реакция трансплантата на хозяина будет не вредной, а, наоборот, благотворной. Однако следует иметь в виду, что эта реакция направлена не только на злокачественно измененные, но и нормальные клетки хозяина. Этот вопрос требует всестороннего изучения и не может пока считаться решенным.

АУТОАГРЕССИВНЫЕ БОЛЕЗНИ

Мы видели, что иммунологически активные клетки млекопитающих и птиц могут быть болезнетворными для других индивидуумов того же вида. А для собственного организма? Могут ли иммунологически активные клетки «объявить войну» собственному организму? Оказывается, могут. Для того, чтобы клетки иммунной системы проявили такую реакцию на хозяина, необходимы соответствующие условия. Одно из таких условий — изменение структуры антигенов хозяина. Ткани организма развиваются вместе с его иммунной системой. В процессе этого развития, особенно в эмбриональный период, иммунная система приспособляется к остальным тканям организма, с которыми она находится в контакте в процессе эмбриогенеза. Поэтому после своего созревания иммунологически активные клетки не могут реагировать против большинства антигенов собственного организма. Но при некоторых особых условиях антигены тканей хозяина могут изменяться. Это возможно, например, при некоторых заразных заболеваниях и при воздействии других факторов внешней среды (ожоги, облучение и т. д.). Измененные антигены оказываются чужеродными для иммунной системы хозяина, клетки которой ранее не встречались с подобными антигенами.

Поэтому эти клетки могут вырабатывать антитела на измененные антигены собственного организма. Такие измененные антигены называются аутоантигенами, а вырабатываемые против них антитела — аутоантителами, возникающие при этом реакции антигена с антителом — аутоиммунными реакциями.

Возможна и другая причина столь агрессивного поведения клеток иммунной системы: они сами могут изменяться. В теле человека и животных постоянно происходят изменения наследственного аппарата ряда клеток — так называемые соматические мутации. Эти изменения передаются по наследству, от клетки к клетке. Есть основания считать, что подобные мутации могут возникать и в клетках иммунной системы. При благоприятных условиях (в частности, в облученном организме) мутировавшие клетки иммунной системы способны размножаться и реагировать на компоненты других тканей хозяина. Это может происходить потому, что мутировавшие клетки как бы теряют свою иммунологическую «память». Поэтому неизмененные ткани собственного организма становятся для этих клеток чужеродными и они вырабатывают против них антитела.

Наконец, возможен еще один механизм возникновения аутоиммунных реакций. В процессе эмбриогенеза клетки иммунной системы развиваются вместе с другими тканями организма и поэтому адаптируются (приспособляются) к ним таким образом, что к моменту иммунологического созревания они теряют способность реагировать на ткани собственного организма. Однако из этого правила есть исключения. Оказывается, некоторые ткани, например нервная, уже в эмбриональной жизни отграничиваются от остальных тканей барьером, через который клетки иммунной системы не могут проникать. Последние поэтому не имеют возможности адаптироваться к соответственным тканям и, следовательно, сохраняют способность реагировать на них как на чужеродные агенты. С другой стороны, некоторые органы развиваются уже после созревания иммунной системы. Таковы, например, половые и молочные железы. Ясно, что ткани этих желез будут также чужеродными для иммунной системы. Следовательно, различные воздействия, которые могут обеспечить контакт иммунологически активных клеток с тканями этих органов, также способны вызывать аутоиммунные реакции.

Аутоиммунные реакции могут служить причиной тяжелых, так называемых аутоагрессивных заболеваний. Примером этих болезней могут быть некоторые виды гемолитической анемии, при которой происходит разрушение красных кровяных телец. К аутоагрессивным болезням относятся также красная волчанка и некоторые другие заболевания. Кроме того, при многих заболеваниях аутоиммунные реакции могут осложнять течение основного болезненного процесса и в ряде случаев приводить к смертельному исходу.

Для изучения механизма аутоиммунных заболеваний человека и разработки методов их лечения очень важно научиться моделировать эти заболевания в эксперименте на животных. В этом направлении уже получены первые обнадеживающие результаты. Так, в течение последних лет в Австралии удалось вывести линии мышей, у которых в 4—9-месячном возрасте регулярно воспроизводится аутоиммунная гемолитическая анемия, сохраняющаяся в течение всей дальнейшей жизни. У части этих животных развиваются симптомы, напоминающие красную волчанку.

Большой интерес представляет сходство между аутоиммунными болезнями и реакцией трансплантата на хозяина. Это проявляется в сходстве клинических симптомов и механизмов обоих состояний. Доказано, что анемия, развивающаяся в результате реакции трансплантата на хозяина, может возникать в результате аутоиммунных реакций.

Сходство между этими явлениями состоит и в том, что при реакции трансплантата на хозяина иммунная система последнего, по сути дела, изменена таким образом, что может реагировать на компоненты собственного тела. Это происходит потому, что в таких условиях иммунная система хозяина в течение некоторого времени представляет собою мозаику из собственных и трансплантированных иммунологически активных клеток и их потомков.

Мы уже говорили, что одной из причин аутоиммунных реакций служит изменение свойств иммунологически активных клеток, главным образом в результате мутаций. При реакции трансплантата на хозяина такое же состояние вызывается искусственно, путем введения в организм частично чужеродных иммунологически актив-

ных клеток. Неудивительно поэтому, что некоторые ученые рассматривают заболевание, развивающееся в результате реакции трансплантата на хозяина, как экспериментальную модель, позволяющую лучше понять процессы, происходящие при аутоагрессивных заболеваниях человека.

Данные, полученные при изучении реакции трансплантата на хозяина, позволяют рассматривать в новом свете некоторые проблемы биологии и медицины. Можно привести такой пример. Зародыш представляет собою, в сущности, своеобразный гомотрансплантат в организме матери, так как в его теле содержатся чужеродные для матери компоненты (в частности, антигены, специфичные для отца). Доказано, что в определенных условиях эритроциты плода могут проходить через плаценту в кровяное русло матери и вызывать у нее выработку антител, которые проникают в организм плода и вызывают у него тяжелую анемию, что может привести к гибели плода или новорожденного или к тяжелому его заболеванию. Чтобы предотвратить это заболевание, новорожденному переливают кровь, не содержащую таких антител. Однако мы знаем, что кровь взрослого организма содержит иммунологически активные клетки. Поэтому можно опасаться, что эти клетки в соответствующих условиях будут реагировать на антигены новорожденного хозяина, так как последний не может отторгать эти клетки вследствие незрелости своей иммунной системы. Не исключено также, что иммунологически активные клетки матери могут проходить через плаценту в кровеносную систему плода и вызывать его заболевание. Возможно, что некоторые болезни плода и новорожденных возникают именно в результате этого процесса.

* * *

Таким образом, изучение реакции трансплантата на хозяина имеет как практическое, так и теоретическое значение. Оно позволяет понять ряд неясных еще вопросов и дает возможность разработки методов борьбы с некоторыми тяжелыми заболеваниями человека. Проводившиеся в этом направлении исследования способствовали прогрессу в различных разделах биологии и медицины в течение последних нескольких лет.

УДК 611.018—089.843

СИЛЬНО ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИЕ ЧАСТИЦЫ

ОБЗОР СОВРЕМЕННОГО РАЗВИТИЯ ФИЗИКИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

М. Гелл-Манн, А. Розенфельд, Дж. Чу

ТРАЕКТОРИИ РЕДЖЕ

По мере увеличения числа сильно взаимодействующих частиц физики предпринимали поиски моделей, позволяющих судить о связях между этими частицами. В частности, они старались отыскать такую систематику частиц, которая позволяла бы предсказывать новые частицы на основе уже известных. Первая идея, которая оказалась полезной в этом отношении, была введена в физику элементарных частиц в 1959 г. итальянским физиком Т. Редже. Она уже использовалась ранее в квантовой физике, в частности в теории энергетических уровней атомов и ядер.

Было отмечено, что по мере роста массы частицы, часто (но не всегда) увеличивается и значение спина J . Редже отметил существование, во многих важных случаях, определенного математического соотношения между значениями J и массой частицы. Он показал, что некоторые свойства частиц можно считать «сглаженными» математическими функциями спина, т. е. функциями, которые меняются непрерывно при изменении J . Однако поскольку в квантовой механике J может принимать лишь целые или полуцелые значения, эти функции приобретают непосредственный физический смысл только для таких разрешенных значений J . Главная математическая кривая, которая дает физические, т. е. наблюдаемые, массы для различных значений J , называется «траекторией Редже».

Уяснить идею траектории Редже можно при помощи аналогии с полетами искусственных спутников. Предположим, что на почти круговой орбите, занимаемой каждой из девяти планет солнечной системы, помещаются космические корабли весом в одну тонну. Эти корабли обращаются вокруг Солн-

ца подобно миниатюрным планетам. Чем ближе такой корабль к Солнцу, тем сильнее он «чувствует» солнечное притяжение и тем сильнее его связь с Солнцем. Таким образом, эта энергия связи (равная той, которая необходима для полного преодоления солнечного притяжения) будет наивысшей у спутника, находящегося на орбите Меркурия, и наименьшей — на орбите Плутона.

Каждому спутнику можно приписать еще одну величину, которая также меняется с расстоянием от Солнца, — момент количества движения (импульса). В физике часто бывает, что, при прочих равных условиях, чем больше энергия связи, тем меньше момент импульса. В нашем примере это означает, что момент возрастает с удалением от Солнца. Теперь можно построить график для девяти космических кораблей, отложив момент импульса по вертикальной оси и энергию связи — по горизонтальной (см. рис. 9). Кривая, проведенная через обозначенные на рис. 9 точки, аналогична траекториям Редже.

Предположим теперь, что определяющими (на макроскопическом уровне) для движения космических кораблей и солнечных планет будут квантовые законы. Иными словами, предположим, что величина момента импульса космического корабля, обращающегося по орбите Меркурия, равна одному кванту. Если бы дело обстояло таким образом, то однотонный космический корабль мог бы обращаться только по таким орбитам, моменты импульса которых (в «меркуриевых единицах») были бы целочисленными значениями. Это утверждение эквивалентно тому, что космический корабль весом в одну тонну мог бы существовать лишь на вполне определенных энергетических уровнях. Траектория Редже для такого корабля имела бы физический смысл лишь в точках, соответству-

Окончание. Начало см. «Природа», 1964, № 10.

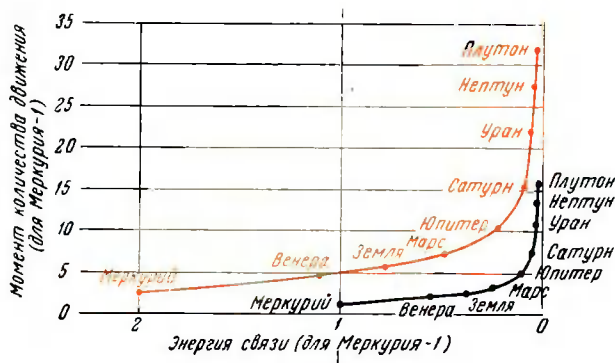


Рис. 9. Траектория Редже — полезное представление для предсказания возбужденных состояний; ее построение может быть пояснено на основе аналогии со спутником. Если спутники весом в одну тонну поместить на круговые орбиты, расположенные вокруг Солнца на таких же расстояниях, как все девять планет, то спутники будут иметь энергии связи и момент импульса, величину которых показывают белые кружки на чертеже. Нижняя кривая, проведенная через эти кружки, и представляет собой траекторию Редже. Верхняя кривая — траектория Редже для спутника весом в две тонны

ющих этим уровням. Другие траектории Редже соответствовали бы, скажем, космическим кораблям весом в две тонны. И для каждой круговой орбиты энергия связи и момент импульса были бы тогда вдвое выше, чем для космического корабля весом в одну тонну. Понятие траекторий Редже, которым физики не пользовались до последнего времени, вполне применимо к задачам, давно рассматривавшимся в атомной физике. Хорошо известно, к примеру, что «система» электрон — протон (атом водорода) может существовать в различных состояниях возбуждения. Электрон может занимать различные орбиты вокруг протона, подобно тому, как космический корабль вокруг Солнца. В случае электрона, конечно, квантованность орбит весьма существенна. Когда значение некоторого квантового числа n_r (оно характеризует энергию движения в радиальном направлении) фиксировано, энергии связи различных состояний атома водорода уменьшаются с ростом значений момента импульса J . Если провести плавную кривую через разрешенные значения J , то получается траектория Редже, аналогичная той, которая связывает состояние космического корабля на различных орбитах (рис. 9, 10). Каждому значению n_r в атоме водорода соответствует своя траектория Редже, как и для космического корабля данной массы.

В случае атома водорода пересечение траектории Редже с разрешенными значениями J (0, 1, 2 и т. д.) соответствует возможным связанным состояниям. Каждая из этих возможностей представляет собою, с точки зрения эксперимента, отдельную «частицу» со своим значением массы. Эти возможности исчерпываются, когда энергия возбуждения становится столь большой, что происходит ионизация атома и электрон отлетает от протона. Этот энергетический предел отделяет стабильные состояния от нестабильных.

Точно так же, как траектории Редже определяются для поля тяготения (пример с космическими кораблями) и для электромагнитных взаимодействий (пример атома водорода), можно определить их и для сильных взаимодействий частиц. В этом случае траектории не оканчиваются на границе между стабильными и нестабильными состояниями, а продолжают пересекать все новые целочисленные значения J (рис. 11). Эти пересечения, если они происходят в стабильной области, определяют связанные состояния (частица либо стабильна, либо метастабильна). Пересечения в нестабильной области определяют существование резонансов, т. е. нестабильных частиц. Можно показать, что в случае сильно взаимодействующих частиц данная траектория дает реальные состояния либо для нечетных, либо для четных значений J , но не для тех и других одновременно. Это означает, что между состояниями, ле-

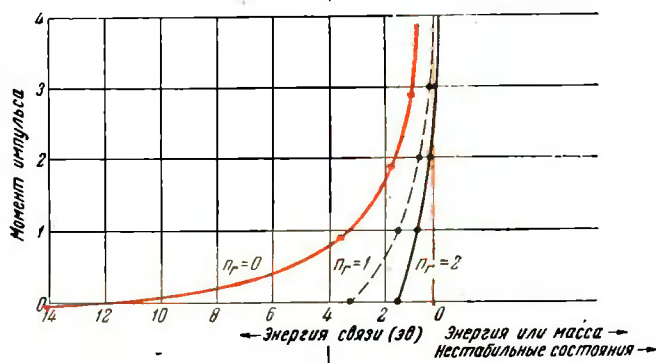


Рис. 10. Траектории Редже для водорода сходны с траекториями Редже для спутника. Атом водорода, образованный электроном, «вращающимся» вокруг протона, может иметь различные состояния возбуждения. Для каждого значения определенного квантового числа n_r энергии связи атома водорода убывает с ростом значения момента импульса J . Плавные кривые, проведенные через эти состояния (каждое из которых соответствует индивидуальной частице), и представляют собой траектории Редже

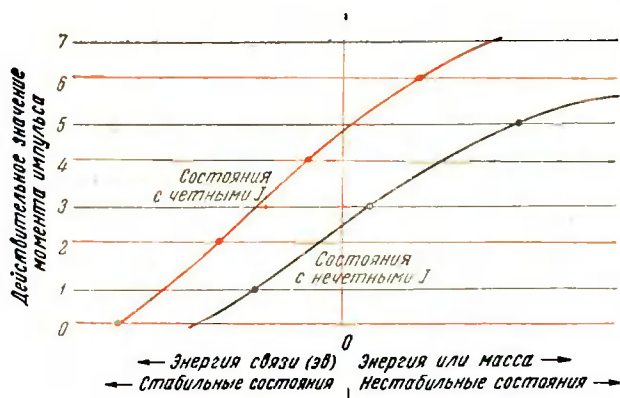


Рис. 11. Траектории для сильно взаимодействующих частиц довольно близки к изображенным на рис. 10, но в отличие от них проходят также и через нестабильные состояния. Пересечение этих кривых с определенным значением J в стабильной области говорит о существовании стабильной или метастабильной частицы. Пересечение в нестабильной области указывает на нестабильную частицу. Траектории соединяют состояния, отличающиеся на две целые единицы J . Самое нижнее состояние — это основное, высшие — это возбужденные состояния (повторения) Редже

жащими на одной траектории, должен располагаться интервал в две единицы.

Низшее состояние называется основным; высшие могут быть представлены как повторения Редже или как серии возбужденных вращательных состояний.

Каким образом можно продемонстрировать само существование такой траектории? Аналогично примеру с космическим кораблем или атомом водорода, по одной координате откладывают значение спина J , а по другой — массы (в $M_{\text{эв}}$) для всех тех частиц, у которых все квантовые числа, кроме J , одинаковы. Затем быстро убеждаются, что частицы разделяются на группы, расположенные на восходящих кривых, которые и представляют собой траектории Редже. Для барионов такие траектории изображены на рис. 12.

Правило гласит, что на одной и той же траектории могут располагаться лишь такие состояния, которые разделены двумя целыми единицами. Пока обнаружены лишь три пары состояний, удовлетворяющих этому требованию: два нуклонных состояния (дублет),

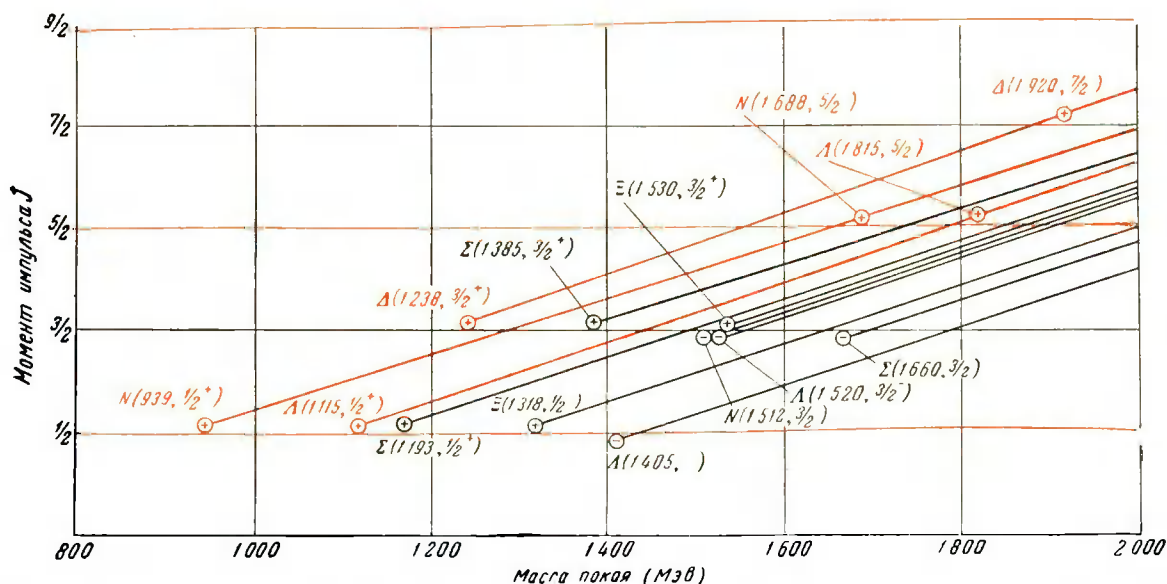


Рис. 12. Траектории Редже для барионов; построены для четырнадцати надежно определенных барионов с массами, меньшими чем $2000 M_{\text{эв}}$. Наклонные пунктирные линии соединяют три основных состояния с их возбужденными состояниями Редже. Для барионов спиновый момент J — полуцелый ($1/2, 3/2, 5/2$ и т. д.). Возбужденные состояния должны обладать 2, 4, 6 и т. д. единицами спина по сравнению с их основными состояниями, имеющими наименьшие массы. Спины $\Lambda(1815, 5/2)$ и $\Lambda(1920, 7/2)$ надежно не определены, но они, по-видимому, удовлетворяют этому условию. Наклонные сплошные линии показывают предполагаемые траектории Редже для других барионов. Знаки в кружках указывают четность. В тех случаях, когда четность не установлена, она указана предположительно

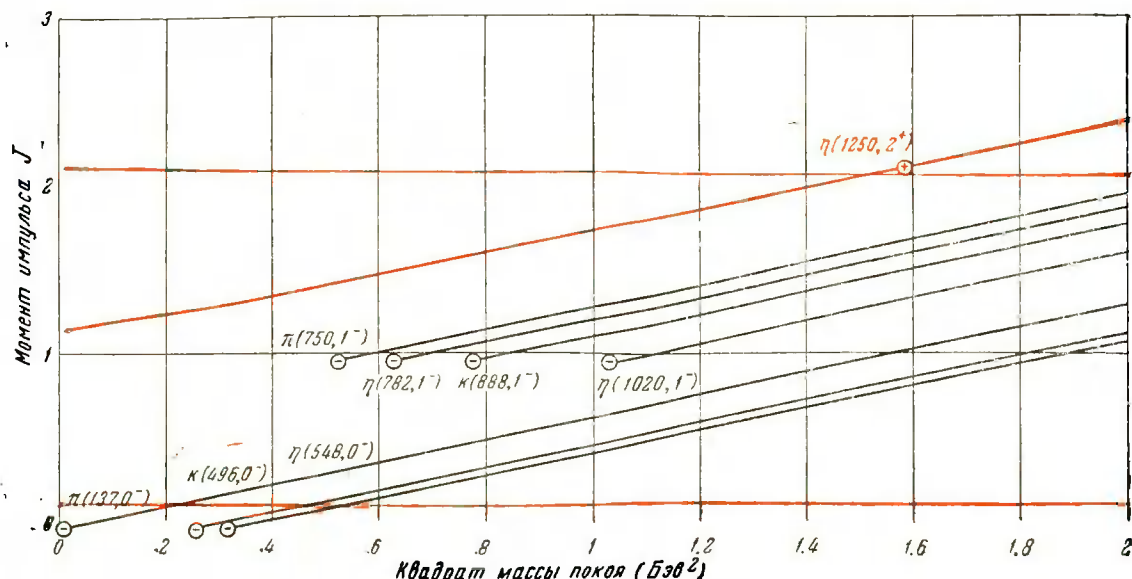


Рис. 13. Траектории Редже для мезонов; построены для восьми надежно определенных частиц. Все они находятся в основных состояниях; возбужденных состояний до сих пор не обнаружено. Можно показать, что самая высокая η -траектория (т. е. соответствующая $Y=0$ и $I=0$) будет иметь лишнее физического смысла пересечение при $J=1$ и массе, равной нулю. Пунктирная линия, проходящая через эту точку и $\eta(1250,2^+)$, показывает вероятный наклон траекторий Редже для мезонов. Параллельные этой линии траектории Редже для остальных частиц — гипотетические. Их пересечение с линиями $J=2$ и $J=3$ предсказывают возбужденные состояния Редже, которые, вероятно, будут обнаружены. Самое нижнее возбужденное состояние — это $\pi(2^-)$ около 1700 МэВ .

$N(939, 1/2^+)$ и $N(1688, 5/2)$; два лямбда-состояния, $\Lambda(1115, 1/2^+)$ и $\Lambda(1815, 5/2)$, и два дельта-состояния, $\Delta(1238, 3/2^+)$ и $\Delta(1920, 7/2)$. (Спины высших Λ - и Δ -состояний еще остаются неопределенными; они могут оказаться больше $5/2$ и $7/2$, соответственно).

На рис. 12 эти три пары связаны каждая своей кривой цветной линией. Черные линии соответствуют предполагаемым траекториям, возможные состояния на которых еще ждут своего окончательного открытия. Эти предполагаемые траектории полезны для ориентировки экспериментаторам, занимающимся поисками барионов с высшими значениями спина.

На рис. 13 представлены траектории Редже для мезонов. В случае мезонов квантовая механика рекомендует рассматривать зависимость траекторий Редже не от первых степеней масс мезонов, а от квадратов этих масс (откладывая их по горизонтали). Видно, что пока еще не открыто ни одного возбужденного состояния. Это объясняется, по-видимому, тем, что мезонных состояний с высокими значениями массы еще не искали достаточно тщательно.

Наиболее сильный аргумент в пользу существования траекторий Редже для мезонов основан на том соображении, что отдельная траектория Редже для мезонного состояния с $Y=0$ и $I=0$ имела бы нефизическое, т. е. нереальное, пересечение с состоянием $J=1$ и массой покоя 0. Следующее, более низкое пересечение, при $J=0$, можно было бы считать физическим, если бы соответствующий квадрат массы не был бы отрицательным, т. е. физически бессмысленным. Таким образом, наинизшее реальное пересечение должно происходить на две единицы спина выше 0, т. е. при $J=2$. Действительно, мезон, соответствующий $J=2$ и обозначаемый как $\eta(1250, 2^+)$, был, по-видимому, открыт полтора года тому назад. Однако его квантовые числа все еще остаются неопределенными. Если провести траекторию Редже между $\eta(1250, 2^+)$ и лишним физического смысла пересечением при $J=1$ и массе покоя $=0$, то можно получить грубое представление о наклоне траекторий Редже для других мезонов (они на рис. 13 изображены черным цветом). В настоящее время экспериментаторами предпринимается интенсив-

ные попытки найти следующие члены этого семейства мезонов с J , равным 2 или 3.

ВОСЬМЕРИЧНЫЙ СПОСОБ

Обратимся теперь к иной классификационной схеме, уже успешно использованной для предсказания некоторых частиц, ранее не обнаруженных. Мы видели, как помогают траектории Редже понять связи между семействами частиц, различающихся только спинами. Теперь мы перейдем к описанию соотношений, которые существуют, очевидно, между частицами, обладающими одинаковым спином J и четностью P , но у которых различны значения массы, гиперзаряда Y и изотопического спина I .

Мы уже отмечали, что различие масс в зарядовых мультиплетах (например, в нуклонном дублете «нейтрон-протон») можно рассматривать как «расщепление», вызванное тем, что изотопический спин не сохраняется при электромагнитных взаимодействиях, зависящих от электрического заряда. Нарушение этого закона сохранения вызывает максимальную разницу в массах, составляющую $12 M_{\pi}$ в случае Σ -триплета.

Отметим еще один замечательный факт. Четыре лучше всего излученных члена семейства барионов — N , Λ , Σ и Ξ — в среднем различаются по массам лишь на порядок больше, чем массы внутри каждого мультиплета. Эта средняя разница в массах, разделяющая четыре барионных состояния, составляет всего лишь $77, 75$ и $130 M_{\pi}$, соответственно. Более того, все четыре упомянутые бариона обладают, по-видимому, одним и тем же значением $J^P = 1/2^+$ (хотя на самом деле спин Ξ -частицы установлен еще ненадежно и подлежит дальнейшим измерениям).

Если разница масс внутри мультиплета вызвана нарушением сохранения изотопического спина, то нельзя ли допустить, что несколько большая разница в массах между соседними мультиплетами вызвана нарушением закона сохранения еще одного квантового числа? Задача, таким образом, сводится к выяснению определенного закона сохранения, который должен как-то нарушаться при сильных взаимодействиях, когда величины Y и I строго сохраняются. Но если допустимо такое частичное нарушение нового принципа симметрии, тогда барионные мультиплеты можно сгруппировать в «сверхмультиплеты» с различными значениями Y и I , но с одинаковыми J и P . Новое правило симметрии связывало бы различные значе-

ния Y и I таким же образом, как изотопический спин связывает различные значения электрического заряда. Та особенность сильного взаимодействия, которая нарушает новые законы симметрии, символизируемые новыми квантовыми числами, расщепила бы каждый сверхмультиплет на зарядовые мультиплеты с различными массами, во многом аналогично тому, как электромагнитное взаимодействие вызывает расщепление масс среди членов зарядового мультиплета, нарушая симметрию по изотопическому спину. Однако расщепление на различные массы внутри сверхмультиплета должно быть гораздо больше, чем внутри мультиплета, поскольку при расщеплении сверхмультиплета большую роль играют сильные взаимодействия, которые гораздо сильнее электромагнитных.

В начале 1961 г. два ученых, работавшие независимо друг от друга, израильский физик, полковник Ю. Неэман, и один из авторов данной статьи (М. Гелл-Манн), предложили новый закон симметрии и соответствующую ему систематику, учитывающую нарушения законов сохранения и правдоподобно описывающую существование сверхмультиплетов. Новую систему симметрии называют «восьмеричным способом», ибо она включает в себя манипулирование восемью квантовыми числами, а также потому, что она напоминает своим содержанием афоризм, приписываемый Будде: «Вот вам, о монахи, та благородная истина, которая показывает, как избавиться от страданий. К этой цели ведут восемь достойных путей: справедливое представление, справедливое намерение, справедливая речь, справедливое действие, справедливая жизнь, справедливое усилие, справедливое внимание, справедливая сосредоточенность».

Математической основой восьмеричного способа оказалась так называемая группа Ли и алгебра Ли, разработанные еще в XIX в. норвежским математиком Софусом Ли. В простейшей алгебре Ли рассматривается соотношение трех компонент, каждая из которых представляет собою операцию симметрии, аналогичную операциям, рассматриваемым в квантовой механике. Изотопический спин состоит из трех таких компонент (I_1, I_2 и I_3), связанных правилами этой простейшей алгебры. Эта алгебра соответствует специальной унитарной группе Ли (эта группа называется $SU(2)$), представляемой матрицами 2×2 . Одно условие сводит число независимых элементов множества от четырех к трем, откуда и название «специальная».

При восьмеричном способе проделывают операции с элементами множества ранга 3×3 , сводя число элементов от девяти к восьми при помощи специального условия, так что удовлетворяются соотношения более высокой алгебры Ли с восемью независимыми компонентами и соответствующей специальной унитарной группой будет $SU(3)$. Восемь сохраняющихся величин восьмеричного способа включают три компонента изотопического спина, гиперзаряд Y и четыре новых операции симметрии, еще не получившие формального наименования. Две из новых операций симметрии вызывают изменение Y на плюс или минус единицу без изменения электрического заряда; другие две — изменение наряду с Y и электрического заряда на одну единицу (рис. 14). Нарушение всех четырех новых свойств симметрии сильным взаимодействием изменяет массы мультиплетов, приводя к образованию сверхмультиплета. Примером сверхмультиплета является октет N, Λ, Σ и Ξ , если эти частицы действительно все обладают спином $J = 1/2$ и положительной четностью, т. е. если у них $J^P = 1/2^+$.

То нарушение симметрии, которое предсказывается восьмеричным способом, приводит к правилу, согласно которому массы в сверхмультиплете связаны определенным образом, при условии, что нарушение симметрии не слишком сильное. Таким правилом для октета N, Λ, Σ и Ξ и является то, что $1/2$ массы N плюс $1/2$ массы Ξ равно $3/4$ массы Λ плюс $1/4$ массы Σ . Подставляя реальные массы четырех частиц-состояний, получаем в левой части этого уравнения 1129 Мэв , а в правой 1135 Мэв . Согласие с приближенным правилом масс удивительно хорошее.

Такой очевидный успех заставляет искать другие октеты. В начале 1961 года единственными достоверно известными мезонными мультиплетами были π, κ и $\bar{\kappa}$, причем для всех выполнялось условие $J^P = 0^-$. Эти мультиплеты укладывались бы в октет, если к ним добавить нейтральный синглетный мезон, масса которого предсказывалась равной 563 Мэв (массы предсказываются для мезонов так же, как и для барионов, но в соответствующих уравнениях для мезонов фигурируют квадраты их масс). На исходе 1961 года и был открыт η -мезон с массой 548 Мэв . Позднее было найдено, что для этого мезона $J^P = 0^-$, что и требовалось.

Тем временем были обнаружены мезоны с $J = 1^-$: триплет $\pi (750, 1^-)$ и дублеты κ

$(888, 1^-)$ и $\bar{\kappa} (888, 1^-)$. Вырисовывался еще один октет и ожидали открытия нейтрального синглета с массой около 925 Мэв . Вскоре и был открыт $\eta (1^-)$ -мезон, однако его масса оказалась равной всего лишь 785 Мэв . Правило масс, столь успешно подтверждавшееся до сих пор, таинственным образом нарушилось.

С тех пор эта таинственность несколько рассеялась. Упомянутый октет представляет собою лишь один из возможных сверхмультиплетов, допускаемых восьмеричным способом. Другая возможность заключается в существовании одинокого нейтрального синглета с $Y = 0$ и $I = 0$. Предположим, что такой мезон существует и что у него $J^P = 1^-$ (назовем его $\eta' (1^-)$). Если значение его массы близко к массе $\eta (1^-)$, то эти две частицы должны различаться только теми свойствами симметрии, которые предсказываются восьмеричным способом и которые инвариантны при сильных взаимодействиях. Квантовая механика предсказывает в таких случаях «кризис тождественности», при котором каждый мезон обладает до какой-то степени свойствами другого. Эта общность свойств должна сказываться, более того, на массах мезонов, так что одни мезоны должны быть тяжелее, другие — легче, чем они были бы согласно простым правилам для октета. Предсказываемая масса $\eta (1^-)$ в квадрате, т. е. $(925)^2$ должна тогда находиться на полпути между действительными значениями квадратов масс $\eta (1^-)$ и $\eta' (1^-)$. Поскольку же действительная масса $\eta (1^-)$ составляет 782 Мэв , можно ожидать открытия еще одного мезона $\eta' (1^-)$ с массой около 1045 Мэв . И на самом деле, в 1962 г. две группы физиков независимо открыли такой мезон с ожидаемыми значениями Y и $I (= 0)$ и с массой 1020 Мэв . Еще не существует четкого способа узнать, какой из двух мезонов: $\eta (782)$ или $\eta (1020)$ принадлежит к октету, а какой — к синглету. Быть может, сама природа не знает этого точно, находясь в таком же недоумении.

Мезон $\eta' (1250, 2^+)$, который открыт совсем недавно (см. рис. 14), представляет собой, по-видимому, синглет. Таким образом, 18 зарегистрированных мезонов можно причислить к двум октетам и двум синглетам. Не все экспериментальные данные вполне достоверны, и нарисованная нами картина, в особенности из-за кризиса тождественности с $\eta (1^-)$ и $\eta' (1^-)$, должна рассматриваться как предварительная.

Обращаясь теперь снова к барионам, зададимся вопросом: какие иные сверхмультиплеты должны быть открыты, кроме уже известного первоначального мультиплета, состоящего из N , Λ , Σ и Ξ ? Λ (1405) может оказаться синглетом; значение J^P для него еще не установлено с достоверностью. N (1688, $5/2$) — первое возбужденное состояние нуклона — принадлежит, аналогично нуклону, к октету, состоящему из повторений Редже состояний частиц Λ , Σ и Ξ . Λ -членом этого октета возбужденных состояний вполне может оказаться Λ (1815), если выяснится, что у него $J = 5/2^+$. Σ -и Ξ -члены сейчас разыскиваются; если удастся найти одну из этих двух частиц, то масса другой приблизительно предсказывается октетным правилом масс.

N (1512, $3/2$) также может принадлежать к октету. Следующий вероятный член уже найден — это Λ (1520, $3/2^-$). Возможно, что Σ (1660) обладает значением $J^P = 3/2^-$. Если это верно, то октетное правило масс предсказывает существование Ξ -мультиплета с массами, распределенными около значения $1600 M_{\text{эв}}$. Однако экспериментальная ситуация здесь остается весьма неопределенной.

Эти рассуждения приводят нас к рассмотрению Δ (1238)-нестабильного бариона, открытого в 1952 г. Поскольку он представляет собою квадруплет, т. е. квартет, его нельзя уложить ни в октетную, ни в синглетную схему. Простейший сверхмультиплет, предусмотренный восьмеричным способом, в который он укладывается, представляет собою группу из десяти элементов (декаплет), состоящую из Δ -квартета, Σ -триплета, Ξ -дублета и Ω -синглета (см. рис. 14). Для декаплета правило масс предсказывает приблизительно одинаковые интервалы по массам между членами сверхмультиплета. Поскольку считается, что Σ (1385) имеет $J^P = 3/2^+$, то он вполне может принадлежать к декаплету вместе с Δ (1238). Одинаковые интервалы по массам дают основание ожидать существования Ξ -частицы с массой примерно $1532 M_{\text{эв}}$. Открытие Ξ (1530) с вероятным значением $J^P = 3/2^+$ выглядит впечатляющим подтверждением этого предсказания. Правило масс предсказывает, далее, Ω -частицу с массой около $1676 M_{\text{эв}}$, которая представляла бы собою единственное состояние частицы — отрицательно заряженный синглет. Такая частица в действительности была бы устойчивой при сильных и электромагнитных взаимодействиях, поскольку у

нее нет энергии для распада по какому-либо из каналов, с которыми она связана. Таким образом, она имела бы продолжительность жизни около 10^{-10} сек. и распад ее был бы обусловлен слабым взаимодействием. Экспериментаторы страстно ищут эту частицу. И если она будет найдена, то корректность восьмеричного способа будет четко установлена¹.

Мы закончим этот раздел замечанием, что для сильно взаимодействующих частиц, вероятно, еще не окончательно установлена вся гамма свойств симметрии. Может существовать, например, некоторое еще не открытое квантовое число, которое сохраняется при сильных взаимодействиях и величина которого равняется нулю для всех известных в настоящее время частиц. До открытия странных частиц подобным квантовым числом была странность (эквивалентная величине Y). Эксперименты, которые будут проведены на следующем поколении ускорителей при чрезвычайно высоких энергиях, могут привести к созданию подобной же ситуации с совершенно новым квантовым числом.

СОСТАВНЫЕ ЧАСТИЦЫ

Развитие человеческих представлений о физической Вселенной сопровождается необычайно разнообразными изменениями смысла, вкладываемого в термин «элементарная частица». За последние несколько лет стало все более затруднительно считать элементарными известные группы частиц. Стало очевидно, что на повестку дня поставлена задача полного пересмотра самой концепции элементарности частицы.

Начнем с вопроса: почему мы так уверенно считаем некоторые частицы, такие как атом водорода, не элементарными? Ответ заключается в том, что хотя эти частицы обладают свойствами, качественно аналогичными свойствам нейтронов, протонов и электронов, теоретически их свойства возможно объяснить, предполагая, что они составлены из других частиц.

Атом водорода представляет собою классический пример того, что мы подразумеваем под составной частицей, поскольку, именно исходя из такого представления, были с необычайной точностью теоретически предсказаны его свойства. При этом важно понять,

¹ Эта частица уже обнаружена и именно с предсказанными значениями массы и времени жизни. См. «Природа», 1964, № 7, стр. 105; № 5, 113.

что атом водорода нельзя точно описать, только утверждая, что он состоит из одного электрона и одного протона. Более точно утверждение, что он с н а и б о л ь ш е й вероятностью состоит из этих частиц. Основное состояние атома водорода представляет собою стабильную «частицу», которой присущи возможности распасться (из-за сильного, электромагнитного и слабого взаимодействий) по самым разнообразным «закрытым каналам». Наиболее значительна возможность распада на «электрон + протон». Согласно квантовой механике, каждое из возможных состояний проявляется с некоторой вероятностью, т. е. система какую-то часть времени будет находиться в любом из них. Например, некоторую малую долю времени основное состояние атома водорода состоит из привычных электрона и протона, плюс пара «электрон-позитрон». Эта маловероятная возможность оказывает лишь ничтожное влияние на энергию атома (атомных уровней), однако этот эффект был рассчитан и измерен: согласие теории с опытом оказалось превосходным. Существует бесконечное множество других возможностей (каналов), которые вносят свой вклад в структуру атома водорода, однако, к счастью, их эффект настолько мал, что им можно пренебречь.

В системах с сильным взаимодействием сложные каналы (возможности распада, создания возбужденных состояний) играют значительно большую роль. Например, свойства дейтрона ($A = 2$) были предсказаны на основе предположения, что эта частица состоит из нейтрона и протона, однако в этом случае точность предсказания гораздо меньше, чем для атома водорода, поскольку влияние дополнительных каналов (учитывающих, например, пион) существенно. Тем не менее все убеждены, что поскольку простейшим каналом в основном объясняются наблюдаемые свойства дейтрона, это объяснение в конце концов можно несколько исправить, учитывая и другие каналы. Аналогичные утверждения можно сформулировать для всех ядер тяжелее дейтрона и никто не склонен рассматривать составные ядра в качестве «элементарных» частиц.

Путаница в различении составных и элементарных частиц возникает для частиц с $A = 0$ и 1 (мезоны и барионы), ибо при этом редко встречается одиночный доминирующий канал, энергетически легко достижимый. Рассмотрим один из наихудших случаев — пион. Здесь каналом с низшим

порогом будет 3π -конфигурация; некоторыми каналами с более высокими порогами становятся 5π , π плюс $\bar{\pi}$ плюс π , N плюс $\bar{N}$, а также Ξ плюс $\bar{\Xi}$. Отсюда видно, что некоторое время пион существует в виде 3π , часть времени как π плюс $\bar{\pi}$ плюс π и т. д.

Все имеющие к этому отношение пороги намного превышают массу пиона, а многие довольно усложненные закрытые каналы вносят существенный вклад в пионное состояние. В результате всего этого до сих пор не удалось даже грубо рассчитать свойства пиона. Более благоприятным представляется случай ρ (750), где канал 2π считают доминирующим, однако даже при этом рис. 6 показывает, сколько еще близлежащих каналов должно быть учтено.

Тем не менее мы можем использовать следующее определение: частица не является элементарной, если все ее свойства в принципе можно рассчитать, исходя из представления о ней, как о составной. Такой расчет должен давать различные вероятности для различных закрытых каналов, причем энергии связи, соответствующие этим каналам, должны приводить к правильным оценкам масс частиц.

Задача учета всех существенных каналов представляется в большинстве случаев все еще слишком трудной, однако предположим, что соответствующие расчеты выполнены. Получим ли мы при этом корректное описание каждой частицы? Получим ли правильные квантовые числа и массы? До последнего времени существовала почти всеобщая уверенность, что некоторые сильно взаимодействующие частицы, в том числе нуклон, нельзя рассчитать по такой схеме. В существующей теории электронов и фотонов, которая дает превосходное описание электромагнитных явлений, свойства электрона и фотона не могут быть динамически предсказаны. Быть может, причина этого кроется в том, что известные нам силы недостаточно мощны, чтобы образовать связанные состояния с массами, столь малыми, как массы электронов и фотонов.

Теоретики стремятся приписать и нуклону особый статус, аналогичный статусу электрона. Именно это препятствует попыткам трактовать нуклон как составную частицу. Однако постепенно возникали все большие сомнения относительно такого статуса. И когда была в итоге предпринята попытка вычислить свойства нуклона из анализа «ка-

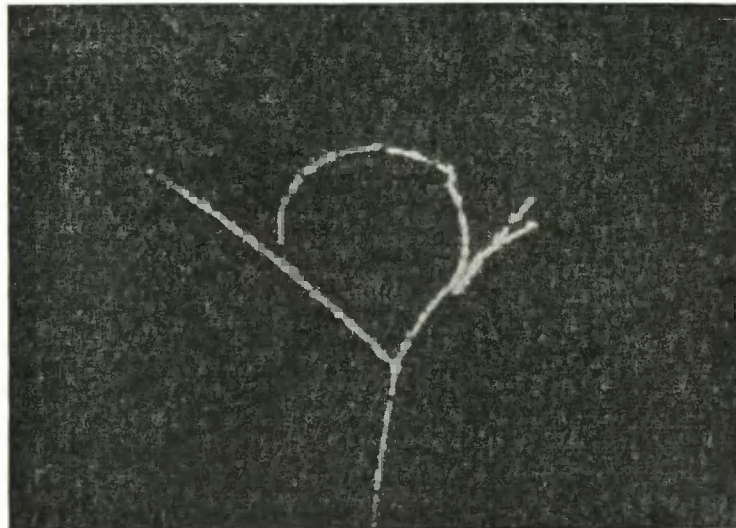
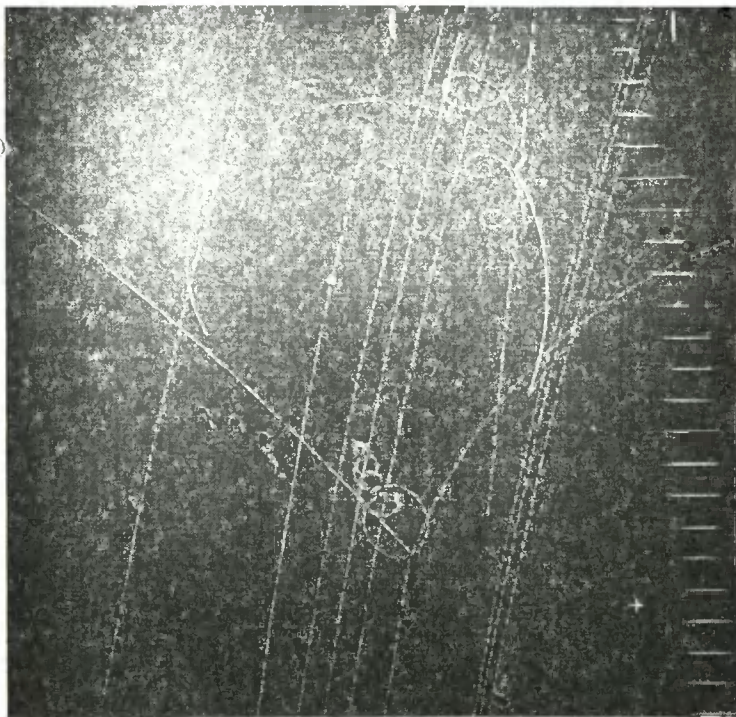


Рис. 15. Событие в пузырьковой камере (верхний снимок) типично для более чем 300 000 снимков, получаемых ежегодно в Лоуренсовской радиационной лаборатории Калифорнийского университета в Беркли. Многочисленные события измеряются при помощи сканирующего и промеряющего проектора. Это устройство, связанное со счетной машиной, дает последовательные инструкции наблюдателю и воспроизводит измеряемые объекты на экране катодного осциллографа (снимок внизу). Фотография показывает K^0 -мезон, входящий снизу и ударяющий протон в 72-дюймовой пузырьковой камере. В результате реакции возникает K^0 -мезон, протон и π^- . Протон отклоняется влево, а π^- вправо в магнитном поле камеры. K^0 не оставляет за собой трека, но, пройдя около 10 см, распадается на π^+ и π^- . Кривая π^+ направлена против часовой стрелки и оканчивается там, где частица останавливается. Спустя 10^{-8} сек она распадается на μ^+ , который проходит всего лишь около 1 см и останавливается. Спустя 10^{-8} сек μ^+ распадается на позитрон, нейтрино и антинейтрино. Длинная кривая в верхней части фотографии и ее осциллопическое воспроизведение — это след позитрона

налов», то был достигнут такой же качественный успех, как и в случае дейтрона или в случае Δ (1238)-частицы, которую уже давно считали составной просто потому, что наблюдали ее впервые при экспериментах по рассеянию пионов на пионах.

Современное развитие представлений о частицах, в котором важную роль играет идея траекторий Редже, показывает, что при всех таких динамических расчетах не требуется проводить никакого различия между простыми и сложными частицами, если рассмотрение ведется на основе спина или какого-либо иного квантового числа. Но если нет необходимости в существовании аристократии среди сильно взаимодействующих частиц, то почему бы там не быть демократии?

ДИНАМИКА «ЗАШНУРОВКИ»

Своим существованием составные частицы обязаны силам, действующим в «каналах», с которыми они связаны. Как же возникают эти силы и как их рассчитать? Ключом к решению этого вопроса служит идея «перекрестности». Рассмотрим следующую реакцию, в которой участвуют четыре частицы: $a + b \rightarrow c + d$. Это означает, что канал a, b связан с каналом c, d . Вероятность того, что данная реакция пойдет (в каком-либо направлении), математически выражается как квадрат абсолютной величины «амплитуды реакции», которая зависит от энергий рассматриваемых частиц. «Принцип перекрестности» гласит, что такая же амплитуда реакции соответствует также двум «перекрестным» реакциям, в которых

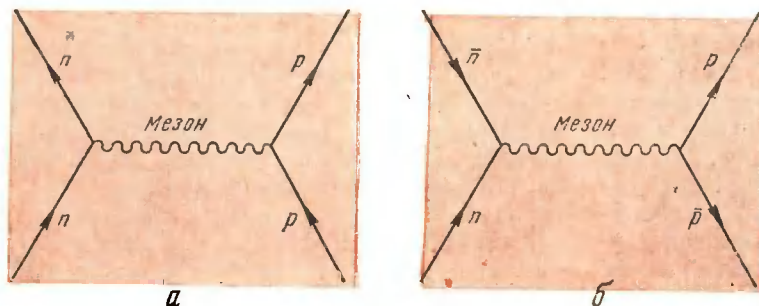


Рис. 16. «Перекрестные реакции» иллюстрируют тесную связь между представлением о силе и представлением о частице. Реакция а, которую следует читать снизу вверх, представляет собой рассеивающее соударение между нейтроном и протоном. Мезон «обмена» олицетворяет собой «сильные» силы, действующие между двумя барионами. Реакция б, которую следует читать слева направо, представляет собой перекрестную реакцию а. Она показывает мезон, действующий в качестве промежуточной частицы в реакции, в которой нейтрон и антинейтрон превращаются в протон и антипротон. Обе реакции эквивалентны

влетающие частицы заменены вылетающими античастицами (отмеченными чертой сверху):

$$a + \bar{c} \rightleftharpoons \bar{b} + d$$

$$a + \bar{d} \rightleftharpoons \bar{b} + c$$

Эти реакции различаются только знаками слагаемых энергий, которые будут положительными или отрицательными в соответствии с тем, к каким частицам они относятся: к влетающим или к вылетающим. Если известна амплитуда хотя бы одной из трех возможных реакций, то амплитуды других реакций получаются соответствующим изменением знаков энергий.

Примером перекрестности может быть следующая пара реакций, в которой участвуют нейтроны и протоны:

$$n + p \rightleftharpoons n + p \quad (a)$$

$$n + \bar{n} \rightleftharpoons \bar{p} + p \quad (б)$$

Обе они описываются одной и той же амплитудой реакции. Важная особенность этого факта может быть изображена диаграммой (рис. 16), на которой две фигуры различаются только направлением стрелок.

Рис. 16,а интерпретируют как «обмен» мезоном при рассеянии сталкивающихся протонов и нейтронов, причем можно показать, что этот «обмен» представляет собою метод описания силы, действующей между этими двумя барионами. Интерпретация второго варианта (рис. 16,б) состоит в том, что мезон связывает оба канала, $n, \bar{n}$ и $p, \bar{p}$, и эта связь обеспечивает протекание реакции. Таким образом, отдельная диаграмма соответствует

в первой реакции силе, а в «перекрестной» реакции — промежуточной частице, откуда следует, что силы в данном «канале» возрастают, вообще говоря, из-за обмена промежуточными частицами, связывающими перекрестные каналы.

Этими рассуждениями мы воспользуемся как основой для рассмотрения идеи, высказанной во введении к данной статье. Эта идея состояла в том, что все сильно взаимодействующие частицы представляют собой динамические структуры, обязанные своим существованием тем же силам, посредством которых они взаимодействуют. Короче

говоря, сильно взаимодействующие частицы создаются самими сильными взаимодействиями. Эту гипотезу, которую называют гипотезой «зашнуровки» (bootstrap), сформулировали один из авторов данной статьи (Дж. Чу) и С. Фраучи из Калифорнийского университета в Беркли.

Согласно гипотезе о «зашнуровке» предполагается, что каждая сильно взаимодействующая частица представляет собой связанное состояние, соответствующее тем каналам, с которыми она сообщается, и обязанное своим существованием только тем силам, которые возникают из-за обмена сильно взаимодействующих частиц по «перекрестным каналам». При этом каждый партнер по взаимодействию обязан своим существованием тем силам, которые вызваны его партнером. Иными словами, каждая частица рождается при помощи других частиц и, в свою очередь, участвует в их создании. Эта замкнутая ситуация, которой присуща сильнейшая нелинейность, наводит на мысль, что произвольных переменных нет (если не считать тех, которые задают масштаб энергии) и что единственный самосогласованный набор частиц — это то их множество, которое и существует в природе.

Напомним читателю, что лишь небольшое число специфических частиц (лептоны и фотон) в электромагнитной теории не рассматриваются как связанные (или составные) состояния, так что каждой такой частице можно свободно приписывать любые значения массы или энергии взаимодействия. Обычная

электродинамика, как мы ее сейчас понимаем, не находится в режиме «зашнуровки».

Было бы преждевременно утверждать, что при сильных взаимодействиях нет свободных переменных, однако мы можем прийти к оптимистическим заключениям, вспоминая о тех блестящих возможностях, которые открываются за успехами гипотезы «зашнуровки». Если система сильно взаимодействующих частиц фактически самонастраивается при помощи своего динамического механизма, то вполне возможно, что особые виды симметрии, присущие сильным взаимодействиям, не налагаются, так сказать, произвольно, извне, а представляют собою внутренние необ-

ходимые элементы сильного взаимодействия. Значительно и загадочно то, что симметрия изотопического спина, странности и открытая теперь более широкая симметрия — «восьмеричная» никогда не связывались с другими видами физической симметрии. Не исключено, что узнать происхождение этих видов симметрии нам суждено только тогда, когда мы поймем, по какой схеме можно рассчитывать массы и спины сильно взаимодействующих частиц. И эта задача, и загадочные симметрии могут быть, вероятно, совместно решены при помощи динамики «зашнуровки».

«Scientific American», 1964, vol. 210, № 2.
Перевод с английского В. А. Белоконы,

НОВЫЕ ДАННЫЕ О РЕЗОНАНСАХ

За несколько месяцев, прошедших со времени опубликования в журнале «Scientific American» обзора М. Гелл-Манна, А. Розенфельда и Дж. Чу «Сильно взаимодействующие частицы», появился ряд важных экспериментальных и теоретических работ.

Наиболее значительным событием было открытие Ω^- -гиперона, существование которого предсказывается в рамках «восьмеричного пути».

Не вдаваясь в экспериментальные подробности, отметим лишь, что такая частица с $A = 1$, $Q = 1$, $Y = -2$ могла быть обнаружена в реакции $\kappa^- + p \rightarrow \kappa^+ + \kappa^0 + \Omega^-$, поскольку эта реакция не запрещена упомянутыми в обзоре законами сохранения. В самом деле, сумма массовых чисел A в левой и правой частях реакции равна единице, а сумма зарядов и гиперзарядов — нулю. Законы сохранения изотопического спина для случая $I_{\Omega^-} = 0, 1, 2$, сохранения обычного спина для J_{Ω^-} — полуцелому числу и сохранение четности для $P_{\Omega^-} = \pm 1$ также выполняются.

Образующийся Ω^- -гиперон, если его масса близка к предсказываемой, т. е. $M_{\Omega^-} \sim 1676 \text{ Мэв}$, может распадаться только за счет слабого взаимодействия, так как каналы реакции с сохранением гиперзаряда $\Omega^- \rightarrow \Xi^0 + \kappa^-$, $\Omega^- \rightarrow \Xi^- + \kappa^0$ для него закрыты (масса Ω^- -гиперона меньше суммы масс Ξ -гиперона и κ -мезона). При распаде за счет

слабого взаимодействия происходит изменение гиперзаряда на единицу, т. е. могут идти реакции $\Omega^- \rightarrow \Xi^0 + \pi^-$, $\Omega^- \rightarrow \Xi^- + \pi^0$. В случае осуществления первой реакции образующийся Ξ^0 -гиперон, который из-за своей нейтральности не оставляет следа в камере или в фотоэмульсии, может распадаться на Λ^0 и π^0 ($\Xi^0 \rightarrow \Lambda^0 + \pi^0$), при этом получившиеся частицы мы также не видим. Λ^0 в свою очередь распадается на p и π^- ($\Lambda^0 \rightarrow p + \pi^-$), а π^0 -мезон 2 γ -кванта, каждый из которых дает электрон-позитронную пару e^+e^- . Зная импульсы и энергии заряженных частиц, получающихся в таком многоступенчатом переходе, нетрудно найти импульс и энергию Ω^- -частицы, а следовательно и ее массу.

Усилия экспериментаторов, давно пытавшихся обнаружить Ω^- -гиперон, наконец, в феврале этого года увенчались успехом. После обработки 100 000 фотографий реакций взаимодействия κ^- с протоном был обнаружен один случай, соответствующий описанному выше многоступенчатому распаду Ω^- -гиперона. Получающаяся при этом картина настолько характерна, что, как считают сами экспериментаторы, из этого одного случая можно сделать вывод о существовании Ω^- -гиперона. Экспериментальное значение массы новой частицы оказалось $1686 \pm 12 \text{ Мэв}$. Спин и четность Ω^- -гиперона пока неизвестны. Существование Ω^- -гиперона с нужной массой будет сильным аргументом в пользу

восьмеричного пути, если только его спин и четность окажутся такими же, как и у остальных барионов, входящих в «десятку».

Кроме открытия Ω^- -гиперона, был обнаружен ряд новых мезонных резонансов. Их свойства отражены в помещаемой таблице.

Как видно из таблицы, экспериментальные значения квантовых чисел резонансов пока установлены очень плохо, поэтому трудно сказать, насколько хорошо они укладываются в схему «восьмеричного пути». Следует заметить, что с барионными резонансами дело обстоит не намного лучше. Неизвестны четности, а в ряде случаев и спины даже очень хорошо установленных резонансов. Например, до сих пор неизвестны четности Ξ_{1385} , Λ_{1405} , Σ_{1660} и Ξ_{1535} -резонансов и спины и четности всех резонансов, лежащих по массе выше Ω^- -гиперона. Это сильно затрудняет классификацию частиц по супермультиплетам и надежность дальнейших предсказаний, поэтому в настоящее время гипотезу «восьмеричного пути» еще нельзя считать окончательно подтвержденной.

Заметим, что даже открытие Ω^- -гиперона с предсказанным «восьмеричным путем» значением массы не исключает другие возможные гипотезы симметрии, даже если его спин и четность окажутся такими же, как и у остальных барионов, принадлежащих десятке. Дело в том, что Ω^- -гиперон с точно такими же свойствами и массой предсказывается, например, гипотезой симметрии, связанной с другой группой Ли, называемой G_2 , а также гипотезой «кварков», недавно выдвинутой Гелл-Манном и Цвейгом.

Таким образом, увеличение экспериментальной информации может в принципе резко изменить сложившуюся ситуацию, выдвинув на первый план симметрию, не связанную с «восьмеричным путем», или вообще привести к отказу от гипотезы симметрии высшей, чем изотопическая.

Остановимся несколько подробнее на гипотезе кварков (слово «кварк» заимствовано Гелл-Манном из романа Дж. Джойса «Пробуждение Финнегена» и обозначает химерические существа, которые чудились герою романа во время галлюцинаций).

Уже давно известно, что каждая частица характеризуется тремя независимыми аддитивными квантовыми числами: зарядом Q , гиперзарядом Y и массовым числом A . В связи с этим появилась гипотеза, что все частицы построены из трех фундаментальных частиц — носителей этих зарядов. Эта гипо-

Масса резонанса (в $M\omega$) и система, в которой он был обнаружен	Гиперзаряд Y	Предполагаемое значение изотопспина, I	Предполагаемое значение спина и четности, J^P
960 ($\pi^+\pi^-$)	0	0,1	$\neq 0^+$
1000' ($\pi^+\pi^-\pi^-$)	0	≥ 1	Неизвестны
1080 ($\pi^+\rho^0$)	0	1,2	$\neq 0^+$
1220 ($\pi\omega$)	0	1	1^-
1250 ($\pi\pi$)	0	0	(четное число) $^+$
1320 ($\pi^+\rho^0$)	0	1,2	$\neq 0^+$
1410 ($\kappa\pi$)	0	Неизвестен	Неизвестны
725 ($\kappa\pi$)	1	$\frac{1}{2}$	Неизвестны
1175 ($\kappa\pi\pi$)	1	$\frac{1}{2}, \frac{3}{2}$	$0^-, 1^+, 2^-$
1230 ($\kappa^0\pi^+\pi^-$)	± 1	$\frac{1}{2}, \frac{3}{2}$	Неизвестны
1250 ($\kappa^+\kappa^-$)	2	1	(четное число) $^+$

теза вполне правдоподобна, так как мы знаем, что в ядерной физике такая ситуация имеет место: все ядра состоят из протонов и нейтронов, которые являются носителями электрического и нуклонного зарядов ядра.

Наибольшее распространение получила модель, предложенная японским физиком С. Саката, по которой этими фундаментальными частицами считались p , η и Λ . Так как спины и четности этих частиц одинаковы, а массы приблизительно равны (с точностью $\sim 20\%$), то вскоре было предположено, что все они принадлежат к одному фундаментальному триплету, из которого построены все остальные частицы. Так как массовое число p , η и Λ равно 1, то все барионные мультиплеты должны быть построены из двух триплетов и одного антриплетета. Оказалось, что при таком построении возникают мультиплеты, состоящие из шести и пятнадцати частиц, которые на опыте обнаружены не были. Поэтому от представления о том, что все частицы состоят из трех фундаментальных частиц, пришлось отказаться ¹, про-

¹ Это не относится к области слабых взаимодействий, где модель Саката по-прежнему согласуется с экспериментом.

должая вместе с тем считать, что частицы могут принадлежать к мультиплетам из восьми и десяти частиц, на которые, по-видимому, указывает эксперимент. Так возник «восьмеричный путь». Теперь же Гелл-Манн и Цвейг предлагают вернуться снова к представлению о трех фундаментальных частицах, считая, что барионные мультиплеты строятся не из двух триплетов и одного антитриплета, а из трех триплетов. При таком построении как раз и возникают барионные мультиплеты, состоящие из восьми и десяти частиц.

Однако оказывается, что квантовые числа таких фундаментальных частиц (их-то и называют «кварками») должны быть дробными. Действительно, из любых трех кварков a, b, c должны строиться частицы с $A = 1$ и $Y, Q = \pm 2, \pm 1, 0$, откуда следует, что $A = \frac{1}{3}, \frac{1}{3}, \frac{1}{3}, Q = \frac{2}{3}, -\frac{1}{3}, -\frac{1}{3}$ и $Y = \frac{1}{3}, \frac{1}{3}, -\frac{2}{3}$ для a, b, c — соответственно. Если выбрать другие значения Q или Y , легко убедиться, что для некоторого набора из трех кварков мы не получим для Q и Y целочисленного значения. Разумеется, только дальнейшие экспериментальные исследования могут ответить на вопрос, существуют ли кварки. В том случае, если они не будут обнаружены, придется, по-видимому, окончательно отказаться от гипотезы трех фундаментальных частиц. Если же кварки с примерно одинаковой массой существуют, то они должны быть стабильны по отношению к

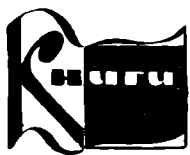
сильному взаимодействию, но могут превращаться друг в друга за счет слабого взаимодействия. Их можно было бы обнаружить в космических лучах, где они должны были бы давать ионизацию в 9 раз меньшую, чем частицы с электрическим зарядом, равным 1. Их массы должны быть больше 2000 $M_{\text{эв}}$, так как иначе их бы уже видели на современных ускорителях, где пара кварк-антикварк рождалась бы за счет электромагнитных взаимодействий. Такое же ограничение на массу кварка следует из-за отсутствия реакции $p + p \rightarrow p + p + \text{кварк-антикварк}$ (иначе сечение этой реакции было бы $\sim 10^{-33} \text{ см}^2$, что противоречит эксперименту). Масса кварка меньше 2000 $M_{\text{эв}}$ противоречит также существованию у него сильных взаимодействий.

Заметим, что введения дробных зарядов можно избежать, если предположить, что все частицы построены из четырех фундаментальных частиц, из которых три образуют триплет. Такого рода возможности рассматривались, например, Гелл-Манном и Я. Б. Зельдовичем.

Резюмируя, можно сказать, что для решения вопроса о том, какая из вышеупомянутых гипотез соответствует действительности, необходимы дальнейшие эксперименты в области физики сильно взаимодействующих частиц.

В. Б. Мандельцевейг
А. М. Перелогов
Москва

УДК 539.12



Б. Ю. Левин

ПРОИСХОЖДЕНИЕ ЗЕМЛИ И ПЛАНЕТ

Изд-во «Наука», 1964, 114 стр.,
ц. 18 коп.

Ученик и последователь акад. О. Ю. Шмидта, автор книги много сделал для популяризации космогонии. Изложение теории происхождения Земли и планет, разработанной акад. О. Ю. Шмидтом, а также дальнейшее развитие этой теории и тесно связанных с ней вопросов внутреннего строения Земли — таково содержание книги. В ней читатель найдет

сведения о строении солнечной системы, о больших планетах, их орбитах и моменте количества движения. Эти данные приводят нас к теме распределения момента количества движения между Солнцем и планетами — камню преткновения теории Лапласа. Далее автор рассматривает развитие планетной космогонии: от теорий Канта — Лапласа, идей Койпера, Юри, Фесенкова — до взглядов О. Ю. Шмидта и его школы.

В книге подробно рассказывается, как образовался рой относительно крупных тел — промежуточных между первоначальными пылевыми частицами и теперешними планетами; а затем, как произошло объединение промежуточных тел в планеты. Уделено внимание происхожде-

нию околосолнечного газопылевого облака. Этими сведениями читатель подготовлен к пониманию причин существования различия в строении и составе планет. В книге также содержатся подробные сведения об астероидах, метеоритах, кометах и внутреннем строении Земли.

В заключение автор указывает, что предстоит еще многое сделать для получения полной картины происхождения солнечной системы.

Теория О. Ю. Шмидта будет дальше развиваться, видоизменяться и исправляться, но важно то, что существенные черты процесса образования планет уже раскрыты наукой и намечены пути для дальнейшей разработки этой проблемы.



АНТИБИОТИКИ И ПЧЕЛЫ



Середину XX века нередко именуют «эрой антибиотиков». Главной сферой применения антибиотических веществ было и остается спасение жизни и улучшение здоровья людей и животных. В пчеловодстве антибиотики используются для лечения таких заболеваний пчел, как нозематоз, европейский и американский гнильцы.

Однако уже в 1950 г. в США впервые начали широко применять антибиотики как добавки в корм не больных, а здоровых свиней и кур. Этому предшествовали исследования американца Харнеда, который в 1948 г. обнаружил стимулирующее действие биомицина на здоровых животных.

В нашей стране такие исследования были начаты в 1953 г. Эффективность использования антибиотиков в птицеводстве, свиноводстве, скотоводстве и пушном звероводстве изучали Н. А. Красильников, З. В. Ермольева, А. Х. Саркисов, И. Е. Мозгов и др. Выяснилось, что некоторые антибиотики, добавляемые в корма здоровых животных в значительно меньших, чем при лечении болезней, количествах, на 10—20 % ускоряют их рост, улучшают использование ими корма, повышают продуктивность, в 2—3 раза сокращают падеж молодняка. Из выявлен-

ных нескольких тысяч антибиотических веществ, выделяемых как микробами, так и клетками различных животных и растений, стимулируют рост животных лишь очень немногие.

В первую очередь, сюда относится пенициллин, хлортетрациклин (биомицин) и окситетрациклин (террамицин), широко применяемые сейчас в животноводстве СССР и многих зарубежных стран. В значительно меньшей степени используются бацитрапин и стрептомицин. Работами советских ученых установлена возможность широкого использования антибиотика гризина. Весьма перспективны так называемые кормовые, т. е. неочищенные от продуктов ферментации, антибиотики.

В то время как в других отраслях животноводства антибиотики уже завоевали себе признание, в пчеловодстве делались лишь первые шаги. Разработка проблемы влияния антибиотиков на здоровых пчел была начата на кафедре зоологии Московской ветеринарной академии в 1959 г.

Питающиеся за счет нектара и пыльцы растений медоносные пчелы постоянно вносят вместе с ними в свое гнездо различные антибиотические вещества. П. Лавье уста-

новил, что находящиеся в ульях прополис, воск, мед, маточное молочко и особенно пыльца содержат в своем составе антибиотики. Экстракт из тела рабочих пчел и маток также содержит антибиотический фактор. Естественно поэтому было предположить, что, давая пчелам небольшие дозы антибиотиков, мы не вносим в пчелиную семью что-то инородное, чуждое ей, а лишь удовлетворяем одно из тех требований, которые она предъявляет к окружающей среде и которые в отсутствие взятка не удовлетворяются или удовлетворяются в недостаточной мере.

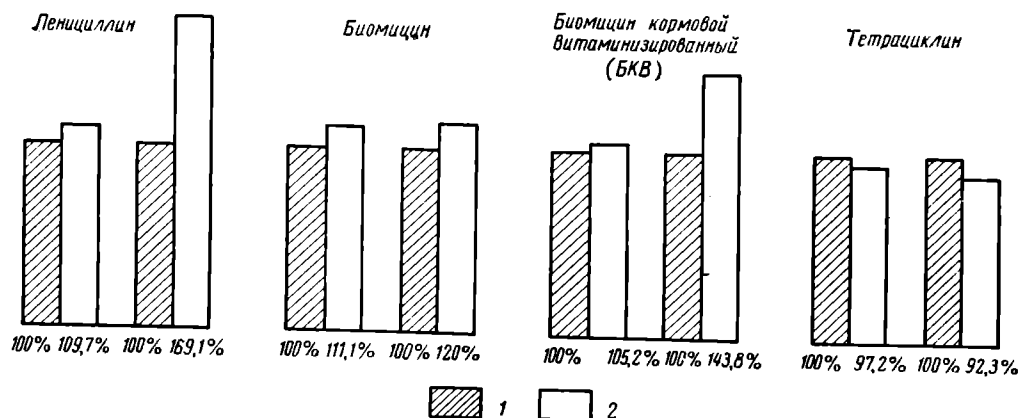
Уже первые предварительные опыты показали, что здоровые пчелиные семьи, получившие небольшие дозы антибиотиков, накапливают меда больше, чем контрольные. Данные следующих лет выявили зависимость увеличения продуктивности от тех условий, в которых пахотятся пчелиные семьи. Приведенные диаграммы иллюстрируют неодинаковое повышение продуктивности опытных семей при различного рода погодных и кормовых условиях, определяющих разный медосбор.

Различные увеличения продуктивности наблюдались при скармливании семьям, находившимся в разных условиях, одинаковых доз пенициллина, биомicina (пасека учебного хозяйства ветеринарной академии «Александрово») и биомicina кормового витаминизированного БКВ (пасека Красногвардейского сельскохозяйственного техникума). Отрицательное, вызвавшее снижение продуктивности, действие тетрациклина тоже было неодинаковым.

Пчеловодство — одна из своеобразнейших отраслей животноводства. Право на такое определение дает его уникальная продукция. Это мед, ценнейшее диетическое и лечебное вещество, приготовляемое пчелами в процессе длительной переработки миллиардов мельчайших капелек нектара, продукта разбросанных на огромных площадях растений — нектароносов. Затем следуют — пчелиный яд, широко используемый в медицине для лечения ревматических заболеваний, маточное молочко, привлекающее сейчас пристальное внимание врачей и ученых, которое используют для приготовления эффективнейшего лекарственного препарата — апилак; пыльца растений, до пуда которой можно ежегодно получать от каждой пчелиной семьи, — чудеснейший концентрат витаминов и в недалеком будущем основа, по мнению акад. Н. В. Цицина, для изготовления биопрепаратов. Это, наконец, пчелиный клей — прополис, в состав которого входят ценнейшие бальзамические вещества и который сейчас используется в медицине и ветеринарии для успешного лечения кожных заболеваний.

Но не только в продукции своеобразие пчеловодства. Исключительно интересна биология пчел; сложнейшие, далеко еще не полностью разгаданные, взаимоотношения между десятками тысяч отдельных особей, образующих пчелиную семью.

Введение малых доз антибиотиков в улей практикуется уже в целом ряде районов нашей страны. В 1961 г. в этой работе приняли участие пчеловод колхоза им. М. И. Ка-



Увеличение (биомицин, пенициллин, БКВ) и уменьшение (тетрациклин) продуктивности опытных семей, по сравнению с контрольными в двух группах пчел. В опыте участвовало 75 контрольных и 77 опытных семей. 1 — контрольные, 2 — опытные

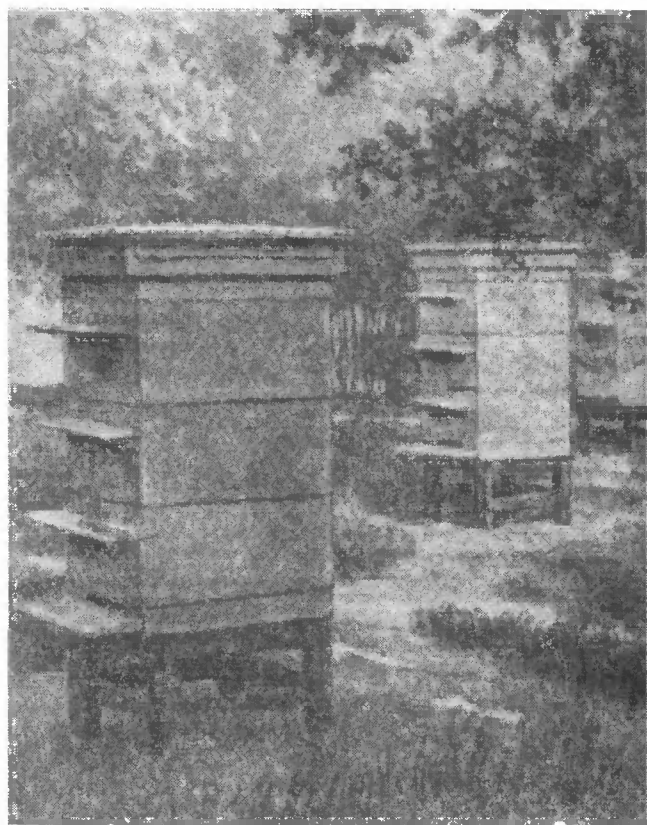
линина Молдавской ССР П. Я. Чеботарь, пчеловод совхоза «Вагинский» Красноярского края А. А. Иванов, а также пчеловоды Казахской ССР, Новосибирской и Курганской областей. 1962—1963 гг. более тысячи пчеловодов-опытников получили из Московской ветеринарной академии необходимые для работы методические указания.

В опытах, проведенных недавно Новосибирской конторой пчеловодства (главный зоотехник В. П. Игнатович), участвовало 187 пчелиных семей. Выход валового меда в среднем на одну контрольную семью составил 21,3 кг, на одну опытную (получившую пенициллин) — 27 кг. Сравнение стоимости израсходованного на одну семью пенициллина (13 коп.) и стоимости полученного в результате его применения дополнительного меда (10 руб. 26 коп.) определяет экономическую эффективность испытываемого метода. Необходимо учитывать и дополнительное профилактическое действие на пчел малых доз антибиотиков, позволяющих сократить число заболеваний и сэкономить на лекарствах.

Данные опытов, проведенных на сотнях пчелиных семей в производственных условиях пасек, подтверждают и позволяют считать доказанным факт стимулирующего действия малых доз пенициллина, биомидина и БКВ на здоровые пчелиные семьи. Продуктивность семей, получивших антибиотики, увеличивается в среднем на 20%.

Каков же механизм действия антибиотиков на здоровых пчел?

Общеизвестно, что человек содержит на пасеках медоносных пчел из-за того, что у них выражен инстинкт запасаения большего количества корма, чем это нужно для существования самой семьи. Помимо тех 80—



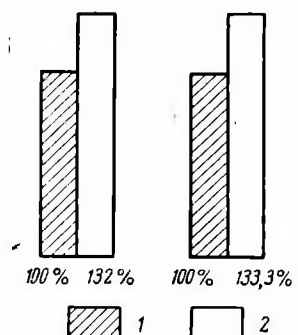
Многоярусные ульи новой системы

100 кг меда, которые ежегодно расходуются семьями пчел в процессе ее жизнедеятельности, она запасает еще некоторые излишки, которые на пасеках именуются товарным медом и отбираются у пчел пчеловодом. В природе эти излишки гарантируют семью от всяких неожиданностей.

Установлено, что пчелы вовсе не такие уж неумолимые и «самоотверженные» труженицы, как то полагали до изобретения стеклянного, наблюдательного улья. Выяснено, что в любой семье есть определенное количество пчел, не принимающих участия в медосборе и выполнении разнообразных ульевых работ. По-видимому, и те пчелы, которые участвуют в работах, могли бы выполнять их более активно. Мобилизовать этих резервных пчел на выполнение внутриульевых работ и медосбор — важная задача повышения продуктивности пчелиных семей.

Полученные в результате лабораторных исследований предварительные данные по-

Сила семей
(в ульях)
Количество рас-
плода (яйца, личинки и куколки)
в рамках



Влияние биомидина на численность пчел опытных семей, по сравнению с контрольными. В опыте участвовало 15 контрольных и 15 опытных семей. 1 — контрольные, 2 — опытные

казали, что пчелы, находящиеся в клеточках и получающие в сахарном сиропе биомиицин и пенициллин, съедают сиропа больше, чем контрольные. Рост аппетита при добавлении малых доз антибиотиков отмечен некоторыми исследователями и у других сельскохозяйственных животных.

Можно предположить, что и в активно действующих семьях антибиотики вынуждают пчел потреблять большее количество корма, а съеденный корм, в свою очередь, вызывает повышенную деятельность этих пчел. В обычных условиях они, возможно, потребовали бы меньше меда и отсиделись бы где-нибудь на сотах, но под влиянием антибиотика дополнительный корм толкает их на более эффективное выполнение внутриульевых и полевых работ.

Сущность такого влияния антибиотиков на пчел можно объяснить тем, что они, по-видимому, улучшают общее физиологическое состояние этих животных. Это предположение подкрепляется данными лабораторных

исследований, свидетельствующими о том, что продолжительность жизни зимующих пчел, содержащихся в клеточках и подкармливаемых сахарным сиропом с антибиотиками, больше, чем у контрольных. Некоторые наблюдения показали также, что пчелы, получившие антибиотики, становятся менее раздражительными, позволяют работать с ними без применения дыма.

Работа по изучению механизма действия малых доз биомиицина, пенициллина и БКВ на здоровых пчел продолжается. Автор статьи пользуется случаем выразить признательность тем пчеловодам, которые направляют в Московскую ветеринарную академию данные, ускоряющие разработку нового метода повышения продуктивности пчелиных семей и расшифровку механизма действия малых доз антибиотиков на здоровых пчел.

П. П. Копаневич

Московская ветеринарная академия

УДК 615.779.9

БЕЗБЕЛКОВОЕ КОРМЛЕНИЕ КОРОВ

В Финляндии, в Хельсинкском институте биохимических исследований проводятся интересные опыты кормления молочного скота. Здесь, по сообщению директора Института проф. А. Виртанэн, на основе углубленных физиологических, микробиологических и биохимических исследований всей пищеварительной системы коров, пришли к новому представлению о простых источниках азота как заменителях кормового белка. Обычно таким заменителям в кормлении коров отводится скромная роль — служить частичной заменой белков. При этом, само собой разумеется, используется также наибольшее количество белков, производимых на лугах, полях, на существующих комбикормзаводах и т. п. Опыты, поставленные в Институте, указывают на то, что в случае необходимости простые источники азота при комплексе определенных компонентов и условий могут обеспечить молочную продуктивность коров без всяких кормовых белков.

Это удалось установить при исследовании процесса получения наиболее чистого, вкусного и ароматного молока, и подбором кормления, отвечающего этой задаче. При выборочном исключении из содержания корма всего того, что могло бы оказать в этом отношении неблагоприятное влияние, решено было отказаться от обычных растительных кормов из-за органических соединений, возникающих в процессе пищеварения животных. Были исключены также и некоторые аминокислоты из-за опасения нежелательного действия их на аромат молока. Из источников азота решено было использовать при опытном кормлении лишь карбамид (мочевину), быстро расщепляющийся в рубце коровы в аммиак, и соли аммония.

Ранее было известно, что масса микробов, обитающих в рубце коровы, образует белок для своих клеток, используя для этого как единственный источник — азот аммония. Но можно ли усилить этот микробный синтез белка в организме животного

до уровня, достаточного для получения молочной продукции коров? Это оставалось загадкой. В процессе опытных работ решено было применить следующий состав корма: тщательно очищенная целлюлоза (альфа-целлюлоза), кукурузный крахмал (от 4 до 45 г в день), рафинированный сахар; чистый карбамид (около 90% общего количества азотного кормления), сульфат аммония + фосфат аммония; масло кукурузное (от 4 до 45 г в день), замененное впоследствии смесью из равного количества масла кукурузного и льняного, препараты витаминов А и Д; смесь из 16 минеральных веществ, включая селен. По заказу Института из некоторых вышеуказанных составных частей на фармацевтическом заводе для опытного кормления были изготовлены прессованные брикеты (весом по 9 г). При пониженном аппетите коров к брикетам добавлялся особого состава сладкий целлюлозно-крахмальный клейстер, содержащий лишь 1% карбамида, а иногда приходилось для замены клейстера давать в больших размерах сахар. При скармливании брикетов на них выливались раствор витаминов А и Д (Д₂, Д₃), а также растительное масло.

Особые трудности возникли в экспериментах с заменой грубых кормов, из-за особого значения их у жвачных. Первоначально нельзя было обходиться без скармливания небольшого количества (от 1 до 3 кг в день) ржаной или пшеничной соломы. Но постепенно ее стали заменять целлюлозными полосами; эти полосы перед кормлением замачивались 5%-ным раствором силиката натрия, а затем помещались в раствор пропионовой кислоты, чтобы таким образом получить осаждение кремниевой кислоты между волокнами целлюлозы. Однако при скармливании и такой целлюлозы период жвачки ее был мал, только 2 часа в день, тогда как при скармливании соломы пережевывание ее длилось от 5 до 6 часов (при обычных кормах оно длится от 10 до 12 часов в день). Для удлинения процесса пережевывания, ввиду важности выделения большого количества слюны, содержащей двууглекислый натрий и карбамид, опытное

кормление принаравливалось так, чтобы в него включалось жевание жесткого резинового планга или даже железной цепи.

Перевод коров с обычного кормления на опытное проходил медленно. Выяснилось, что для приспособления микробиоценоза рубца к новому корму, лучше кормить коров либо во время уменьшенной лактации (ниже 10 кг молока в день), либо в период сухостоя.

Не только по общему количеству белка, но и по составу аминокислот существенных различий между опытным и обычным молоком не обнаружено. Не было сколько-нибудь значительных различий и в отношении сухого вещества молока, молочного сахара, вкуса и аромата. Что касается витаминов, то опытное молоко превышало обычное по содержанию рибофлавина, никотиновой кислоты, пантотеновой кислоты и не отличалось от обычного по прочим витаминам.

Сообщая о проведенных первых работах по получению коровьего молока при безбелковом кормлении, проф. А. И. Виртанэн отнюдь не считает их законченными; наоборот, он указывает, что они могут послужить для выяснения различных компонентов молока и возможности лучшего использования микрофлоры рубца.

Вместе с тем высказывается предположение, что опытное получение у 4-х коров за короткий период молока и содержащегося в нем молочного жира при безбелковом кормлении может иметь практическое значение, особенно в тех случаях, когда не хватает обычных кормов и для пищеварения животных доступны углеводы, солома, дерево, остатки сахарного тростника, или могут получаться такие синтетические продукты, как многоатомный спирт, органические кислоты. Тем не менее без надлежащего длительного проведения подобного рода опытов на большем числе объектов, при всей принципиальной важности первых исследований, говорить о внедрении их в практику в широком масштабе пока преждевременно.

П. С. Берман

Москва

УДК 636.085

ПОДПИСКА НА ЖУРНАЛ «ПРИРОДА»

ПРОДОЛЖАЕТСЯ



НА ВЕЛИКОЙ САЛМЕ

БЕЛОМОРСКАЯ БИОЛОГИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ

Развитие океанологии, зоологии и особенно зоологии беспозвоночных неразрывно связано с исследованиями, проводимыми морскими биологическими станциями. Таких станций за последнее столетие появилось довольно много, не менее 250, и разбросаны они по всему земному шару. Многие из наших читателей, наверное, не раз слышали о таких известных морских биологических станциях, как Неаполитанская (Италия), Плимутская (Англия), Роскофская (Франция), Вудсхоллская (США) и др. Есть такие станции и в нашей стране — в Севастополе, в Мурманске, на Белом море. Беломорская биологическая станция, основанная Московским университетом, — место, где проводят свою практику студенты биологического факультета, а также и других учебных заведений и куда ежегодно выезжают для проведения научных исследований многие ученые нашей страны. Мы направили туда сотрудника нашего журнала Е. А. Геевскую для того, чтобы она могла познакомиться с жизнью и деятельностью этого интересного и несколько необычного учреждения. Ниже мы печатаем ее очерк.

На Великую Салму, где расположена Беломорская биологическая станция МГУ, я приехала вместе с ее основателем, проф. Л. А. Зенкевичем, который ездит туда почти ежегодно, чтобы руководить летними работами студентов и вести свою исследовательскую работу. Так что уже по дороге я успела многое узнать о Станции и главным образом об истории ее возникновения.

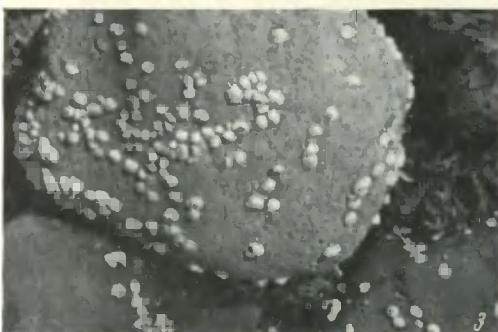
В 1938 г. проф. Л. А. Зенкевич направил группу студентов Московского университета на Белое море, чтобы на южном побережье Кандалакшского залива выбрать место, подходящее для строительства Биологической станции. Такой участок был найден на берегу пролива Великая Салма, между островом Великий и материком, куда нужно добираться по воде — Станция расположена в 17 км от ближайшего железнодорожного разъезда Пояконда. Там-то и было построено три временных барака для лабораторий и складов, а летом разбивалось несколько палаток для жилья. И вот, несмотря на трудные условия Севера, студенты и преподаватели с невиданным энтузиазмом взялись за дело. Станция росла с каждым годом. За 12—15 послевоенных лет была проделана огромная работа. Выросло два двухэтажных здания, в которых разместилось 15 лабо-

раторий, построено несколько жилых домов зимнего типа для сотрудников Станции и приезжих, в отдельном доме оборудована кухня и столовая на 50 человек, в другом крыле — библиотека и клубное помещение, функционирует просторная баня. Сейчас строится еще два больших дома, каждый на 4 однокомнатные квартиры, в которых будут жить ученые, приезжающие сюда со всех концов страны.

Все здесь сделано руками самих студентов в свободное от занятий время — это настоящая комсомольская стройка. Обслуживающего персонала почти нет, строительный материал заготавливают сами, кладут печи, кроют крыши, работают в механической и столярной мастерских.

...Поезд подъезжал к разъезду Пояконда. Человека, впервые попадающего на Север летом, ожидает много неожиданностей, совершенно опрокидывающих его прежние представления об этом крае. По учебникам мы все знаем, что по мере приближения к Северу смешанные леса нашей Средней полосы постепенно должны сменяться таежной зоной, с ее непролазными зарослями и мохнатыми лапами хвойных деревьев, с топкими мхами и болотцами.

Но из окна вагона (как я ни старалась)



На Великой Салме. Вид на Беломорскую биологическую станцию с пролива (1). Скалистый берег Киндомыса (2). Камни обросшие белянусом, морским ижолудем (3). Аквалангист в костюме «калинсо» готовится к спуску с веельбота (4). Ветряк электростанции на берегу (5). Водолазы возвращаются из моря (6)

Фото Н. Борисова, В. Муравейской и В. Гостина



Ондатра теперь частый гость на озерах близ Биостанции. Эту, например, ребята поймали, когда она переплывала против Великой Салма (*вверху*). Здесь на полянах, среди таежного леса можно найти грациозное растение «царские кудри» (*Lilium martagon*) (*слева внизу*). Богатые «трофеи» аквариумистов (*справа, внизу*)

Фото А. Аверьянова и В. Костина

ничего такого заметить не удалось. Как мы выехали жарким московским июльским днем, так и ехали всю дорогу по той же жаре, и если и произошли какие-то перемены, то разве только то, что стало еще жарче! А я все ждала, когда же задуют пронизывающие северные ветры, польет холодный, унылый дождь северного лета. За окном мелькали все те же березки и ели, озерки, речушки, малиновые куртины иван-чая... Проехали уже Волховстрой, а все то же самое...

— А разве Вы не замечаете, сколько валунов появилось вокруг? — спросил меня проф. Л. А. Зенкевич. — Они здесь словно разбросаны рукой какого-то великана. Это типичный ледниковый ландшафт. Ледник, отступая, таял, оседал и оставлял на поверхности земли эти камни, которые тащил за собой. Вот, взгляните, как занятно они ложились!

И действительно, я увидела причудливый огромный гриб — плоская каменная плита лежала поверх другого круглого валуна. А неподалеку фигура из двух круглых валунов напоминала гигантского «ваньку-встаньку». Оказывается, все это капризы ледника!

«На станции Пояконда поезд стоит три минуты» — объявили по радио. Однако машинист любезно подождал, пока пассажиры (их было всего человек 8 — аспиранты и студенты, приехавшие работать на Станцию) выгрузили все свое снаряжение — резиновые лодки, ящики с лабораторным и другим оборудованием.

Нас встречала целая делегация, во главе с директором, приехавшая за нами на катере «Научный», принадлежащем Биологической станции. Кроме этого промерного катера (водоизмещением в 36 т), у Станции сейчас есть еще два научно-исследовательских судна, три моторных вельбота и две баржи. Такие мощные транспортные средства — гордость Биостанции.

Весь этот «флот» удалось приобрести только за последние десять лет. До 1950 г. на Станции не было даже ни одного подвесного мотора, и каждодневные поездки за продуктами, стройматериалами и т. д. совершались на веслах. Такая поездка занимала около 6—8 часов, а теперь от Пояконды до Станции доезжаешь за 45 минут.



Научно-исследовательский катер «Научный» — гордость Биологической станции

Фото В. Костина

Здесь же, на палубе корабля я познакомилась с директором Беломорской биологической станции — Николаем Андреевичем Перцовым. Меня сразу удивило, что директор стоял на капитанском мостике и сам управлял кораблем. Но впоследствии я перестала чему-либо удивляться, потому что увидела, что этот человек умеет делать буквально все: он сам соорудил пилораму и научил работать на ней студентов, он оборудовал электростанцию и водопровод, задумал построить двухэтажное каменное здание аквариальной и оно сейчас воздвигается студенческими строительными бригадами. Он же сконструировал специальный насос для подачи морской воды в аквариумы и очистительные колодцы; изобрел пресс для кровельного железа и специальный пресс-штамп для изготовления бетонных блоков, пористых и легких, из местного материала, необходимых для постройки домов. Изготавливая такой строительный материал и превращая в доски выловленный из моря плавник — так называемый аварийный лес, Станция сэкономила много государственных денег, намного удешевив капитальное строительство.

Николай Андреевич, выпускник кафедры зоологии беспозвоночных МГУ, ведет при этом еще серьезную научную работу. Тема его исследований — питание беломорской сельди имеет большое теоретическое и прикладное значение.



Директор Биостанции Н. А. Перцов
Фото В. Муравейской

Станция живет по строго, раз навсегда установленному режиму. Вся научная работа заканчивается к 5 часам, и от 5 до 8 каждый занимается общественно-полезным трудом: кто на стройплощадках, на распиловке леса, в кузнице, кто мастерит мебель в столярной мастерской, а кто прокладывает траншею в каменном грунте для укладки водопроводных труб аквариальной.

О строительстве большого Морского аквариума хочется сказать отдельно несколько слов. Для работы всякой Морской биологической станции совершенно необходима подобная лаборатория с живым материалом. Небольшой Морской аквариум с проточной водой здесь уже есть. Помещается он в деревянном домике на берегу. Но он уже не может удовлетворить все возрастающих потребностей Биостанции и поэтому решено построить настоящий большой Морской аквариум — каменное двухэтажное

здание с современным оборудованием, для которого уже вырыт котлован и возведены очистительные колодцы. Строители натолкнулись на целый ряд трудностей: Станция стоит на скале, даже столбы электросети врыты в бревенчатые срубы, засыпанные доверху землей и для прочности еще сверху заваленные камнями — врыть столб в почву здесь невозможно.

Так как же проложить траншеи для труб в гранитном грунте, твердом, как железо?

Проводить взрывные работы из-за близости жилых строений невозможно. И вот здесь стали пользоваться старинным способом: ломом пробивают небольшую канавку, туда закладывают сухую древесину, разжигают и когда такой костер как следует раскалит камень, его поливают из шланга холодной водой, — камень трескается и остается лишь выбирать куски. Способ, правда, довольно кропотливый и трудоемкий, но единственно возможный в этих условиях.

Первый вечер нашего приезда несколько затянулся — хотелось сразу все осмотреть и со всеми поговорить. Но когда я посмотрела на часы, то оказалось, что уже половина второго ночи! А солнце светило по-прежнему: здесь был полярный день. И тут я впервые ясно почувствовала, что это Север. Настоящий Север за Полярным Кругом.



Водолаз готов к спуску. Сейчас он скроется под волнами Белого моря. На переднем плане Николай Денисов

Фото Н. Борисова

Утром за мной пришла Нина Леонтьевна Семенова — научный сотрудник Станции — и любезно предложила осмотреть лабораторные корпуса. Пока мы вместе шли по дороге, усыпанной толстым слоем опилок, я узнала, что Нина Леонтьевна занимается изучением донной фауны. Она метит изотопами моллюсков *Macoma baltica*, имеющих важное кормовое значение для рыб, чтобы проследить пути их миграций.

— Правда, моя работа только начата, — смущенно улыбнулась Нина Леонтьевна, — так что о ней пока говорить еще рано. А вот другие научные исследования здесь, на Белом море, уже принесли свои полезные плоды и служат теперь народному хозяйству. Вот, например, работы, проведенные М. С. Киреевой из ВНИРО. Она обнаружила на Белом море большие скопления багряной водоросли — анфельции, растения-агароноса. Запасы их определены в 150 000 т. Ею же на Балтике обнаружены огромные запасы той же анфельции и другого агароноса — фурцеллярии, которые теперь уже промышленно используются — это ценнейшее сырье для химических заводов, вырабатывающих агар-агар.

Мы подошли к двухэтажному корпусу, в котором разместились лаборатории ихтиологии, планктона и бентоса и четыре учебных. Здесь же работают биохимики и биофизики. Лаборатории физиологии животных и эмбриологии находятся в отдельном корпусе.

Основная проблема, над которой работает Станция, — это теоретические основы воспроизводства рыбных и нерыбных ресурсов Белого моря. Студенты здесь не только учатся, но и делают свои первые самостоятельные шаги в науке: они выполняют свои курсовые и дипломные работы, сюда приезжают аспиранты готовить свои диссертации. Вот, например, Наташа Логинова, аспирантка кафедры зоологии беспозвоночных МГУ, приехала собирать материал по теме «Осморегуляция морских моллюсков». Она рассказала мне, что бывает здесь каждое лето, начиная с первого курса.

— Так вы же тут настоящий старожил! — пошутила я.

— Да, получается что-то вроде этого, — скромно улыбнулась девушка, — я даже зимой, в каникулы несколько раз сюда приезжала. Проводила работы подо льдом...

Во время моего пребывания на Станции



Здание Главного лабораторного корпуса (вверху). Станция строится полным ходом. Вырастают новые удобные дома для сотрудников и приезжих (внизу)

Фото В. Муравейской

там работали и другие аспиранты — Н. М. Перцова, планктонолог, которая ежегодно руководит научной работой студентов и ведет систематические многолетние наблюдения над планктоном; М. Шатуновский, ихтиолог, изучающий запасы рыб.

Работами ихтиологов на Станции руководит чл.-корр. АН СССР Г. В. Никольский, который тоже регулярно сюда приезжает.

Свое знакомство с научной работой Биостанции я решила начать с группы проф. Л. А. Зенкевича — О. Б. Мокиевского, за-



В лаборатории биохимии у проф. Ф. Ф. Сопрунова
Фото В. Костина

нимающей три лаборатории. Они не только проводят собственные научные исследования, но и руководят работой студентов. Попробую вкратце изложить суть этих работ.

В работе всякой биологической станции есть два аспекта: изучение местной фауны и флоры, их состава, биологических свойств, продуктивности. Но, с другой стороны, каждое море — это только часть Мирового океана, и полученные данные дают представление о продуктивности Мирового океана в целом. Изучение морей и океанов за последние десятилетия сильно продвинулось вперед. Издавна оно проводится двумя способами: экспедиционным путем, на исследовательских кораблях, и стационарно, на Биологических станциях. И то и другое важно для понимания закономерностей жизни в океане. Морские экспедиции отличаются тем, что охватывают огромные просторы океанов и морей, в то время как Биологические станции изучают только прилегающие к ним районы.

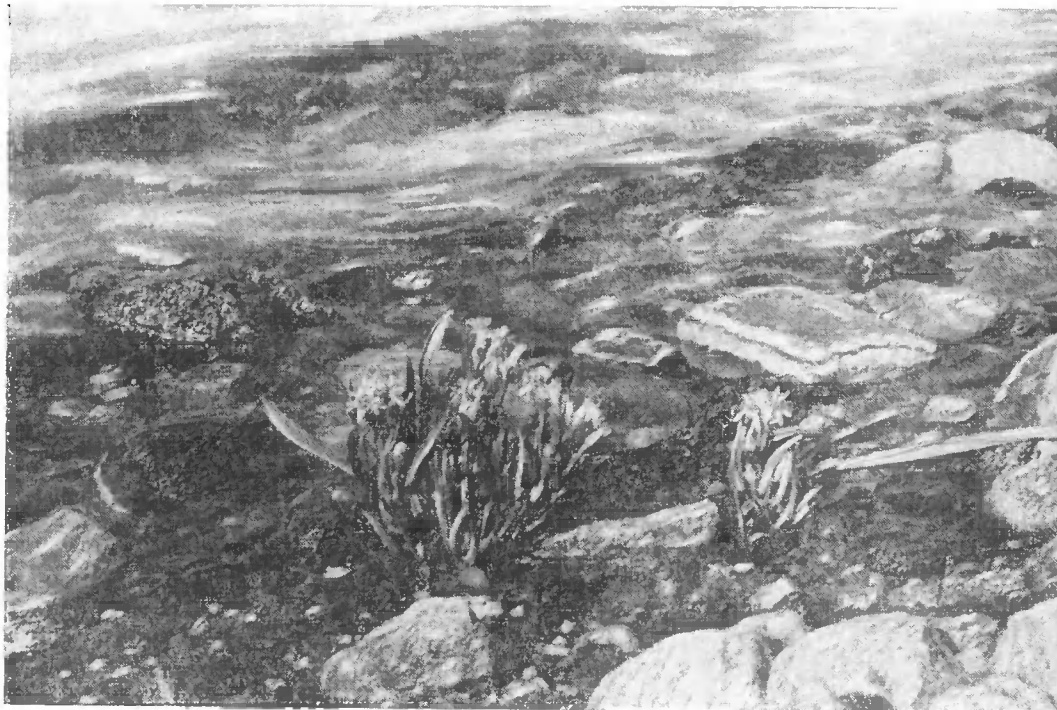
Но только за последние полтора десятка лет разрозненные данные о биологических явлениях в океане были объединены в стройную систему, получившую название биологической структуры океана. Сделано это советским ученым проф. Л. А. Зенкевичем. Для школы Л. А. Зенкевича характерно стремление найти количественные характеристики для изучаемых

явлений. Работами многочисленных экспедиций, от «Персея» до «Витязя», уже получена более или менее достоверная картина распределения донной фауны и флоры от литорали наших морей до максимальных глубин Тихого и Индийского океанов. Однако некоторые зоны океана остаются еще мало изученными. В частности, это прибрежная зона на глубинах от уреза воды до 20 м, т. е. до той глубины, где уже могут работать экспедиционные корабли. Есть и другая зона, еще менее изученная: это на глубинах от 200 до 2000 м, но она находится далеко за пределами Белого моря. А здесь, в приливно-отливной зоне Белого моря, шаг за шагом успешно выявляют картину донной жизни этого замечательного и до сих пор во многом непонятого водоема. Литораль для таких работ наиболее благодатное место — здесь легче все добыть, «взять в руки», взвесить, измерить и т. д.

Здесь есть возможность вести круглогодичную работу вблизи лабораторий, где собранный живой материал тут же непосредственно может быть использован в различных экспериментах. Старший научный сотрудник Института океанологии АН СССР О. Б. Мокиевский привлек к этой работе подводников спортивного клуба АН СССР. Он сам — участник нескольких экспедиций на «Витязе», побывавший на Японском и Охотском морях, в различных странах Юго-Восточной Азии, где проводил биологические исследования прибрежной зоны тропических морей. На Белом море он принимает самое активное участие в подводных работах и вместе с молодыми аквалангистами опускается на дно моря, обучая и показывая, что и как надо собирать и выносить на поверхность.

Подводники-аквалангисты — это как бы глаза морской науки. В результате шестилетних работ ученым при их помощи удалось открыть много нового, до сих пор им неизвестного: громадные заросли водорослей и губок, крупные экземпляры различных моллюсков, иглокожих и других организмов.

Наш подводный спорт служит тому же благородному делу, которому посвятил свою жизнь знаменитый Ив Кусто, создатель акваланга, автор известного фильма «В мире безмолвия». Во время пребывания на Станции я познакомилась с нашими отечественными «Ивами», отважными и умелыми подводниками Николаем Денисовым, сту-



Вот так выглядит морская астра (*Aster trifolium*)

Фото А. Аверьянова

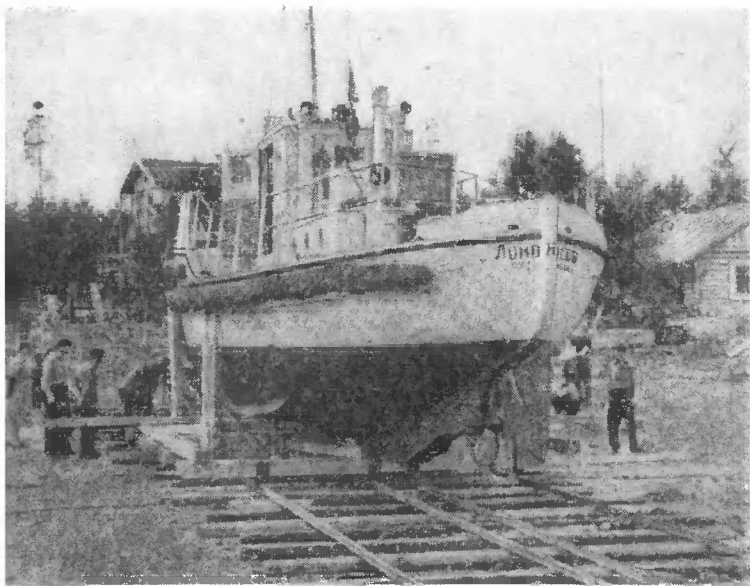
дентом-дипломником кафедры биogeографии МГУ, Людмилей Кормновой, студенткой шестого курса МАИ, Ниной Фроловой, преподавателем математики в Институте стали, Юрием Сенатским из ФИАНа, инженером Ю. Рейхвальдом, техником Н. Борисовым и многими другими. Я выходила вместе с ними на погружения в разные места моря — на Черные щели, на Биофильтры, наблюдала, как они работают четко, слаженно, спокойно! Сквозь прозрачную воду видно, как они легко скользят между подводными скалами, входят и выходят из причудливых пещер, ведут подводные съемки; не перестаешь восхищаться ловкостью и отвагой этих замечательных спортсменов! Несколько раз во время таких рейсов на вельботе я видела, как совсем рядом, метрах в двадцати выныривал тюлень и, поворачивая из стороны в сторону свою изящную коричневую головку с большими круглыми глазами, с любопытством разглядывал нас. Они здесь совсем не пуганые. Шум мотора неизменно вызывал у них большой интерес.

В одну из таких поездок меня высадили на островке, состоящем из одних скалистых утесов, нижний ярус которых открывается

только во время отлива и увешан бахромой из водорослей. Когда в отлив ступаешь по этим водорослям (это фукусы), то своеобразные пузыри-хлопушки, которыми унизаны их стебли, издают довольно громкие хлопки. Эти пузыри служат растениям чем-то вроде поплавков, когда их покрывает вода. А сами скалы и все камни вокруг утыканы, словно кукурузными зернами, баянусом — морским желудем, ракообразным, накрепко прикрепляющим свой известковый домик к твердому субстрату.

Суровая красота Севера здесь, на Рогозерской губе, особенно привлекательна. Она незабываема. Недаром многие любители природы и туристы вместо старых изхоженных южных маршрутов едут сюда, чтобы использовать для своего отдыха короткое северное лето. А оно очень короткое — почти только один месяц. Потом задует моряна, пойдут долгие дожди, шторм будет накатывать огромные волны на каменные берега... Неспроста Станция так тщательно укрепляет свой причал — не ровен час — его оторвет и понесет в море...

Но вернемся к работе О. Б. Мокиевского. Вот что он мне рассказал:



Спуск на воду научно-исследовательского катера
«Ломоносов»

Фото В. Муравейской

— В осушной зоне, так называемой литорали, мы изучаем несколько наиболее массовых форм: брюхоногих моллюсков (*Hydrobia ulvae*), двустворчатых моллюсков (*Macoma baltica*) и многощетинковых червей (*Arenicola marina*). Нами выявляются количественные показатели активно осваиваемого ими грунта и содержащегося в нем органического детрита, темпы его переваривания. Мы хотим также выяснить снос этого детрита на глубины и использование его другими организмами. Мы изучаем, как эти организмы взаимодействуют с населяемой ими средой: количество поглощаемой пищи, скорость ее трансформации и т. д.

Работа с автономным аквалангом на глубинах до 20 м потому представляет такой интерес, что на таких глубинах мощные океанические суда, как правило, исследований не проводят, так что здесь это единственно возможная форма изучения морского дна. Подводники собирают и выносят на поверхность самый различный материал — активный, водоросли, разных моллюсков и другие организмы, которые уже наверху тщательно изучаются в лабораториях.

За сезон здесь бывает три смены подводников, обычно по семь человек. Работают они совершенно безвозмездно, используя для этого свой отпуск.

В этом году начал свои работы на Беломорской биологической станции профессор Ф. Ф. Сопрунов из Института медицинской паразитологии и тропической медицины АМН. Приехал он сюда со своими сотрудниками. Я застала профессора за работой в биохимической лаборатории. Он что-то записывал, следя за стрелками спектрофотометра.

Извинившись за вторжение, я первым делом задала тот вопрос, который на моем месте задал бы каждый:

— Что может интересовать здесь, на Севере, Институт, занимающийся тропической медициной?

— Да, это действительно на первый взгляд кажется парадоксальным, — сказал Федор Федорович. Но дело в том, что наша лаборатория занимается изучением биохимического обмена паразитов человека и некоторых животных. И вот, изучая биохимический обмен гельминтов, мы обнаружили, что он во многом отличается от обычного обмена у позвоночных. Оставалось неясным, обычно ли это для всех беспозвоночных, или нет? Вот мы и приехали сюда, чтобы это проверить. Место для подобных исследований здесь идеальное: живой материал всегда под руками, а необходимое оборудование мы привезли с собой. Надо сказать, что до сих пор биохимия изучалась на очень узком «фундаменте»: голубь, крыса, кролик и морская свинка, — вот и все. А нам хочется его расширить, и морская фауна для этого самый подходящий объект. Она значительно разнообразнее наземной.

Федор Федорович задумался и привел очень образный пример:

— Как бы вам это объяснить? Биохимия — это как бы взрослый человек, развитие которого необходимо проследить с раннего детства. А поскольку беспозвоночные организмы более древние и более примитивные, то интересно начать именно с них. Это значит, что развитие биохимических свойств животных следует изучать не только на высших животных, но и в их эволюционном развитии, начав с низших организмов, — червей, моллюсков. Кроме того, изучаемый нами биохимический обмен паразита и хозяина может быть использован в борьбе с малярией и поэтому эти работы так важны для медицины.

Надо сказать, что в эти дни на Станции работало немало видных ученых, приехавших сюда из крупнейших научно-исследова-

тельских институтов страны. Большая и интересная беседа состоялась у меня с ленинградским цитологом А. В. Жирмунским. Алексей Викторович — старший научный сотрудник Института цитологии АН СССР. Занимается он изучением теплоустойчивости клеток морских животных в связи с общим характером распределения видов в морях. Для этой цели берут клетки мерцательного эпителия и наблюдают остановку его жизнедеятельности при повышении температуры. Это совершенно новый способ определения различия видов для всех многоклеточных пойкилотермных (холоднокровных) животных, от кишечнополостных до рептилий. В основе реакции клеток на внешние воздействия, и в частности на температуру, по теории Д. Н. Насонова, лежат, в первую очередь, изменения в белках клеток. Поэтому-то различие в теплоустойчивости клеток связано с различием в белковом составе их.

— Здесь на Белом море, — сказал А. В. Жирмунский, — сходятся две фауны: арктическая и бореальная. Проведенные мною опыты показали, что теплоустойчивость их весьма различна. Вот у этого холодноводного моллюска портуляки (*Portlandia arctica*), вида, встречающегося в самых холодных районах высоких широт, теплоустойчивость низка, в то время как у бореального вида, литторины литорея (*Littorina littorea*), живущего вдоль побережья Норвегии и в тех местах, где проходит теплое течение Гольфстрим — теплоустойчивость довольно высока. Это указывает на то, что существует параллелизм между широтным распределением вида и теплоустойчивостью клеток его тканей. Для наших работ удобно, что оба эти вида обитают здесь вместе. Вот, хотите на них взглянуть, — и он показал мне горсть мелких зеленоватых створок и коробку с более крупными, лиловато-черными раковинами.

— Но странно, — спросила я, — как же это они, такие разные — теплолюбивая форма и холодолюбивая — уживаются здесь вместе?

— Вот в этом-то все и дело! — воскликнул ученый. — Разгадка

очень проста. Они обитают здесь на разных глубинах, а Белое море именно и отличается большой разницей в температуре поверхностных и глубинных слоев воды. Вот вы, наверное, сами заметили: в то время, когда наверху можно даже купаться и температура воды достигает 16°, на глубине она не превышает и 3°. Вы ведь видели, как тепло одеваются наши водолазы, спускаясь на дно моря? Так вот мы пришли еще к одному выводу: существует определенный параллелизм также и между вертикальным распределением видов и теплоустойчивостью клеток.

Изучение теплоустойчивости говорит о потенциальных возможностях расселения видов, что в конечном счете может быть использовано для искусственной акклиматизации полезных для человека морских животных.

Самое тесное сотрудничество цитологов с зоологами здесь, на Станции, приносит огромную пользу исследователям. С развитием новой отрасли науки — бионики — зоологи все шире начинают привлекать к своей работе ученых других специальностей (биофизиков, биохимиков, представителей экспериментальной биологии, инженеров). Вот и здесь, на Станции, находится группа молодых биохимиков с кафедры биохимии растений МГУ, возглавляемой акад.



Поселение многощетниковых червей арениколя (*Arenicola marina*)

Фото А. Аверьянова

А. Н. Белозерским. Это старший лаборант А. Л. Мазин и студенты В. Я. Бирштейн и Е. Я. Брусиловский. Занимаются они интереснейшей и новейшей проблемой: выделяют ДНК у различных беспозвоночных с целью изучения ее тонкой химической структуры и специфичности. Поскольку изучение нуклеиновых кислот приобретает все большее значение для биологии, исследование ДНК у беспозвоночных представляет особый интерес, так как это наиболее древнее промежуточное звено в эволюции животного мира.

В заключение хочется отметить еще и то, что Беломорская биологическая станция — место ежегодной практики студентов не только многочисленных кафедр различных факультетов Московского университета: за последние 12 лет здесь проходили практику студенты пятнадцати других высших учебных заведений страны. За это время здесь перебивало 1800 студентов и около 700 научных работников из самых различных научных учреждений Советского Союза.

* * *

Но вот настал последний день моего пребывания на Биостанции. Я уезжала полная самых замечательных впечатлений.

На этот раз на капитанском мостике стоял не директор, а капитан корабля Алексей Иванович Субботин, потомственный моряк, вот уже который год проводящий на Биостанции весь сезон навигации.

«Научный» уносил нас по Великой Салме. Низко над водой висело свинцовое небо. Холодный ветер вспенивал волны и бросал в лицо соленые брызги... Мимо проплывали круглые зеленые острова, поросшие высокой травой и кустарником. Вот уже остались позади скалистые берега о-ва Великого, по которым беспорядочной толпой спускаются к воде ели...

Было немножко грустно расставаться с этой величавой северной красотой и в то же время радостно сознавать, что здесь, на берегу Белого моря, прямо посреди тайги, вырос настоящий научный городок, который растет и ширится год от года. И хочется пожелать всем его обитателям, самоотверженно работающим вдалеке от дома, увлекательных дел, счастливых плаваний и новых открытий!

Е. А. Геевская

Москва

УДК 910, 45 639.24



«Научный» на рейде

Фото В. Муравейской



**Родня
Страна**

КОРЯКСКОЕ НАГОРЬЕ



Картограмма крайнего
Северо-Востока СССР

На крайнем Северо-Востоке нашей Родины, между Камчатским полуостровом на юге и Анадырской низменностью на севере, расположена обширная горная страна. Когда пролетаешь над ней, из окна самолета видна сложная система хребтов, увенчанных скалистыми гребнями и расчлененных речными долинами. Даже в разгар лета глаз поражает обилие снега в горах; вся страна, благодаря этому, сверху кажется черно-белой. На мелкомасштабных картах это место до сих пор носит название Корякского хребта, так как предполагалось, что здесь существует ряд параллельно вытянутых горных цепей. Однако, как выяснилось сравнительно недавно, большинство хребтов, образующих это Корякское нагорье, — Пахачинский, Апукский, Снеговой, Укэлаят, Пикась и другие, ориентированы не вдоль, а почти поперек общего направления всей системы и линии побережья Берингова моря. Горные цепи сложены преимущественно вулканическими породами, они сильно расчленены и, несмотря на небольшую абсолютную высоту (1500—2000 м), труднодоступны. Эти поднятия резко выделяются на фоне более мягкого среднегорного рельефа, основу которого составляют породы осадочного происхождения.



Корякское нагорье под снегом. Верховья реки Ваги, конец апреля

Рельеф Корякского нагорья в основных своих чертах образовался еще в верхнетретичное время. Последующие изменения были внесены четвертичным оледенением. Многочисленные цирки, трог и донные морены свидетельствуют о том, что в относительно недавнем прошлом в горах формировались и сползали вниз могучие ледники. В наиболее высоких массивах центральной части нагорья и в его приморских участках есть очаги современного оледенения. Это — каровые и небольшие долинные леднички, протяжением иногда до 2—3 км. По данным аэрофото съемки, в Корякском нагорье насчитывается 395 ледников общей площадью в 140 км². Климат страны суров, несмотря на то, что она расположена значительно южнее Северного полярного круга. Это объясняется тем, что зимой охлажденные воздушные массы проникают в нагорье из глубины континента, а летом — из Арктики и со стороны Берингова моря. Зима в нагорье продолжительная, с сильными ветрами и метелями. Лето обычно холодное, пасмурное, с частыми туманами и дождями. Лишь изредка, главным образом в июле, выдаются теплые и даже жаркие дни. Пожалуй, наиболее приятное время года — сентябрь, когда исчезают комары и стоят еще теплые солнечные дни, но ночи уже холодные. В начале — середине октября на большей части нагорья наступает быстрое похолодание и выпадает снег.

Многочисленные реки, которые впадают в Берингово море и в Северный Ледовитый океан, обладают неустойчивым режимом: быстрые и стремительные во время снеготаяния, в конце лета они сильно мелеют,

особенно в верховьях. Хариус и голец — постоянные обитатели корякских рек; кета, горбуша, нерка и кижуч заходят сюда лишь для икрометания.

ГОРНАЯ ТУНДРА

Подавляющая часть нагорья — это горная тундра. Ее флористический состав, в отличие от тундр высоких широт, довольно разнообразен. Основу горно-тундровой растительности составляют травяно-кустарничковые и кустарничково-лишайниковые сообщества. Кустарничковый ярус образован золотистым рододендромом, полярной азалией, дриадами и многочисленными формами стелющихся ив. Среди кустарников растут лишайники, из трав — остролодка, мытник, полынь, колокольчик, разнообразные камнеломки. В более увлажненных участках по склонам и на дне горных цирков развиты осоково-злаковые сообщества, состоящие из осок (блестящей, черно-бурой, крупностной), мятликов, трищетинников, овсяниц. В верхней части склонов преобладают кустарничково-лишайниковые и лишайниковые формации, встречающиеся пятнами среди безжизненных каменистых россыпей. На северных склонах, подверженных особенно сильному действию ветров и сравнительно малоснежных, большие площади заняты выветривающимся щебнем с лишайниками и скудной травянистой растительностью.

Субальпийский, или подгольцовый, пояс почти полностью состоит из густых зарослей кедрового стланика. Местами кусты выше роста человека и пробиться сквозь переплетение их толстых побегов даже с топором почти невозможно. С увеличением абсолют-



Вид на Апукский хребет; места обитания снежных баранов и черношапочных сурков (*вверху*). Самка снежного барана (*снизу*)

ной высоты местности, стланиковые «джунгли» становятся более разреженными и низкорослыми. Кроме кедрового стланика, в подгольцовой зоне встречается кустарниковая ольха, иногда с примесью рябины. Вдоль рек (в среднем и нижнем течении) узкими лентами тянутся леса из душистого тополя и древовидной ивы — чозения; в верховьях они сменяются зарослями ивовых кустарников. На пологих участках террас и по широким речным долинам распространены ерниково-пушицевые кочкарники.

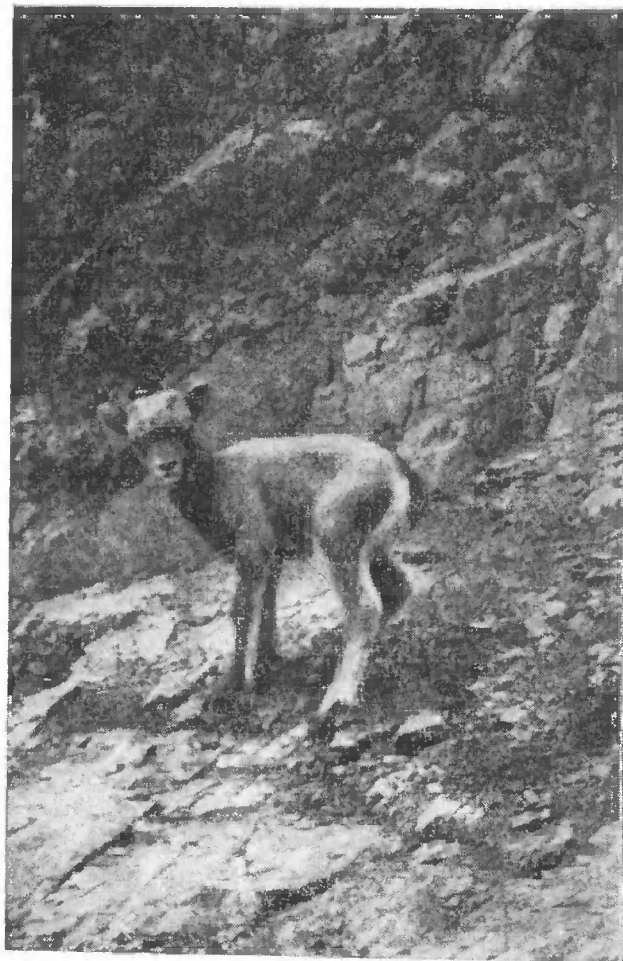
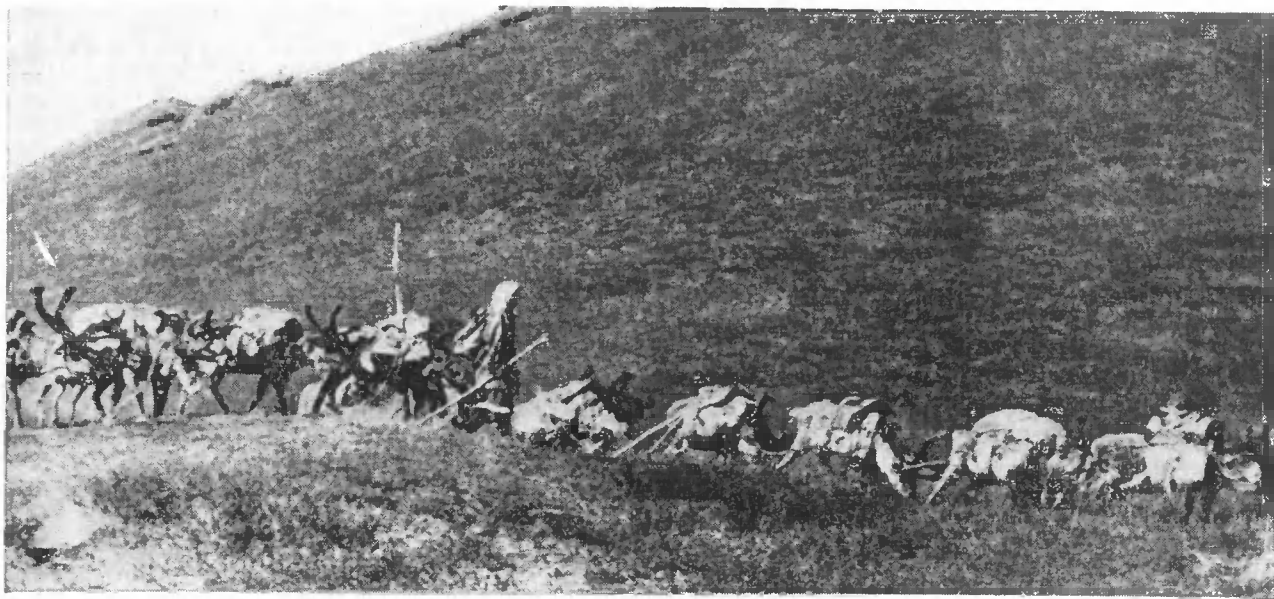
Особенно живописно нагорье в осеннем наряде. Незабываемы сочетания темно-серых скал, горной тундры, окрашенной в красные и желтоватые тона самых разнообразных оттенков, и темно-зеленых кустов кедрового стланика. Ярко-красные листья альпийской толокнянки образуют красивую мозаику на фоне белого ягельника. Среди начинающих желтеть кустов ольхи пурпурным огнем вспыхивают кроны рябины.

БОГАТСТВА ФАУНЫ

Своеобразен и интересен животный мир нагорья, специальным изучением которого в 1959—1961 гг. занимался зоологический отряд Камчатской комплексной экспедиции Сибирского отделения АН СССР. В Корякском нагорье обитает 29 видов зверей и около 150 видов птиц.

На склонах гор, по соседству с крутыми скалами, держатся снежные бараны, или толстороги, единственные из горных копытных, сумевшие приспособиться к жизни в заснеженных высокогорьях северо-восточной части азиатского материка. Густая и





Караван вьючных оленей в пути (*сверху*).
Ягненок снежного барана (*снизу*)

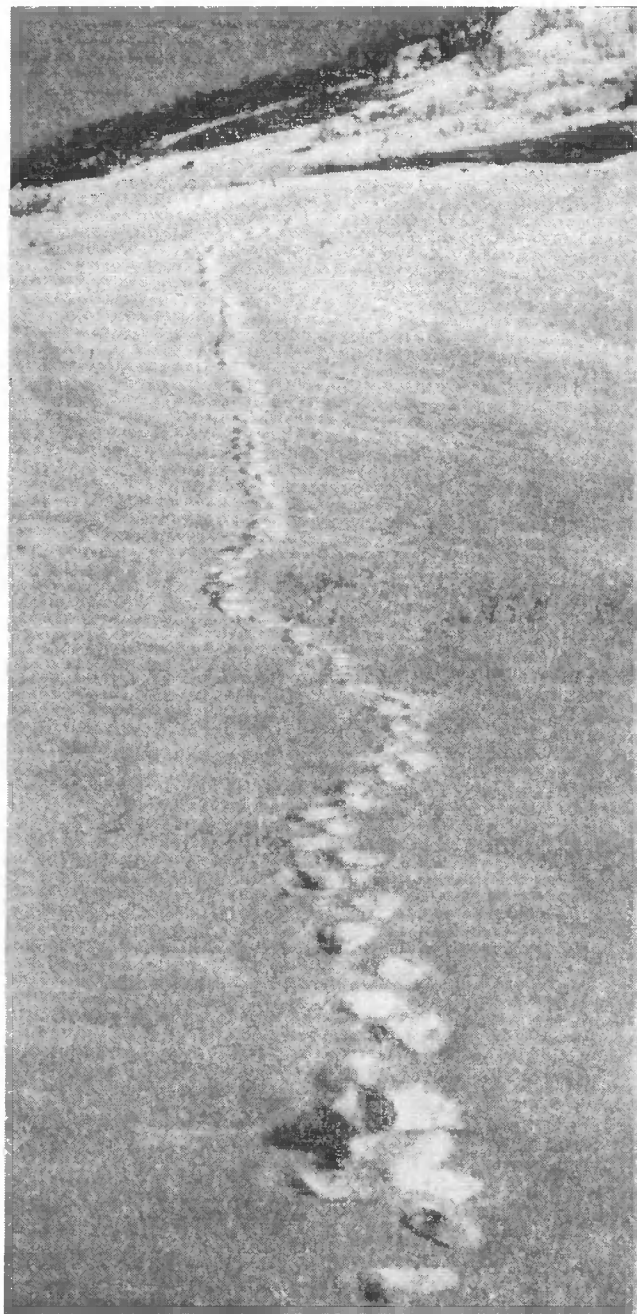
длинная шерсть, толстый слой сала, накапливаемый к осени, выносливость и неприхотливость к кормам — помогают снежным баранам успешно переносить морозную и вьюжную зиму. Взрослые самцы, могучие животные, не уступающие по размерам северному оленю, с тяжелыми, спирально закрученными рогами желтоватого цвета, обычно образуют отдельные стада и населяют наиболее скалистые и труднодоступные места. Самцы моложе четырех-пяти лет не допускаются в их «избранный» круг и живут отдельными группами или присоединяются к стадам самок с молодняком. Исключительно острое зрение, а также хорошо развитое обоняние и чуткие уши надежно охраняют снежных баранов от хищников — волка, росомахи, рыси. При любой опасности толстороги ищут спасения в неприступных скалах. В своем искусстве карабкаться по отвесным кручам и прыгать по скалам они не уступают таким «высоко специализированным» жителям гор, как дикие козлы и серны. Теплые, прочные шкуры и вкусное мясо делают снежного барана ценным промысловым зверем. Общая численность толсторогов в Корякском нагорье еще достаточно велика и здесь можно организовать их промысел.

Сравнительно недавно, всего 30—40 лет тому назад, в горных тундрах паслись стада других представителей копытных — диких северных оленей. Но они не смогли выдержать конкуренции со своими домашними сородичами и к настоящему времени полностью исчезли. Зато каждое лето по горным долинам совершают свой путь к морю

тысячные стада оленей, принадлежащих чукотским и корякским совхозам. Оленеводство, наряду с охотой и рыбной ловлей, составляет основу экономики края.

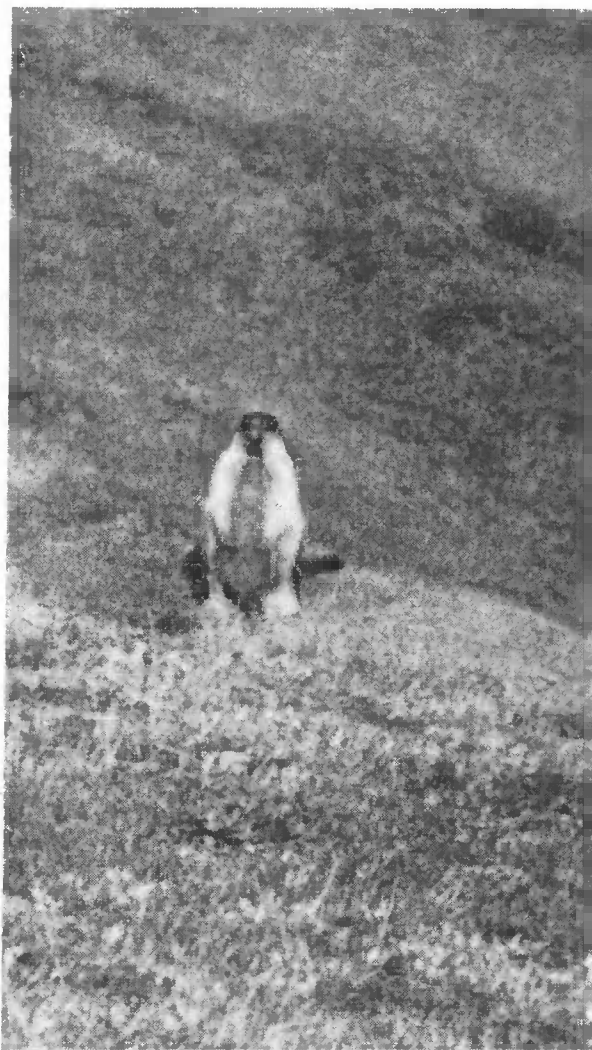
В верховьях горных рек и в ледниковых цирках, где крупно-каменистые россыпи чередуются с лужайками травянистой растительности, располагаются поселения черношапочных сурков. Каждая семья этих крупных грызунов занимает нору довольно сложного устройства. Восемь месяцев в году сурки проводят в спячке. Это — своеобразное приспособление к суровой и продолжительной зиме. Пронзительными криками приветствуют сурки появление человека в своих владениях. Некоторые из зверьков, особенно молодые особи, непуганые и любопытные, подпускают к себе довольно близко. Стоя на задних лапках, они издают свистящие звуки, смешно подергивая в такт пушистым хвостом и сердито поблескивая черными, живыми глазами. При попытке человека подойти еще ближе, зверек стремительно ныряет в круглое отверстие норы и уже долго не показывается. Мясо и жир черношапочных сурков вполне съедобны, а мех красив и прочен. В Олюторском хребте, где численность сурков довольно высока, их промысел мог бы приносить существенный экономический эффект.

Другой представитель отряда грызунов — длиннохвостый суслик, пожалуй, самый заметный зверек на территории нагорья. Переселившись в отдаленные времена из более южных, горно-степных пространств на северо-восток Сибири, этот вид сумел прекрасно прижиться в новых условиях. В нагорье он населяет не только открытые луговины — типичные места обитания своих южных сородичей, но и ивовые кустарники, тополевые леса по речным долинам, разреженные заросли кедрового стланика и задернованные участки горно-тундрового пояса. Длиннохвостый суслик менее восприимчив к холоду, чем сурок, поэтому он позже ложится в зимнюю спячку, а весной выходит из нор в конце апреля, когда все вокруг еще покрыто снегом и только начинают появляться первые проталины со скудной прошлогодней растительностью. К таким проталинам суслики прибегают кормиться, оставляя на снегу длинные тропки. Особенно часто суслики попадают на глаза в начале июля, когда из нор впервые выходят выводки молодых зверьков. В это время около выводковой норы можно видеть всю семью, со-



Следы бурого медведя

стоящую из взрослой самки и пяти-восьми детенышей. Потревоженные звонкими криками соседей по колонии, первыми заметивших появление человека, суслики вытягиваются «по стойке смирно» и настороженно рассматривают пришельца. Зверьки,



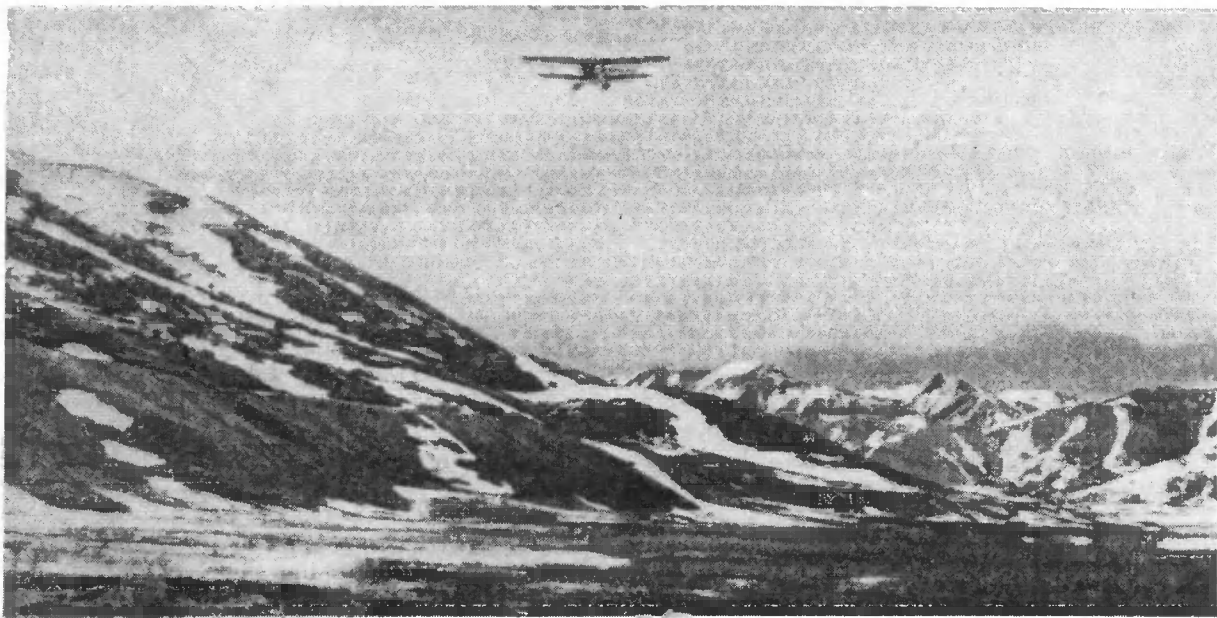
жившие вблизи нашего палаточного лагеря, быстро привыкли к людям, перестали их бояться и превратились в довольно назойливых «посетителей» продуктового склада. Длиннохвостые суслики играют немаловажную роль в природном комплексе нагорья, так как, во-первых, они служат кормовыми ресурсами для хищных зверей и птиц, и, во-вторых, их роющая деятельность оказывает заметное влияние на растительность и микрорельеф.

Крупно-каменистые россыпи, занимающие большую площадь по склонам гор, населены северной пищухой, — небольшим рыжеватым зверьком. Осенью они развивают бурную деятельность, заготавливая сено на зиму, когда питаются аккуратно сложенными в стожки растениями. Начиная с середины августа можно видеть, как пищухи деловито таскают огрызенные под корень различные травы и молодые побеги карликовых ив, а в солнечные дни раскладывают их для просушки. За пищухами охотятся стройные хищники — горностаи, способные без труда проникнуть в любую щель между камнями.

В глухих, скалистых распадках бурных рек, стекающих с Олюторского хребта в Берингово море, сохранился соболь. С 1952 г. местный соболь находится под строгой охраной и есть данные, что поголовье этого ценного представителя семейства куньих заметно увеличилось.

Черношапочный сурок (*сверху*). Стадо домашних северных оленей (*снизу*)





Самолет доставляет груз для геологической партии (*сверху*). Длиннохвостый суслик (*снизу*)

Корякское нагорье — одно из немногих мест, где постоянно сохраняется довольно высокая численность бурых медведей; их следы, а иногда и настоящие тропы, проложенные по берегам речек, встречаются буквально повсюду. Часто можно видеть и самого косолапого, который особенно хорошо заметен среди открытых склонов горно-тундрового пояса. Несмотря на внушительные размеры, корякские медведи — звери весьма мирного нрава. Возможно, это связано с хорошей обеспеченностью кормами и преимущественно растительным характером питания зверей. Весной медведи кормятся прошлогодними орехами кедрового стланика и перезимовавшими ягодами шикши, а позже — молодыми побегами и листьями злаков. Лишь изредка они раскапывают норы сусликов. Летом, когда начинается ход лососевых, звери почти целиком переходят на рыбный корм. Осенью медведи пасутся на ягодниках и в зарослях кедрового стланика. Охотятся на медведей в апреле и первой половине мая, после выхода их из берлоги.

Из других промысловых зверей Корякского нагорья можно назвать лисицу, горностая, зайца-беляка и населяющую пойменные леса белку. Реже встречаются выдра, живущая скрытной жизнью по берегам бы-



стрых рек, и осторожная рысь, неутомимая россомаха, самый вороватый зверь тундры, как называют ее чукчи за склонность поживиться за чужой счет. Еще десять лет тому назад в нагорье было много волков, причинявших своими пиратскими налетами серьезный ущерб оленьим стадам. Но зимой 1957 г. оленеводы объявили войну серым хищникам. В тундре были разложены приманки, начиненные фторацетатом бария, и численность волков резко сократилась.

Менее заметны на первый взгляд землеройки-бурозубки (арктическая, средняя, когтистая) и полевки (красная, красно-серая, экономка, лемминговидная), зато велика роль, которую они играют в жизни местных биоценозов. С одной стороны, это объекты питания таких пушных зверей, как соболь, лисица и горностай, с другой — носители различных инфекций или обитатели человеческих жилищ. Интересно, что домовая мышь живет только в поселках, расположенных на морском побережье. Сюда она, по-видимому, была завезена с пароходными грузами сравнительно недавно, так как известно, что в 1933—1934 гг. в Олоторском районе ее не было. В немногочисленных поселках, расположенных в глубине страны, домовую мышь заменяет полевка-экономка.

ПЕРНАТОЕ ЦАРСТВО

Птичье население Корякской земли особенно разнообразно. Продолав путь с вьючными лошадьми от морского побережья до верховьев р. Ачай-ваям, которая берет свое начало у подножья вечно окутанной облаками горы Ледяной, можно было проследить изменения в фауне птиц. Огромные стаи чаек и крачек, шумные птичьи базары, населенные кайрами, бакланами, моевками и тупиками, характерны для туманного побережья Берингова моря. Выше по р. Апуке в пойменных озерах множество уток — здесь выводят свое потомство шилохвости, свиязи, чирки-кlokтуны, морянки, чернети, турпаны. На больших озерах встречаются пары лебедей кликунов и гагар — чернозобой и краснозобой. В долинной тундре гнездятся гуси-гуменники и белолобые казарки. Громкий хохот издают по весенним вечерам рядные самцы белых куропаток. Пойменные леса и кустарники населяет большое количество воробьиных — овсянки-дубровники, варакушки, темнозобые дрозды, белые и желтые трясогузки, соловьи, красношейки, чечевичи, бурые пеночки. В тополево-чозе-

ниевых лесах много гнезд орла-беркута и орлана-белохвоста; эти громоздкие сооружения из толстых сучьев легко обнаружить ранней весной, пока еще на деревьях не распустились листья.

Чем выше поднимаешься в горы, тем стремительней становятся реки, уже долины, реже кустарники. Птиц становится меньше, меняется и состав орнитофауны. Не бояться быстрого течения ярко окрашенные утки-каменушки, типичные обитатели горных рек северо-восточной Сибири. В августе почти на каждой речке можно встретить их выводки; серовато-коричневые утята, подобно поплавкам, несутся вниз по течению в сопровождении заботливой мамы. По галечным берегам небольших ручьев бодро вышагивают, заходя «по колено» в воду и склевывая личинки симулид, желтоногие серые кулички — пепельные улиты. На каменистых водоразделах и пологих склонах изредка гнездятся два других интересных кулика, монгольский зуек и большой песочник — эндемики Северо-Востока, впервые найденные на гнездовые проф. Л. А. Портенко. Скалистые уступы служат местом для устройства гнезд хищным птицам — кречетам, мохноногим канюкам и соколам-сапсанам. Белую куропатку в горно-тундровом поясе замещает близкий к ней вид куропатки тундряной. Из воробьиных здесь обычны горные коньки, чечетки, каменки, пуночки. Замечательны редко встречающиеся сибирские вьюрки, которые гнездятся в трещинах неприступных скал и на крутых склонах, покрытых крупно-каменистыми россыпями. Отвесные скалы служат также местом гнездования шумных колоний белопопых стрижей.

На человека, впервые попавшего в Корякское нагорье, природа его, даже в летнее время, производит впечатление суровости и дикого величия. Этому способствуют панорамы безлесных, скалистых хребтов с снеговыми вершинами и глубокими ущельями, густые туманы и продолжительные ненастья. Но стоит забрести в ясный день в какую-нибудь защищенную от северных ветров долину и кажется, что перед тобой совсем другая страна. Среди зеленых зарослей ивняка и ольхи по берегам шумного ручья с прозрачной водой попадают кусты шиповника и красной смородины. Буйно тянется вверх густое разнотравье, желтеют соцветия пижмы, мелькают лиловые цветки колокольчиков, басовито жужжат шмели. Если же путеше-

ственнику доведется вдобавок полюбоваться разнообразием красно-желтых тонов осенней тундры и бескрайними ее снегами, искрящимися на зимнем солнце, то Корякское нагорье навсегда останется в его памяти как один из замечательных уголков нашей Родины.

Все шире используются в народном хозяйстве богатые природные ресурсы нагорья. Увеличивается количество рыбоконсервных комбинатов на побережье Берингова моря. Растет поголовье оленьих стад в чукотских и корякских совхозах. Постепенно раскры-

ваются тайны недр и возникают перспективы развития горнодобывающей промышленности. Не утратил своего значения и пушной промысел. Расстояние сокращает авиация. Самолеты доставляют почту и различные грузы, в самые отдаленные поселки. Как полноправные члены большой советской семьи живут и трудятся чукчи, коряки и эвены — старожилы далекого Корякского нагорья.

Ф. Б. Чернявский
Кандидат биологических наук

УДК 571.661

Ленинград

**Заметки,
Наблюдения**

СТОЛБЫ ГАЛО НАД ФОНАРЯМИ

Морозной ночью над яркими огнями, точно лучи прожектора, поднимаются вертикально световые столбы гало. Они достигают высоты 10—20 м при ширине, немного превышающей диаметр источника света. С усилением мороза столбы становятся ярче и выше. При температуре воздуха ниже -20° в ясную тихую ночь небо над небольшим поселком прорезается вертикальными тонкими лучами света. Хотя это явление и наблюдается часто, но все же привлекает к себе внимание случайных наблюдателей.

Читатель журнала «Природа» инженер Ю. Шапиро сделал снимок столбов гало над фонарями в пос. Чишмы БАССР в 1 час ночи в декабре 1962 г., при температуре воздуха -23° . Нужно учесть, что в природе столбы бывают значительно более резко очерченными, чем они выглядят на снимке, где несколько размываются ореольным эффектом.

Столбы гало вызываются отражением света от нижней поверхности ледяных пластинок, плавающих в воздухе. Эти пластинки имеют поперечник менее 1 м, толщину в десятки раз меньшую, чем поперечник, и шестиугольную форму. На Солнце зеркальный блеск пластинок создает впечатление световой черточки. Последнее породило неправильное название этих плоских кристаллов — «ледяные иглы».

В тихую погоду кристаллы падают плашмя и немного колеблются. В результате этого изображение источника света растягивается в полоску. Днем или в сумерки над Солнцем тоже бывают видны столбы гало.

Ледяные пластинки возникают в результате пересыщения воздуха водяным паром. При большом морозе происходит непосредственный переход пара в лед — сублимация. При такой погоде избыток водяного пара бывает лишь в приземном слое воздуха. Поэтому ледяные кристаллики наблюдаются до высоты 10—30 м над поверхностью земли. Если подняться на высокое здание, то с него уже можно



Столбы гало в поселке Чишмы Башкирской АССР

Фото Ю. Шапиро

не увидеть столбов гало, отчетливо наблюдавшихся снизу.

Приземное происхождение кристаллов объясняет и их небольшой размер. Они выпадают на землю прежде, чем успеют значительно увеличиться. Осадок, создаваемый этими кристаллами за ночь, совершенно незначителен — на черном бархате можно видеть как бы припудренность. В верхнем ярусе тропосферы также наблюдаются подобные ледяные пластинки. Они даже летом вызывают над Солнцем столбы гало.

Профессор А. Д. Заморский

Ленинград

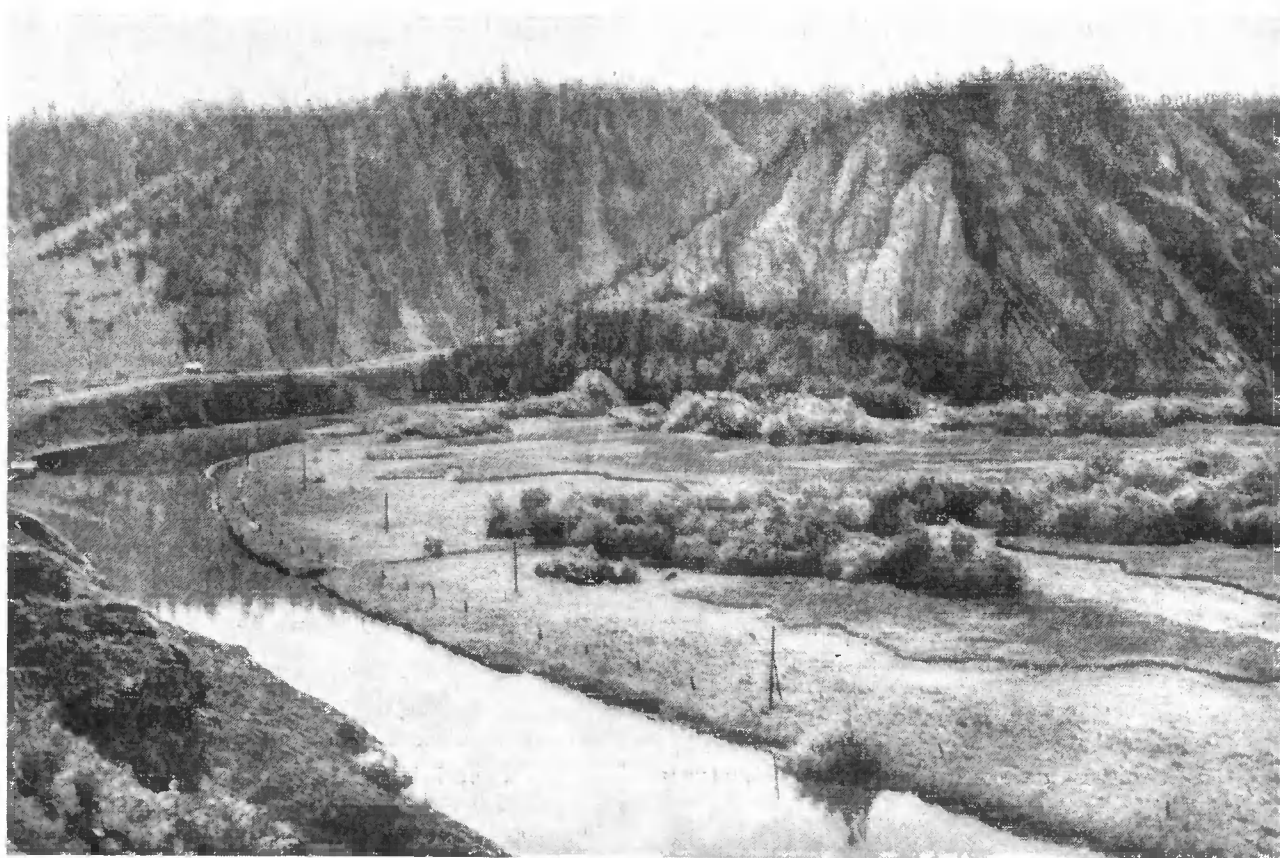
БУДУЩЕЕ НАШИХ ЛЕСОВ

Богата и разнообразна природа нашей Родины, чудесны ее лесные ландшафты. Начиная с буковых массивов Карпат и еловых лесов Кольского полуострова, мощной лентой тянется к Уралу зеленая лавина. Перевалив через хребты, она расстилается по необъятным просторам Сибири и Дальнего Востока, вплоть до Камчатки и Сахалина.

Велико и многообразно значение леса. Нет почти ни одной отрасли народного хозяйства, которая не была бы связана с ле-

сом, не потребляла бы древесины, не нуждалась в обработке и переработке, в широком ассортименте изделий из нее. Но значение леса не ограничивается его прямой утилитарной ценностью. Лес — хранитель и собиратель вод и, вместе с тем, защитник почвы от смыва и размыва. Он оберегает сельскохозяйственные растения от эрозии, суховеев и черных бурь, служит кормовой базой для многих зверей и промысловых птиц.

Лес — это чистый воздух: он поддержи-



Река Куряк (Южный Урал)



Река Усьва (Западный Урал)

ваает правильное соотношение элементов атмосферы, необходимых для жизни. Являясь основой зеленого покрова земли, лес служит источником всего живого.

Исключительна роль леса в земледелии. «Людям,— писал Ф. Энгельс,— которые в Месопотамии, Греции, Малой Азии и других местах выкорчевывали леса, чтобы добыть таким путем пахотную землю, и не снилось, что они этим положили начало нынешнему запустению этих стран, лишив их, вместе с лесами, центров скопления и сохранения влаги»¹. Эта характеристика до сих пор не утратила своей остроты, она служит предостережением.

Природные леса могут быть легко истощены. При разумном же отношении леса не только будут возобновляться, но и значительно расширятся. Не забывая о сегодняшнем их практическом значении, надо настойчиво и целеустремленно работать над будущим наших лесов.

Настало время, когда каждый колхоз или совхоз, лесхоз или леспромхоз должен иметь научно обоснованные данные о характере и особенностях всех почв закрепленной за ним территории и развернутый план их улучшения. Без этого нельзя вести рационального хозяйства.

¹ Ф. Энгельс. Диалектика природы, 1948, стр. 141.

развивать эффективные агротехнику и лесоводство, повышать плодородие почв и продуктивность лесов. Не должно быть бросовых земель, каждый участок земли следует рационально использовать. Возьмем, например, природные условия Пермской области, характерные для лесной зоны РСФСР, особенно Европейской ее части. По учету земель, на территории этой области числит-

ся пашни 13,3%, сенокосов — 3,9, выгонов — 3,8, лесов и кустарников — 74,5, прочего — 4,5%. Из них сельскохозяйственных угодий — 21%. При этом следует учесть, что в значительной части районов Центра и Севера сельскохозяйственных угодий недостаточно. Земли там малопродуктивны, особенно сенокосы и выгоны, частично заболочены, покрыты кочками или зарослями леса и кустарника. Луга дают от 6 до 10 ц сена, а выгоны — не более 500 кормовых единиц с 1 га. Леса совхозов и колхозов также малопродуктивны, истощены бессистемными рубками и неурегулированным выпасом скота. Леса, луга и выгоны составляют до 58% всех сельскохозяйственных угодий, и по существу это малопродуктивные подсобные площади. Однако они и огромный резерв увеличения продуктивных земель.



Челюстной погрузчик в Березниковском леспромхозе. Пермская область



Бор зеленомошник. Пермская область

Анализ распределения площадей показывает несовершенство природных ландшафтов и необходимость неотложных мер их преобразования и улучшения землепользования. Прежде всего, надо создать условия оптимальной лесистости, исключая водную и ветровую эрозию почв и заболачивание. Необходимые для этого условия — повышение лесистости до 30—40% на юге, снижение ее до 60—70% на севере.

Прежде чем начать сложную работу по улучшению земель, нужна вдумчивая оценка потенциальной ценности каждого участка земли и определение его назначения и эффективного использования. Такая оценка должна исходить из характера почв, рельефа, географического положения и других условий, определяющих значение отдельных участков. Все это должно быть произведено с учетом экономики и перспектив развития колхоза, лесхоза и района в целом.

Участки леса на выгонах, лугах, по склонам холмов, оврагов и балок, по берегам рек, где вырубка и раскорчевка могут вызывать эрозию, необходимо перевести в категорию заповедных лесов. Другие участки колхозных и совхозных лесов и лесов госфонда с хорошими почвами, но заброшенные, должны быть превращены в пашню и культурные луга.

Северный Чердынский район Пермской области имеет только 4,3% сельскохозяйст-

венных угодий, из них половина — сенокосы и выгоны, в значительной части заросшие лесом и кустарником. Здесь пройдет Камско-Печорский водный путь, и затопление еще более сократит площади угодий. В перспективе здесь получит значительное развитие лесная, деревообрабатывающая промышленность и другие ее отрасли. Вырастут старые поселки, будут заложены новые. Все это выдвигает на первый план проблему снабжения населения овощами, молоком, мясом. Климатические и почвен-

ные условия района позволяют увеличить площади сельскохозяйственных угодий, и сельское хозяйство сможет удовлетворить эти нужды. Нужна лишь плановая и настойчивая подготовка почв.

Известно, что лес занимает три четверти территории нашей страны. Из этой площади леса государственного фонда составляют 92%, занимая в Пермской области две трети ее территории. Площади, не покрытые лесом (вырубки, гари), занимают 12,5%; заболоченные и плохо продуцирующие леса — 17,0%; молодняки редкостойные, требующие реконструкции, — 3,7%; молодняки лиственных пород, требующие реконструкции, — 6,1%; наконец, леса, требующие рубок ухода (первая очередь), — 4,1%. Таким образом, 43,4% лесного фонда занято либо пустырями, либо малопродуктивными площадями. Именно в этом кроется секрет низкой продуктивности лесов, дающих ежегодный средний прирост древесины в $1,8 \text{ м}^3$ с 1 га , тогда как он должен быть 3 м^3 , а вполне достижимо и 4 м^3 . В целом по области вместо 15 млн. м^3 прироста можно получать более 30 млн. м^3 .

Профиль будущего ландшафта должен быть предопределен исходными данными о современном распределении и состоянии земельных и водных ресурсов района. В них должно быть намечено оптимальное соотношение и размещение полей, лесов и лугов,

гидроэлектростанций, каналов и крупных центров промышленности. Все это потребует подробно разработанных почвенно-геологических, гидрологических, геоботанических и экономических данных.

Все дальше на север и восток, в таёжные леса проникает человек для освоения и эксплуатации природных ресурсов. Первое, с чего начинается освоение тайги, это — рубка леса. Часто мы вырубам лес, оголяя целые районы там, где его можно бы сохранить.

Проникая в тайны природы, открывая все новые и новые источники энергии, мы не должны походить на тех волшебников, кото-

рые по ошибке освободили злых джинов. Разработка природных ресурсов никогда не должна вызывать эрозии почвы, загрязнения воды и воздуха. Несовершенство природных ландшафтов — тундры и тайги на севере, степи и пустыни на юге, «больные» культурные ландшафты в густонаселенных районах, с последствиями водной и ветровой эрозии, — все это делает проблему создания действительно культурных ландшафтов одной из первоочередных задач наших дней.

Н. И. Керженцев

УДК 631.614

Пермь



ИЗОТОПЫ ПОВЫШАЮТ УРОЖАЙНОСТЬ ХЛОПЧАТНИКА

В 1958—1963 гг. кафедра высших растений совместно с кафедрой общей физики Самаркандского государственного университета им. Алишера Навои провела опыты по изучению влияния изотопов на урожайность хлопчатника. Сухие семена этой культуры перед посевом подвергли облучению гамма-лучами радиоактивного кобальта в дозе 600 г.

Существенной разницы в фазах развития хлопчатника между контрольным и облученным вариантами в полевых условиях не обнаружилось. Однако темпы развития проявились лучше у тех растений, семена которых перед посевом облучались. Например, в 1962 г. на опытном поле колхоза им. А. А. Жданова, Будунгурского производственного управления, на участке с облученными семенами бутоны образовались несколько раньше, чем на контрольном.

Опыты показали, что густота стояния облученного хлопчатника во все годы была выше, чем не облученного. Наблюдалось также более дружное появление всходов. Облучение семян положительно влияло и на ко-

личество симподий, коробочек и средний вес хлопка-сырца из одной коробочки.

Урожайность хлопка-сырца на различных участках с облучением в разные годы оказалась выше на 5,6—7,92 ц/га. Разницы в технологических качествах волокна не наблюдалось. Лабораторные анализы показали, что семена, собранные из облученного варианта, содержат жира на 2,7% больше по сравнению с контролем.

Таким образом, радиоактивный изотоп Co^{60} при облучении семян хлопчатника в пределах 600 г способствует более дружным всходам. За счет густоты стояния и количества коробочек повышается урожайность. Все это дает основание рекомендовать малые дозы предпосевного облучения семян хлопчатника как агроприем.

*Д. Т. Кабулов,
М. М. Муминов,
Ф. И. Исмаилов*

*Самаркандский государственный университет
им. Алишера Навои*

УДК 631.811.539.755

КАКОВЫ РАЗМЕРЫ НАШЕЙ ГАЛАКТИКИ

ЕЕ ВИД ИЗНУТРИ И СНАРУЖИ

Наше Солнце и все окружающие нас звезды, видимые простым глазом, входят в состав большого облака звезд — в Млечный Путь, или Галактику («галактос» — по-гречески «молочный»). Поскольку расстояния между соседними звездами в этой системе (не считая, разумеется, двойных звезд) огромны — порядка 5 световых лет¹, то мы, находясь внутри этой звездной системы, видим на небе невооруженным глазом несколько тысяч ярких и ближайших звезд, которые вследствие перспективы выглядят хаотически разбросанными по небу. Но более слабые и далекие звезды, которые доступны уже только телескопам, распределяются по небу не так беспорядочно, а вполне закономерно: чем ближе рассматриваемый участок неба к Млечному Пути, тем богаче он звездами. В направлениях, где наша звездная система имеет большую протяженность, суммарный блеск слабых, неразличимых простым глазом звезд оказывается все же заметным. Несмотря на межзвездное поглощение света, в безлунные ночи мы видим эти части нашего звездного облака простым глазом в виде слабо светящегося пояса, пересекающего небо. Это и есть хорошо известный всем Млечный Путь. В него входят сотни миллиардов звезд, подобных нашему Солнцу, а карликовых звезд — еще больше.

Звездных систем, подобных нашей Галактике, сейчас известно огромное множество. Их тоже называют галактиками (со строчной буквы) или «внегалактическими туманностями», подчеркивая, что они расположены вне нашей звездной системы. Ближайшие из них видны даже невооруженным глазом. Это — Большое и Малое Магеллановы Об-

лака в Южном полушарии и туманность в созвездии Андромеды в Северном полушарии неба (попросту называемая часто туманностью Андромеды, хотя в Андромеде известно много других слабых внегалактических туманностей). Изучение большого числа галактик показало, что по форме их можно подразделить на три основных типа: неправильные (примером могут служить Магеллановы Облака); спиральные (туманность Андромеды и, как мы увидим далее, наша Галактика) и сфероидальные («эллиптические», как их принято называть).

Спиральные галактики по своей форме напоминают сплюснутый диск или чечевицу (линзу), внутри которой видно яркое ядро и спиральные рукава — гряды светящейся материи. Это горячие звезды и разогретые ими облака межзвездного водорода. Но не следует думать, что звезды сосредоточены только в спиральных рукавах. Они довольно равномерно заполняют всю «линзу» Галактики, причем число их равномерно увеличивается к галактической плоскости (т. е. к плоскости симметрии Галактики, которую можно проследить на небе, если мысленно провести дугу круга вдоль середины пояса Млечного Пути).

Целый ряд фактов подтверждает, что наша Галактика относится к спиральному типу. На это указывает большая сплюснутость Млечного Пути, признаки спиральной структуры в нем, наблюдаемые оптическими и радиотехническими средствами, а также вращение Галактики. В отличие от неправильных и эллиптических галактик, где звезды движутся по орбитам, плоскости которых беспорядочно ориентированы относительно друг друга, в спиральных галактиках звезды участвуют в общем упорядоченном галактическом вращении около общей оси, перпендикулярной к галактической пло-

¹ Световой год — расстояние, которое свет проходит за один год: 1 световой год = $9,5 \cdot 10^{12}$ км.

скости и проходящей через галактическое ядро.

Кроме ядра, диска, спиралей и отдельных газовых ярких сгустков и сверхгигантских звезд, каждая галактика имеет свиту небольших сравнительно с нею сферических звездных систем, называемых шаровыми скоплениями. В них насчитываются десятки и сотни тысяч звезд. Сейчас известно 118 шаровых скоплений, принадлежащих нашей Галактике (а полное число их может быть и в два раза больше). В туманности Андромеды их известно свыше 200, в Магеллановых Облаках — несколько десятков, а в гигантской эллиптической радиогалактике Деве-А их обнаружено около тысячи. Часть шаровых скоплений находится на значительных расстояниях от диска нашей Галактики, образуя «корону» Галактики, украшенную «рубинами» шаровых скоплений. Другая же часть шаровых скоплений находится довольно близко от галактического ядра и, можно сказать, они «висят» на разной высоте «над» и «под» галактическим диском. Вблизи галактического ядра сейчас обнаружено свыше двух десятков шаровых скоплений. Они составляют как бы остов нашей Галактики и являются важным элементом ее структуры. Чрезвычайно существенно также, что по видимым величинам короткопериодических цефеид, наблюдаемых в шаровых скоплениях, и по другим звездам можно найти расстояния до этих объектов и с их помощью оценить размеры нашей звездной системы.

Описанное выше строение нашей Галактики выяснилось, разумеется, не сразу. Еще в прошлом веке астрономы предполагали, что спиральные туманности — это звездные системы, подобные нашему Млечному Пути, однако вплоть до середины двадцатых годов нашего века более убедительной считалась противоположная точка зрения, считавшая спиральные туманности близкими к Солнцу объектами, в которых мы наблюдаем рождение планетных систем, согласно известной гипотезе Лапласа. Сторонники этой точки зрения отказались от нее только тогда, когда в 1924 г. при помощи 100-дюймового рефлектора удалось различить в ближайших спиральных галактиках отдельные звезды и этим окончательно доказать внегалактический характер спиральных туманностей.

Обнаружение внегалактического характера спиральных и эллиптических туманностей привело к развитию нового раздела

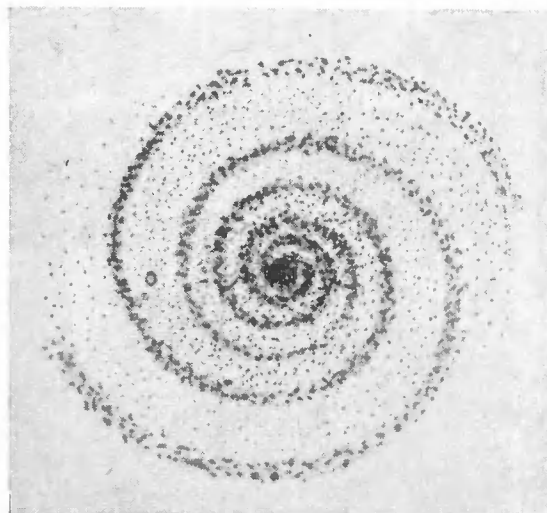


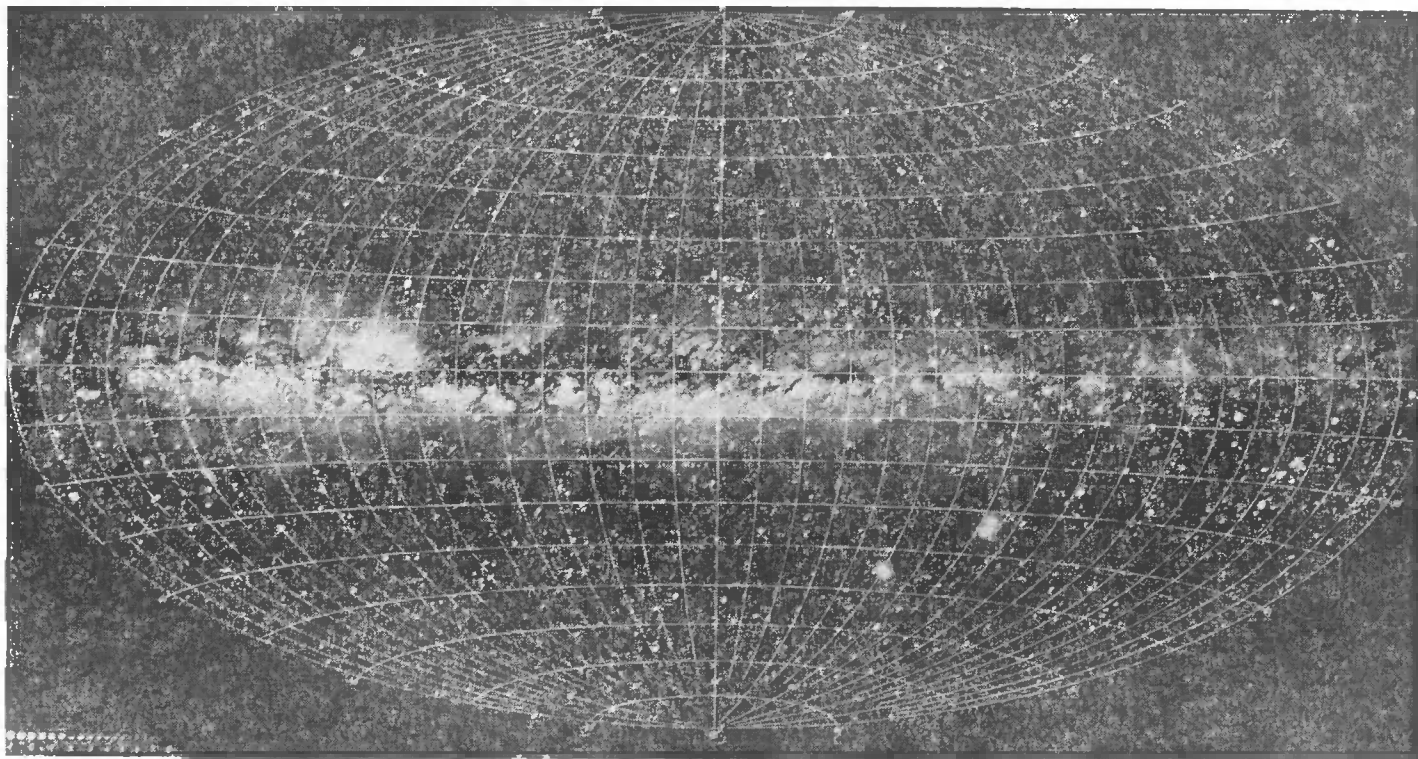
Схема Галактики. Солнце (☉)

науки о Вселенной — внегалактической астрономии. При помощи измерения красного смещения астрономы умеют оценивать расстояния до галактик, отдаленных от нас на сотни миллионов и даже миллиарды световых лет. На помощь внегалактической астрономии приходят радио-, нейтринно- и гамма-астрономия.

ОТ СОЛНЦА ДО ЦЕНТРА ГАЛАКТИКИ

Изучая нашу Галактику, мы исследуем самую доступную нашим наблюдениям звездную систему, но она подобна множеству других и на ее примере мы глубже проникаем в процессы и в «анатомию» галактик. Другими словами, наша Галактика служит нам «лабораторией», в которой мы присутствуем и наблюдаем гигантские космические процессы в широком диапазоне форм материи от Сверхновых звезд до белых карликов и межзвездной пыли.

На фоне успехов внегалактической астрономии и важности задач, предъявляемых сейчас к галактической астрономии, может показаться курьезом, что нам лишь весьма приблизительно известно расстояние от Солнца до центра Галактики, а также связанные с этим оценки размеров и массы всей Галактики. Это, правда, не влияет на оценки подобных характеристик других галактик, но знать, какое место занимает наша Галактика среди многообразия других, — это необходимо как астрономам, изучающим Га-



Фотографическая карта Млечного пути, составленная шведскими астрономами Мартином и Татьяной Кескюля (Лундская обсерватория). Карта приведена в галактической системе координат. Хорошо видны темные вкрапления облаков поглощающей материи. В южном полушарии видны ближайшие галактики: справа — Большое и Малое Магеллановы Облака, а слева — туманность Андромеды

лактику, так и исследующим другие галактические системы и Вселенную в целом.

Мы уже говорили, что масштабом, определяющим основные характеристики нашей Галактики и движение в ней Солнца, служит расстояние его до центра Галактики. Трудности определения размеров Галактики сводятся, главным образом, к сложности определения этого расстояния. Для этих целей непригоден обычный в астрономии способ оценки расстояния до звезд, входящих в ядро, — по их видимой величине. Видимая звездная величина из-за сильного межзвездного поглощения в направлении на центр (галактическое ядро), значительно уменьшается. По данным французских астрофизиков, поглощение достигает восьми звездных величин, что исключает возможность определения точного расстояния до центра прямым путем.

Первым оценил расстояние до центра Галактики известный американский астроном Х. Шепли в 1918 г. Он изучил, как расположены в пространстве известные тогда несколько десятков шаровых скоплений, и нашел, что центр симметрии их распределения в пространстве не совпадает с Солнцем,

а находится на расстоянии 52 тыс. световых лет в направлении созвездия Стрельца, где находится наиболее яркое облако Млечного Пути. Впоследствии, после учета поглощения, эта оценка снизилась до 22 тыс. световых лет. Это было крупное открытие: хотя Шепли и другие астрономы считали в то время нашу Галактику единственной известной звездной системой, внутри которой находятся спиральные и другие туманности, оказалось, что Солнце не занимает центрального положения в Галактике, а расположено где-то ближе к периферии. Но как выяснилось позже, из-за недостатка сведений о шаровых скоплениях, расположенных в другой половине Галактики (за ее центром), получился «перевес» шаровых скоплений, расположенных по нашу сторону от ядра, и вследствие этого действительная оценка расстояния до ядра была преуменьшена.

Были предложены статистические методы определения расстояния до галактического ядра (центра). В 1947 г. Б. В. Кукаркин подсчитал короткопериодические переменные звезды в хорошо изученных участках неба и нашел при помощи метода Вашакид-

зе — Оорта расстояние до ядра Галактики равным (в среднем по двум способам) 23 тыс. световых лет. Практически такой же метод был использован Бааде, который изучил небольшой прозрачный участок недалеко от центра Галактики и получил расстояние около 27 тыс. световых лет.

В настоящее время, благодаря различного рода уточнениям светимости короткопериодических переменных, поглощения света и т. д. мы оцениваем расстояние до галактического ядра почти в 30 тыс. световых лет с относительной ошибкой 10—15%.

Продолжаются поиски новых способов определения расстояния до центра Галактики. Таков, например, предлагаемый автором «динамический» способ. Известно, что шаровые скопления движутся около галактического ядра по вытянутым орбитам, но когда они находятся вблизи ядра (у точек «перинуклия») их движение очень сходно с круговым. Оценив по спектральным наблюдениям их круговые скорости и зная их расстояния до нас, можно определить расстояние до центра Галактики. Оно получилось равным 32 тыс. световых лет с втрое меньшей относительной ошибкой. Почти такая же оценка расстояния получилась после обработки ранее не использованного материала по короткопериодическим цефеидам в некоторых частях неба. Оказалось также, что для найденного расстояния Солнца от центра Галактики хорошо согласуются ожидаемые и наблюдаемые характеристики подсчетов звезд в окрестностях Солнца.

Дальнейшее развитие галактических исследований несомненно внесет новые уточнения в оценку расстояния до центра Галактики.

ГАЛАКТИЧЕСКАЯ ОРБИТА СОЛНЦА, РАЗМЕРЫ И МАССА ГАЛАКТИКИ

Солнце в своем движении вокруг галактического ядра движется по орбите, близкой по форме к круговой. При найденном нами расстоянии до ядра Галактики протяженность галактической орбиты Солнца получается равной около 200 тыс. световых лет. Эту орбиту Солнце пробегает за 300 млн. земных лет.

Зная расстояние Солнца от центра Галактики, нам нетрудно также определить размеры, объем и массу нашей Галактики. Как и другие галактики, она представляет собой круглый диск, а точнее сильно сплюснутый эллипсоид вращения. Расстояние Сол-

нца до наружного края Галактики в направлении, противоположном направлению на центр, равно 13 тыс. световых лет. Таким образом, радиус Галактики получается около 45 тыс. световых лет, а диаметр Галактики составляет круглую величину — 90 тыс. световых лет. Для сравнения напомним, что диаметр Галактики несколько меньше диаметра туманности Андромеды (у туманности Андромеды диаметр около 120 тыс. световых лет). Толщина галактического диска оценивается приблизительно в 10 тыс. световых лет, поэтому объем, занимаемый Галактикой, составляет около 30 триллионов кубических световых лет.

Определение масс галактик представляет собой одну из трудных проблем внегалактической астрономии. Еще более трудно оценить массу нашей Галактики (не всегда выгодно находиться внутри ее!). Расчеты показали, что масса Галактики при ее диаметре в 90 тыс. световых лет составляет 260 миллиардов масс Солнца. Для сравнения можно напомнить, что масса туманности Андромеды составляет около 360 млрд. масс Солнца. Выражение «260 млрд. масс Солнца» не означает, что в Галактике насчитывается столько звезд. Примерно полтора-два процента массы ее приходится на межзвездный газ (водород), а остальное — на звезды различной светимости. Наиболее часто встречаются в окрестностях нашего Солнца звезды со светимостью в 100 раз меньшей, чем солнечная светимость, и массой в 10 раз меньше массы Солнца. Таким образом, число звезд в нашей Галактике должно быть больше нескольких десятков триллионов. Эта оценка, разумеется, очень приблизительна, скорее преуменьшена, чем преувеличена. Она опирается на данные о звездах, расположенных вблизи Солнца. Тем не менее, приведенное число дает представление о «населенности» звездами Галактики — «звездного города», в котором находится наше Солнце.

Конечно, наша соседка в космических просторах — туманность Андромеды — несколько превышает нашу Галактику по своим размерам, но и такие огромные галактики, как наша, встречаются очень редко. Примерно одна на сотню — другую галактик, а может быть и реже.

Ю. П. Псковский
Кандидат физико-математических наук
Государственный астрономический
институт им. П. К. Штернберга (Москва)

УДК 523.11

НЕИЗБЕЖНА ЛИ ПРАВОРУКОСТЬ?

Вопрос этот имеет не только теоретическое, но и большое практическое значение. Уже сейчас на многих машинах столько приборов, механизмов, различных рычагов и кнопок управления, что человеку мало даже обеих рук, приходится пользоваться ногами. Как же возрастает необходимость развития обеих рук, органов чувств, организма в целом в связи с дальнейшим развитием техники, освоением человеком космоса и глубин океанов!

Праворукость — явление биологическое и наследственное? Возможно ли в одинаковой степени развить обе руки в процессе труда? Какое влияние оказывает развитие обеих рук на общее развитие человека? Наши двухлетние исследования дали ряд результатов, позволяющих в известной мере ответить на эти вопросы.

НЕКОТОРЫЕ РАСПРОСТРАНЕННЫЕ ГИПОТЕЗЫ

Праворукость пытались и пытаются объяснить многие ученые. Но еще ни одна гипотеза не получила убедительного подтверждения.

Некоторые объясняют праворукость и леворукость кориолисовым ускорением вращения Земли. Автор этой гипотезы Г. А. Новинский считает, что обитатели Северного полушария должны быть праворуки, Южного — леворуки, а экватора — «рацематы»¹. Косвенным подтверждением этого должно быть то, что процесс письма слева направо свойствен народам Евразии, а справа налево — народам Южного полушария; сверху же вниз — пишут экваториальные народы. Несостоятельность этой теории видна хотя бы по одному тому, что многие народы Евразии пишут справа налево. Объяснять леворукость и праворукость экологическими условиями жизни можно было бы лишь в том

случае, если бы человек вел образ жизни, подобный существованию гидры или коралловых полипов.

Наиболее распространенная гипотеза объясняет функциональную асимметрию рук морфологической асимметрией человеческого организма. Гипотеза эта лишена серьезных оснований, ибо ее цельза вывести из эволюции передних (верхних) конечностей животных. У животных передние конечности развиты совершенно одинаково, среди человекообразных обезьян нет левшей, т. е. и правая и левая руки у них развиты в равной степени. Некоторые народы Азии и Африки гораздо больше пользуются левой рукой, чем правой.

Нельзя согласиться с упрощением в объяснении явления симметрии. Механически перенося законы симметрии в кристаллах на живую материю, некоторые авторы доходят до того, что одни листья растений называют правшами, а другие левшами. Характерная черта законов природы в том, что они определяют повторяемость явлений при наличии постоянных условий. Поэтому вряд ли можно искать в анатомическом строении животных и человека симметрию, подобную той, которая существует в кристаллах. Еще более странно было бы искать подобную симметрию в наиболее совершенном и сложном творении природы — человеческом мозгу, состоящем из многих миллиардов самых разнообразных клеток.

Серьезного внимания заслуживают исследования Б. Г. Ананьева. Он выдвинул гипотезу, что функциональное разделение рук порождено необходимостью раздельного ма-

¹ Рацемат — органическое соединение право- и левовращающихся форм. В данном случае, по аналогии, имеются в виду люди, одинаково владеющие правой и левой рукой.

нипулирования предметом труда и орудием труда. В подтверждение этого археолог С. А. Семенов даже произвел реконструкцию первобытного трудового действия.

Гипотеза эта ближе к истине, но имеет свои слабые стороны. Во-первых, не совсем понятно, почему предметом труда должна была манипулировать только левая рука, а не правая? Почему роль рук при манипулировании предметом труда и орудиями труда не менялась? Во-вторых, многие народы (например, папуасы) до соприкосновения с европейской цивилизацией не имели понятия о функциональной дифференциации рук и в равной степени пользовались левой и правой рукой. Правильность этой гипотезы должны подтвердить дальнейшие исследования наших археологов, антропологов и историков.

НАИБОЛЕЕ ВЕРОЯТНО...

Праворукость — результат тысячелетнего влияния на человека примитивного материального производства. В течение многих тысячелетий развитие человека определялось характером орудий труда, применявшихся им в процессе материального производства, — использованием палки, камня, копья, молотка, топора. Эти примитивные орудия труда привели человека к одностороннему развитию в течение многих исторических периодов.

Когда же могло наступить функциональное разделение рук?

Вполне возможно, в эпоху, когда начались войны между племенами или народами, имеющими на вооружении мечи и щиты. Воин, естественно, левой рукой защищал щитом сердце, а правой сражался. Так постепенно установилась традиция держать меч и копье в правой руке и упражнять правую руку. Жрецы, а позже католическая и христианская церковь освятили это как дар божественный.

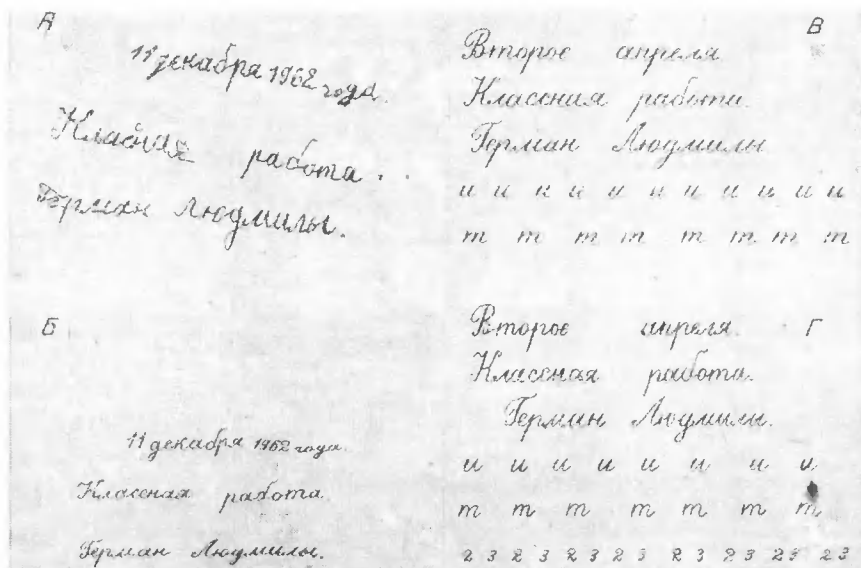


Рис. 1. А — письмо левой рукой; Б — письмо правой рукой; В и Г — письмо правой и левой рукой после тренировки левой руки в течение 3 месяцев и 20 дней

Праворукость не есть какое-то биологическое явление, не результат морфологической асимметрии, это просто результат выработки индивидуумом навыка, возникшего при определенных социально-экономических отношениях. Оно относится к категории таких явлений, как, например, сидение поджав под себя ноги, по-турецки, и др.

Функциональное разделение рук наступило тогда, когда трудовая деятельность человека начала протекать без всякого отношения к его морфологическому прогрессу.

В развитии праворукости у детей перво-степенную роль играют подражание, внушение старших и специальные воспитательные приемы (мамы категорически запрещают детям брать что-нибудь левой рукой, а в некоторых детсадах на левой руке дети носят перчатку).

Взрослым, испытывающим необходимость равного участия обеих рук в трудовых процессах, препятствием для тренировки левой руки становится укоренившаяся привычка.

СЛЕДУЕТ ЛИ РАЗВИВАТЬ ЛЕВУЮ РУКУ?

Несостоятельно утверждение некоторых авторов, что тренировка левой руки не имеет никакого значения для развития центральной нервной системы. А. А. Ухтомский неоднократно подчеркивал ведущее значение

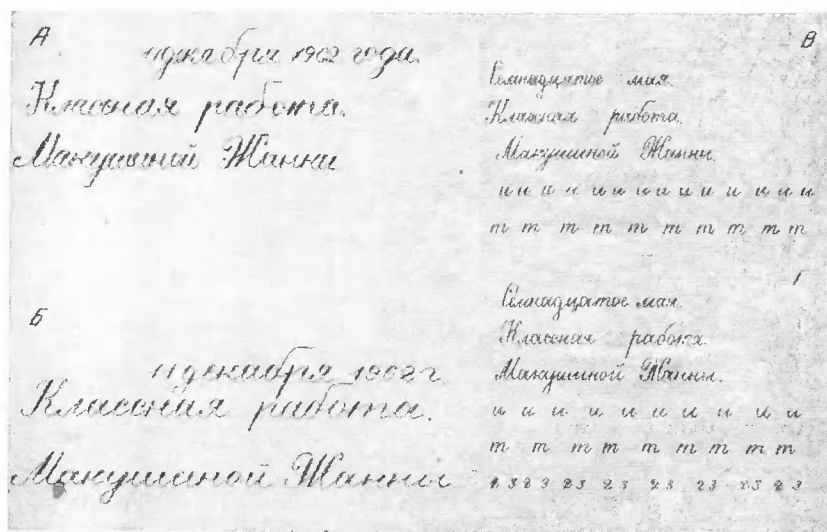


Рис. 2. А — письмо левой рукой, В — правой рукой. В и Г — письмо правой и левой рукой после тренировки левой руки в течение 5 месяцев

в жизни организма наступательных движений. С другой стороны, И. М. Сеченов убедительно доказал, что без внешнего, чувственного раздражения невозможна никакая бы то ни была психическая деятельность. «Психический акт...», — писал И. М. Сеченов, — не может явиться в сознании без внешнего чувственного возбуждения». Эти положения были дальше развиты А. П. Леонтьевым, Б. Г. Ананьевым и другими советскими психологами и физиологами.

Мы часто забываем, что центры высших функций головного мозга, играющие огромную роль при перестройке человеком внешней среды, связаны в первую очередь с работой руки. Кисть руки как рабочий орган не существует и не может существовать отдельно от организма — она часть его. Физическое и психическое состояние человека сказывается на функции кисти, и наоборот, это не только хватательный орган, а тонкий орган осязания. У человека, выполняющего тонкую работу, осязание все более дифференцируется и достигает большого совершенства. Рука настолько связана с нашим мышлением, переживаниями и трудом, что стала как бы вспомогательной частью нашего языка. Работа мозга и работа рук связаны между собой, на постоянном взаимодействии их строятся все успехи материальной культуры. Ошибочно утверждение, что праворукость не влияет отрицательно на раз-

витие центров в коре полушарий головного мозга. В связи с доминантностью левого полушария головного мозга — у праворуких пороги для зрительного и слухового анализаторов справа ниже, чем слева. Р. А. Харитонов (Ленинград) экспериментально доказал, что пороги чувствительности и осязания пальцами для правой руки ниже, чем такие же пороги для левой руки.

И несмотря на то, что уровень техники достиг высот, требующих одинакового участия обеих рук в трудовых процессах (автоматическое управление плавкой

металла, поточными автоматическими линиями в механическом, ткацком и других производствах), у нас в теории и практике некоторыми авторами обосновывается необходимость и даже неизбежность «праворукости».

Гармоничное физическое развитие необходимо не только индивидууму, оно важно для всего общества, так как влияет на эффективность материального производства. В обрабатывающей промышленности, например, успеху скоростников содействовало и то, что многие из них сумели преодолеть одnorукость и овладеть леворукостью. Немало водителей скоростных самолетов в одинаковой мере владеют как правой, так и левой рукой. Наши первые космонавты вынуждены были в процессе тренировок развивать не только правую, но и левую руку, ибо без этого невозможно управление сложной аппаратурой космических кораблей.

ЧТО ПОКАЗАЛИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Результаты двухлетних исследований, проведенных нами в одесской экспериментальной школе № 32, опровергают гипотезы о неизбежной праворукости как естественном следствии морфологической асимметрии человеческого организма.

Школьников, выполнявших в течение ряда лет основные трудовые операции правой рукой, можно обучить письму левой. Этого

удается добиться за 4—5 месяцев обычной работы без особых напряжений (рис. 1,2). При этом навыки письма правой рукой, выработанные ранее, не разрушаются, а наоборот, совершенствуются.

Никакого отрицательного влияния на сердечную деятельность письмо левой рукой не оказывает; напротив, у отдельных учащихся упражнение левой руки укрепило ранее слабую сердечно-сосудистую систему.

Вполне возможно, что при правильной постановке упражнений левой и правой руки в процессе письма и умеренной тренировке левой руки удастся улучшить деятельность сердечно-сосудистой системы у детей и взрослых.

Одновременное гармоничное обучение письму правой и левой рукой благотворно сказывается на умственной деятельности учащихся.

Упражнение левой руки в письме развивает и укрепляет у детей волю, вырабатывает настойчивость и уверенность в самоусовершенствовании. Настойчивая работа над усовершенствованием левой руки вызывает у детей прилив энергии и стремление учиться лучше. Сравнение результатов выполнения работ в экспериментальном и контрольных классах показало, что ученики четвертого экспериментального класса более внимательны и сосредоточены и в этом отношении не только идут далеко впереди своих сверстников, но и могут соперничать с шестиклассниками (рис. 3).

Несомненно, нервные центры, ведающие координацией движения правой руки, связаны с центрами координации движения левой рукой.

При правильном чередовании работы (и письма) правой и левой рукой человек утомляется меньше, освежаются его силы. Само чередование является формой отдыха отдельных участков нервной системы. Утомляемость нервной системы при работе одной рукой значительно большая, нежели при работе обеими руками, если правильно чередовать их работу.

Обычно мышечная сила кисти левой руки ниже кисти правой руки. Привлечение же левой руки к процессу письма оказывает влияние на укрепление мышечной силы ее кисти. В этих случаях, как показала проверка, при трудовых действиях разница в силе кистей обеих рук значительно снижается (см. табл.).

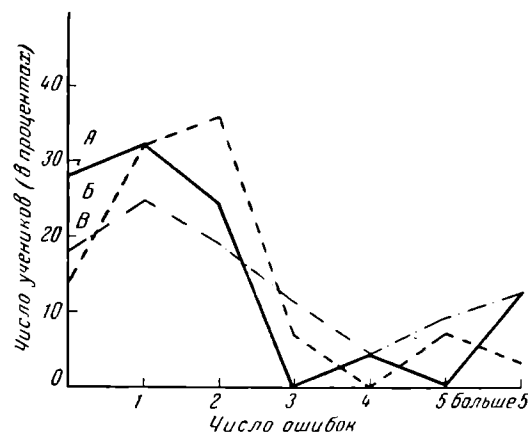


Рис. 3. Сравнение результатов контрольной работы по арифметике в экспериментальном и контрольном классах: А — экспериментальный класс; Б — шестой контрольный класс; В — четвертые контрольные классы

Наклон букв при письме левой и правой рукой зависит только от тренировки, что опровергает мнение, якобы левая рука может всего-навсего лишь зеркально дублировать движения правой.

Таблица

	Экспериментальный класс	Контрольные классы
Отношение силы сжатия кисти правой руки и левой	1,02:1,00	1,1:1,00
Сила сжатия кисти левой руки равняется силе правой руки или превышает ее	48% школьников	25—28% школьников

Уже первые результаты исследований говорят о том, что одинаковое, равное развитие обеих рук имеет немаловажное значение для освоения работниками материального производства новой техники, повышения культуры производства.

Вопрос этот несомненно заслуживает широкого исследования физиологами и психологами.

В. Т. Ружейников,
М. В. Зубрицкий

Одесский государственный университет
им. И. И. Мечникова

КРУПНЫЙ ГРАД

На обширных пространствах Советского Союза, особенно в его горных районах, в среднем раз в году где-нибудь да выпадают градины весом до 400 г и в поперечнике до 10 см. В Индии в 1939 г. выпали градины даже до 3 кг каждая. А в Азербайджане в 1850 г. были зарегистрированы отдельные экземпляры весом до 20 фунтов (8 кг). Поперечник таких глыб льда должен быть свыше 30 см. Но градины даже значительно меньшего размера могут принести ущерб, лединки весом около 1 г побивают сельскохозяйственные культуры, мелкую полевую и лесную, а иногда и домашнюю птицу, выбивают стекла в окнах. Если же они достигают веса около сотни граммов, то могут нанести вред крупному

рогатому скоту, пробить железные крыши и производить другие разрушения. В настоящее время успешно применяются различные методы предотвращения града. Для решения этой проблемы необходимо знать подробности его возникновения и развития. О них сообщают в своих письмах читатели журнала «Природа».

Преподаватель А. П. Попов собрал сведения о выпадении одной редчайшей формы градин. В хуторе Михеево (Волгоградская обл.) 19 сентября 1954 г. из мощного грозового облака во второй половине дня пошел дождь с градом. Сперва падали градины весом 10—15 г, затем они увеличились до 30—40 г, имея выпуклую граненую поверхность. Среди последних выпадали более плоские дырчатые градины.

Одни из них весили 30—40 г при длине 7—8 см, а округлая дыра имела диаметр 1—2 см. Другие весили 50—60 г при длине до 15 см, причем диаметр дыры доходил до 3—4 см. Третьи достигали веса 100 г. Их ледяная пластина имела длину 20 см, а дыра в ней была 5—6 см в диаметре. Края градин неровные, шероховатые, с острыми зубцами, напоминали обломки льда. Дыры круглые, с ровными, как бы обточенными краями. Встречались крупные градины с двумя дырами, расположенными в центре ледяных пластин, некоторые были с надломом круглых дыр, находившихся на краях. Все дырчатые градины имели серый и желтоватый цвет. На каждом квадратном метре земли их лежало, наряду с круглым градом, по 15—20 штук.

Исследование формирования градин в естественных условиях сопряжено с огромными трудностями. Полеты самолетов в градовых облаках запрещены. Случайные попадания в такие облака иногда кончались катастрофой. Даже специально оборудованному самолету опасно встретиться с огромными вертикальными скоростями ветра, крупными кусками льда, разрядами молний, сильным обледенением.

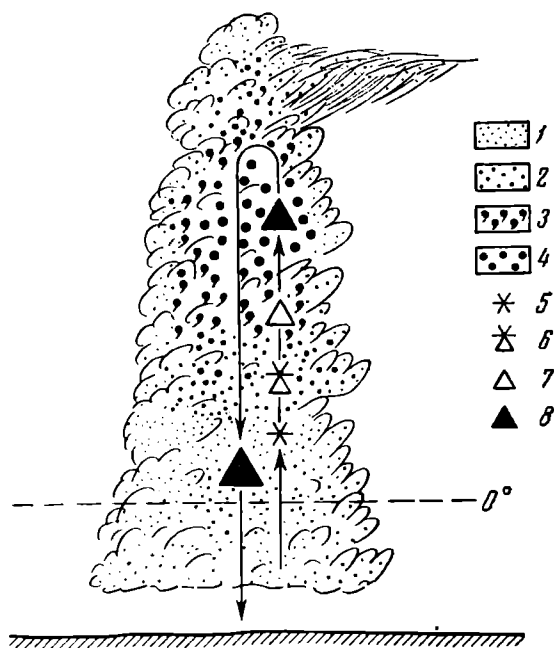


Рис. 1. Один из возможных путей образования крупной градины: 1 — мелкие капли облака; 2 — крупные капли облака; 3 — капли мороси; 4 — капли дождя; 5 — снежинка; 6 — снежная крупинка; 7 — ледяная крупинка; 8 — градина

В настоящее время сведения о процессе роста града внутри облака получены путем наблюдений над градовыми очагами, изучения структуры градин, моделирования в аэродинамической трубе, исследования отложений льда при гололеде и обледенении самолета. Много ценного дали наблюдения над вертикальными потоками воздуха в грозовых облаках методом прослеживания мишени радиолокатором. Большие размеры градин связаны с восходящими потоками воздуха и большой вертикальной толщиной облака. Вертикальная скорость струй превосходит 15 м/сек , а мощность облака наблюдается иногда более 10 км . Если отрицательная температура в облаке начинается в $3\text{--}4 \text{ км}$ от поверхности земли, то до высоты $11\text{--}13 \text{ км}$, где встречался град, нарастание градины может происходить на протяжении $7\text{--}10 \text{ км}$ (рис. 1).

Вертикальные потоки имеют наибольшую величину где-то в верхней части облака, где собирается огромное количество переохлажденной воды. Снежинка, зародившаяся выше нулевой изотермы, поднимается током воздуха вверх, испытывает обледенение, превращается в снежную, а затем в ледяную крупу. В зоне максимальных скоростей ветра ледяная крупинка быстро обледеневает, вырастает в большую градину и, преодолевая своим весом силу встречной струи, начинает падать. При падении такая уже крупная градина продолжает расти, а иногда цементируется переохлажденными каплями с другими градинами. Так возникают сrostки градин.

На пути падения в зоне положительной температуры, т. е. на расстоянии $3\text{--}4 \text{ км}$ в облаке и под ним, градина испытывает процесс таяния и выветривания. Если град мелкий, то он может полностью растаять. Все грозовые дожди — это растаявший мелкий град или крупа.

Сопротивление воздуха приводит к вращению градины уже в стадии ее роста. В результате градина приобретает форму тела вращения с вертикальной осью симметрии: шаровой сектор, эллипсоид (или шар). В зависимости от размера переохлажденных капель, которые, замерзая, увеличивают градины, и от их числа в единице объема воздуха форма градины может быть разная. Например, гололед и обледенение самолета имеют три основных профиля нарастания льда: профильное, повторяющее форму поверхности; остроконечное (пикообразное) и желобковое (рис. 2). Обледенению градин

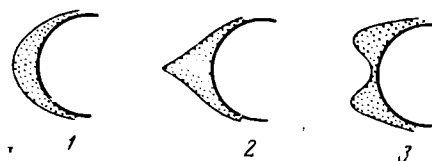


Рис. 2. Поперечный профиль обледенения провода и крыла самолета. 1—профильное обледенение, 2 — остроконечное, 3 — желобковое

также свойственны эти три формы, причем профильное обледенение дает форму, близкую к шару, пикообразное — форму сектора, а желобковое — автомобильного колеса.

Таяние градины происходит под действием теплого воздуха и теплых облачных и дождевых капель. Поэтому здесь также возможны различные варианты. Крупные капли теплой воды при центральном ударе скорее проточат градину, чем при касательном. Поэтому именно в центре градины может возникнуть дыра. Вращение градины делает ее круглой. Однако длительный теплый поток крупных капель внизу облака происходит редко. Поэтому так редка и форма градин в виде бублика, автомобильного колеса или пластинки с дыркой. Обращает на себя внимание проявление в случае дырчатого града одной общей закономерности: процесс формирования градины все же бывает устойчивым во времени. В результате этого даже такая редкая форма, как дырчатая, выпадает не в виде отдельной градины, а захватывает большую полосу. То же наблюдается и при выпадении редких форм снежинок. Они могут падать часами, не появляясь затем совершенно в течение нескольких лет.

Желтый цвет дырчатого града объясняется пылью. Подъем пыли, а особенно более тяжелых включений, вроде камней, происходит не путем обычного беспорядочного завихрения воздуха. Наблюдения показывают, что при больших скоростях воздух внутри градового облака не только поднимается, но и вращается. Возникают довольно мощные спиралеобразные вертикальные струи. Они-то и поднимают гальку или камни в несколько граммов весом, а иногда и мелких животных, например черепах весом в сотни граммов. Напомним, что ярко выраженные смерчи под грозовым облаком поднимали рыбачьи лодки, рогатый скот, людей и даже товарные вагоны.

Образование градовых облаков связано с высвобождением огромных запасов энергии

неустойчивости в атмосфере. Обычно это происходит на холодном фронте, когда вторгающийся неустойчивый морской воздух вытесняет континентальный тропический. В настоящее время синоптическая метеорология предсказывает продвижение холодных фронтов и развитие гроз.

В станции Петропавловской (восточная часть Краснодарского края) размер выпадавшего крупного града 25 июня 1960 г. доходил до 6—7 см. Как сообщает ст. инженер Ростовского-на-Дону Бюро погоды А. Калужный, этот град прошел полосой шириной 6 км и длиной 14 км. Это показывает ограниченные небольшим пространством размеры градового очага и недолговременность его существования.

Биолог-охотовед Л. Беньковский сообщает, что в горах Саяна, между реками Белая и Урик, 8 июля 1960 г. градинами размером более 1,5 см был полностью сбит отличный урожай кедра. Град сопровождался грозой. Случаи крупного (более 1 см) града без грозы не отмечались в литературе. Это косвенно подтверждает исключительную мощность вертикального потока воздуха (большие скорости и большая высота поднятия) в облаке, которая приводит к «градовым башням облаков» высотой от поверхности земли более 10 км.

Агроном С. Сергиенко описал град в Ростове-на-Дону, который выпал 21 мая 1961 г. от 15 час. 50 мин. до 17 час. 12 мин. тремя порциями все увеличивающегося размера: 1 см, 1,8 см и 4 см в поперечнике. Градины были плотные, матовые. Они попортили даже железные крыши. Град начался и кончился одновременно с грозой.

Н. Самойленко сообщает, что над селами Рудня, Бобрик и Заворичи (вблизи Киева), т. е. на расстоянии примерно 15 км, выпал

18 июля 1962 г. особенно крупный град. Отдельные градины были совершенно неправильной формы, с острыми краями, попадались и четырехугольные. Процесс образования таких градин до сих пор еще не получил научного объяснения.

Далее Н. Самойленко описывает электризацию в облаке, вызванную градом. Это явление описывалось крайне редко. Здесь идет речь о совершенно самостоятельном явлении, а не об обычной связи града с грозой.

«В течение всех пятидесяти минут выпадения града явственно слышался непрерывный громовой гул где-то высоко в облаках, точно там стреляли тысячи орудий или кружились сотни самолетов. И, странное дело, никаких молний в тучах не было видно. Самойленко видел, а другие очевидцы подтвердили, что в каждом участке туч непрерывно появлялись тысячи маленьких молний, свующих точно змейки. Они пронизывали только сами тучи, но не достигали земли. Грохот, несущийся из этих туч, был подобен реву тысячи пушек».

Столь сходные описания одного явления, которое наблюдалось разными людьми в различных местах, соответствуют имевшимся давно указаниям на особый шум, сопровождающий выпадение крупного града. Иногда объясняли этот шум механической причиной соударением градин. Но в данном случае налицо электрическая причина этого шума. Природа подобного явления еще совершенно не изучена. Однако успех современных методов исследования облаков с применением современных технических средств дает возможность в скором времени разрешить и этот вопрос.

Профессор А. Д. Заморский
Ленинград

УДК 551.578.7

Читайте в следующем, № 12 журнала «ПРИРОДА»

ГЕОЛОГИЯ АЗИИ. Статья акад. Д. В. Наливкина

КОСМИЧЕСКИЕ ЛУЧИ ОТ СОЛНЦА. Статья Л. И. Мирошниченко

УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА. Статья А. В. Напалкова и
Н. В. Тичваринной

ХИМИЧЕСКОЕ СВЕЧЕНИЕ. Статья Р. Ф. Васильевой

В ЗАЩИТУ ХИЩНЫХ ПТИЦ. Статья О. Ф. Гусева



ОСНОВОПОЛОЖНИК ЗВЕЗДНОЙ АСТРОНОМИИ

РОЛЬ В. Я. СТРУВЕ В РАЗВИТИИ
АСТРОНОМИЧЕСКОЙ НАУКИ

Василий Яковлевич Струве — крупнейший астроном первой и начала второй половины XIX в., один из основоположников современной звездной астрономии. В историю отечественной науки он вошел как самый выдающийся из русских астрономов прошлого, как основатель и первый руководитель всемирно известной Пулковской обсерватории.

В. Я. Струве родился 15 апреля 1793 г. в Альтоне, в то время датском, потом немецком городе. Его отец — крупный педагог-филолог — был директором местной гимназии, в которой учился и будущий астроном.

Школьные годы Струве протекали в трудное время наполеоновских войн, когда страны Центральной Европы находились под властью французского завоевателя. Еще не закончив среднее образование, в возрасте всего 15 лет, Струве вынужден был оставить родину, чтобы избежать насильственной вербовки в наполеоновскую армию. Для получения высшего образования он уехал в Дерпт (Тарту), где его старший брат Карл был доцентом университета (филолог).

Поступив в Дерптский университет, В. Я. Струве избрал и для себя ту же специальность. Блестящие способности Струве дали ему возможность пройти полный университетский курс за два с половиной года

и получить золотую медаль за сочинение на латинском языке, посвященное разбору грамматических трудов ученых эллинистического Египта.

Однако после этого Струве заинтересовался физико-математическими науками, в частности астрономией. С этого времени астрономия стала специальностью Струве, делом его жизни. Он с небывалой быстротой овладел основами этой науки. Однако филологическое образование также сыграло свою роль, и в последующей деятельности Струве неизменно проявлялась его лингвистическая и историко-философская эрудиция.

При Дерптском университете, основанном в 1802 г., существовала астрономическая обсерватория, но она была плохо оборудована и научной работы там не велось. Ее начал Струве. Точное определение координат обсерватории послужило темой его диссертации на степень доктора философии и явилось первым его астрономическим трудом. После защиты диссертации (1813 г.) двадцатилетний Струве был назначен астрономом-наблюдателем (а фактически — руководителем) Дерптской обсерватории. Позднее, в 1818 г., когда кафедра астрономии, до этого объединенная с кафедрой математики, стала самостоятельной, Струве был назначен ординарным профессором астрономии и директором обсерватории.

С первых лет деятельности ученого проявился присущий ему стиль работы. Все свои силы, организаторский талант и бывшие в его распоряжении материальные средства он направлял на решение четко продуманных задач и поэтому всегда достигал наилучших для того времени результатов.

Главной задачей Струве было исследование мира звезд. В начале второй половины XVIII в. И. Кант и И. Г. Ламберт выдвинули смелые гипотезы, в свете которых Млечный Путь рассматривался не как случайное собрание звезд, а как гигантская звездная система, в которой движения составляющих её тел, регулируются, как и в солнечной системе, законом всемирного тяготения. В то же время систем, подобных Млечному Пути, во Вселенной бесконечное множество и они объединяются в еще более грандиозные космические сверхсистемы.

Гипотезы Канта и Ламберта были умозрительны. Фактически даже о строении Млечного Пути ничего не было известно, и только к концу века В. Гершель начал систематические наблюдения для выяснения очертаний и размеров нашей звездной системы. В ходе своих многолетних наблюдений Гершель сделал ряд выдающихся открытий, и одним из них было установление двойственности и «кратности» многих звезд, приведшее к выводу, что двойные (и кратные) звезды — распространенное явление во Вселенной. Всего Гершель открыл более 800 двойных звезд. Этих наблюдений было недостаточно для правильных выводов о строении и размерах Млечного Пути. Необходимы были дальнейшие исследования, и непосредственным продолжателем Гершеля в разработке этой проблемы стал В. Я. Струве.

В первую очередь ученый приступил к капитальным исследованиям двойных звезд. Они были начаты при помощи самых скромных наблюдательных средств и продолжены затем на приобретенном благодаря его хлопотам рефракторе Фраунгофера, в то время самом большом в мире. Струве проделал огромную работу, он просмотрел около 120 тыс. звезд в пределах Северного полушария неба и в 1827 г. выпустил «Новый каталог двойных и кратных звезд», включивший 3112 звезд, из которых 2343 были открыты им самим. В 1837 г. вышел в свет другой капитальный труд — «Микрометрические измерения двойных звезд». В нем ученый опубликовал не только результаты точнейших измерений двойных и кратных систем, но и

данные о блеске и цвете составляющих их звезд.

Вслед за Гершелем Струве установил орбитальные движения в ряде двойных систем. Таким образом окончательно подтвердилось, что закон всемирного тяготения действует не только в солнечной системе, но и в далеких глубинах звездного мира. В этой же монографии было опубликовано и другое научное достижение Струве, составившее эпоху в развитии астрономии. Речь идет об определении параллакса α Лиры. Начиная с Тихо Браге, многие астрономы пытались определить параллаксы, а отсюда и расстояния до звезд. Со времени Д. Брадлея представлялось несомненным, что расстояния даже до ближайших звезд составляют сотни тысяч астрономических единиц, но точному определению они не поддавались из-за малости параллаксов.

В 1835—1836 гг. Струве осуществил измерение параллакса Веги (α Лиры) — самой яркой звезды северного неба. В то время еще предполагалось, что видимый блеск звезд обусловлен только их расстоянием и, следовательно, самые яркие звезды должны быть и наиболее близкими. Предположение было ошибочным, и Вега как раз не принадлежит к ближайшим к солнечной системе звездам. Тем не менее ученый блестяще решил поставленную задачу. Введенное им значение параллакса Веги — $0",125$ — почти не отличается от принятого в настоящее время ($0",121$) и соответствует расстоянию в 8 парсек или 26 световых лет. Таким образом, Струве положил начало точному определению расстояний до звезд. Однако это достижение не было замечено современниками, и на протяжении более века в астрономической литературе считалось, что пионером в определении звездных расстояний был Ф. В. Бессель, измеривший в 1838 г. параллакс звезды 61 Лебедя. Только недавно окончательно восстановлено первенство выдающегося русского астронома в решении этой задачи.

Занятый исследованиями по звездной астрономии Струве находил время и для проведения обширных астрономо-геодезических работ, навсегда связавших его имя с историей геодезического изучения и картографии России.

Уже в 1816 г. Струве провел геодезическую съемку на территории Лифляндии для составления ее точной карты. Несколько позднее, в 1821—1827 гг., он выполнил изме-

рение дуги меридиана (протяжением в $3^{\circ}34'$) от о-ва Готланд до Jakobstad. Потом оно было соединено с градусным измерением, проведенным в западных губерниях России. Далее была поставлена задача продолжения уже осуществленных измерений на север через Скандинавский полуостров до Ледовитого океана и на юг до Черного моря. В итоге, за время с 1818 по 1855 гг. была измерена огромная дуга меридиана в $25^{\circ}20'$. Струве разработал методику, обработал результаты и опубликовал их в капитальном труде, вышедшем в свет в 1861 г.

Научная работа Струве в Дерпте была неразрывно связана с педагогической деятельностью. Он был отличным лектором, умевшим заинтересовать слушателей и привлечь их к научной работе. Его учениками по университету были К. Х. Кнорре — первый директор Николаевской Морской обсерватории, В. Ф. Федоров — первый профессор астрономии в Киеве, и многие другие русские астрономы. В 30-х годах при Дерптском университете был основан так называемый «Профессорский институт» в целях подготовки научных кадров для русских университетов из числа их выпускников. Слушателями института в числе других были А. Н. Савич — впоследствии академик, А. П. Шидловский — профессор астрономии в Харькове и в Киеве, будущие пулковские астрономы Е. Е. Саблер, В. К. Деллен.

Под руководством Струве Дерптская обсерватория стала одной из наиболее известных в мире, а Дерптский университет и Профессорский институт при нем сыграли выдающуюся роль в подготовке новых астрономов-исследователей.

К этому времени и сам Струве был уже ученым с мировым именем. С 1832 г. он — действительный член (ординарный академик) Петербургской Академии наук (до этого он в 1826—1832 гг. был почетным членом Академии).

Основанная при Академии наук еще в 1726 г. астрономическая обсерватория была прекрасно оборудована и считалась одной из лучших в Европе. Однако условия большого города препятствовали точным наблюдениям, оборудование обсерватории устарело, работы на обсерватории отстали от уровня науки того времени. Задача создания большой и вполне современной обсерватории в окрестностях Петербурга выдвигалась неоднократно, а в 30-х гг. XIX в. Академия наук приступила к ее осуществ-

лению, Струве участвовал в разработке плана строительства обсерватории, местом для которой была выбрана Пулковская гора. В 1834 г. Струве был назначен директором обсерватории. Он провел огромную работу по строительству, оснащению лучшими инструментами, по выработке программы научной работы. Открытая в 1839 г. Пулковская обсерватория с самого начала заняла ведущее положение среди астрономических учреждений мира. Ее основной задачей стало составление возможно точных звездных каталогов, требовавших уточнения астрономических постоянных — прецессии, аберрации и нутации. Первыми астрономами обсерватории в основном были дерптские ученики Струве, усвоившие и продолжившие его традицию продуманного сочетания науки и искусства наблюдений.

Пулковская обсерватория как главная обсерватория страны была призвана всемерно содействовать развитию астрономо-геодезических исследований в России и оказывать всемерную помощь университетским обсерваториям. Под руководством Струве обсерватория успешно решала и эту задачу. Как руководитель Пулковской обсерватории и как председатель отделения математической географии в основанном в 1845 г. при его ближайшем участии Русском географическом обществе, Струве оказал плодотворное влияние на развитие астрономии, геодезии и картографии в нашей стране.

В Пулковской обсерватории под руководством Струве и его ближайших учеников совершенствовались и начинали свою научную работу университетские астрономы и военные геодезисты, а также некоторые впоследствии известные астрономы Европы и Америки.

В Пулково выдающийся ученый продолжал свои исследования двойных звезд, а по его указаниям астрономы Х. И. Петерс и О. В. Струве занимались определением параллаксов звезд. В 1847 г. вышла в свет — на французском языке — книга «Этюды звездной астрономии»¹ — обобщающее исследование В. Я. Струве по проблеме строения Млечного Пути. В этой книге знаменитый астроном прежде всего дал блестящий анализ истории вопроса о строении Вселенной. Он с большим вниманием отнесся к космологическим идеям Канта и Ламберта, но в то же

¹ На русском языке появилась в серии «Классики науки» Изд-ва АН СССР в 1953 г.

время отмечал их умозрительный характер. С особым уважением Струве подошел к оценке трудов Гершеля, первоисследователя глубин Вселенной, на основе наблюдений. В своих ранних исследованиях Гершель исходил из ошибочных предположений о равномерном распределении и одинаковой светимости звезд, составляющих Млечный Путь, и также ошибочно считал, что его большому телескопу доступны все звезды Млечного Пути, вплоть до его границ. Поэтому Гершель пришел к неправильному выводу, что Солнце находится вблизи центра звездной системы, и к преуменьшенной оценке размеров системы.

В ходе последующих изысканий Гершель убеждался в ошибочности своих первоначальных предположений. Неудача не умаляет его заслуг как первоисследователя (именно таким признал его Струве), но труды выдающегося английского астронома не получили должной оценки до появления «Этюднов звездной астрономии». В них Струве заложил основы современных знаний о строении нашей звездной системы. Он считал, что широкие космологические обобщения могут быть сделаны только после выяснения основных закономерностей строения Млечного Пути. Для самого Струве такие обобщения являлись конечной целью его исследований, а высокое мастерство в астрономических наблюдениях было средством для достижения поставленной цели. Эта черта ученого резко отличает его от таких выдающихся астрономов-наблюдателей, как Ф. В. Бессель, И. Ф. Энке, Дж. Б. Эйри, которые не ставили таких широких обобщающих задач.

В. Я. Струве пришел к выводу, что дальние глубины Млечного Пути были недоступны для телескопа Гершеля и продолжают оставаться недоступными, однако распределение звезд в Млечном Пути подчиняется определенному закону: звезды в наибольшей степени концентрируются в главной плоскости звездной системы, а по мере удаления от нее звездная плотность уменьшается.

Вместе с тем Струве установил, что Гершель смог заметить в свой телескоп меньше звезд, чем позволяла оптическая сила его прибора. Подсчитывая звезды последовательно убывающего блеска, Струве обнаружил, что возрастание их числа по мере перехода к более слабым величинам происходит в убывающей прогрессии. Анализируя это явление, ученый пришел к выводу, что в межзвездном пространстве существует ма-

терия, поглощающая свет далеких звезд.

Задолго до Струве был сформулирован так называемый фотометрический парадокс. Сущность его заключалась в следующем. Если Вселенная бесконечна и бесконечно количество звезд в ней, то общее их излучение также должно быть бесконечно, и тогда звездное небо должно представлять сбой сплошное сияние, чего в действительности нет. Отсюда как будто вытекает вывод о конечности Вселенной, но идея бесконечной и структурно-сложной Вселенной была господствующей в космологических представлениях XVIII и первой половины XIX вв. Таков фотометрический парадокс. В поисках выхода из этого противоречия французский ученый Шезо (1744), а значительно позднее выдающийся немецкий астроном Г. Ольберс (1823) высказали мнение, что в межзвездном пространстве существует среда, поглощающая часть света, излучаемого звездами. В этом случае, даже и при бесконечности Вселенной, небо не должно быть сплошь сияющим. Но это была только гипотеза для «спасения» идей бесконечности Вселенной. Струве же установил существование космического поглощения света из данных наблюдений. И хотя он не смог установить точную форму и размеры Млечного Пути, но все же он является основоположником современных представлений о закономерностях строения нашей звездной системы. Производившиеся в свое время Гершелем подсчеты звезд в разных направлениях от солнечной системы были началом звездной статистики. В работах Струве звездностатистический анализ получил свое дальнейшее развитие как метод для решения общих проблем звездной астрономии.

«Этюдны звездной астрономии» Струве — вершина его научного творчества. В то же время открытия и новые идеи, изложенные в этой книге, настолько опередили свою эпоху, что не смогли получить полного признания не только у современников, но и много времени спустя. Струве при жизни был признан одним из крупнейших астрономов своего времени, но в основе этого признания были его исследования двойных звезд, проведение градусных измерений, создание Пулковской обсерватории и пулковской астрономической школы. В то же время его заслуга по исследованию строения Млечного Пути до недавнего времени не получила должного признания так же, как и его приоритет в определении расстояния до звезд, а

открытие космического поглощения света расценивалось лишь как гипотеза. Окончательно существование космического поглощения было установлено только в 1930 г. В полной мере значение трудов В. Я. Струве по созданию основ современной звездной астрономии установлено уже в нашу эпоху.

Это не значит, что труды Струве по исследованию строения Млечного Пути в свое время вообще не оказали влияния на дальнейшие исследования в том же направлении. Еще при жизни Струве работавшие под его руководством русские астрономы М. М. Гусев (1826—1866 гг.), М. В. Ляпунов (1820—1868 гг.), И. И. Федоренко (1826—1888 гг.) выполнили ценные исследования по звездной астрономии. Наиболее выдающимся продолжателем Струве был М. А. Ковальский (1821—1884 гг.) — профессор Казанского университета. В своем труде «О законах собственного движения звезд каталога Брайера» (1859 г.) он, исходя в основном из трудов Струве, впервые обосновал возможность вращения звездной системы Млечного Пути вокруг ее центрального звездного сгущения. Однако этот труд Ковальского разделил судьбу труда его великого предшественника Струве — он также не был замечен современниками и получил признание только в нашу эпоху.

После выхода в свет «Этюдов звездной астрономии» Струве еще много лет успешно продолжал свою научную и научно-организационную работу. Она была прервана тяжелой болезнью, постигшей его в 1859 г. Болезнь прогрессировала, и в 1861 г. Струве вынужден был оставить должность директора Пулковской обсерватории, а затем и кафедру в Академии наук, которая тогда вновь избрала его в свои почетные члены.

К этому времени Струве состоял членом многих европейских академий и ученых обществ. Он скончался 100 лет тому назад 23 ноября 1864 г. и навсегда вошел в историю науки как один из самых выдающихся астрономов XIX в.¹

В. Я. Струве — родоначальник династии астрономов. Его сын О. В. Струве (1819—1905) был также выдающимся исследователем двойных звезд и преемником своего отца в должности директора Пулковской обсерватории, которую возглавлял в 1862—1889 гг. Сыновья О. В. Струве — Г. О. Струве (1854—1920 гг.), крупный астрометрист, пулковский астроном, а потом профессор и директор обсерватории в Кенигсберге, а затем в Берлине; Л. О. Струве (1858—1920 гг.) — профессор и директор Харьковской обсерватории, также видный исследователь в области звездной астрономии. Сын Л. О. Струве — Отто Струве (1897—1963 гг.) учился в Харькове, а потом работал в США и стал одним из выдающихся астрофизиков. Впрочем потомки В. Я. Струве работали и работают не только в области астрономии. Правнук В. Я. Струве — выдающийся советский историк Древнего Востока акад. В. В. Струве.

Имя В. Я. Струве навсегда останется в истории науки о Вселенной, а лучший памятник ему — основанная им Пулковская обсерватория.

Ю. Г. Перель

Астрономический совет АН СССР (Москва)

УДК 92 : 52

¹ К 100-летию со дня смерти В. Я. Струве выходит в свет его обширная документированная биография, написанная З. К. Соколовской-Новокишановой, а также сборник статей о жизни и деятельности Струве.

★ НОВОСТИ — СОБЫТИЯ — ФАКТЫ ★

ИСКУССТВЕННАЯ МОЛНИЯ

Группа физиков Аргонской лаборатории (США) выступила с предложением о проведении экспериментов по созданию искусственной молнии непосредственно в атмосфере. Предполагается направить пучок протонов высокой энергии из большого уско-

рителя вертикально вверх в момент, когда над ускорителем проходит облако. Протонный пучок создаст внутри облака след, насыщенный ионами, который будет служить разрядником для замыкания атмосферного электрического напряжения. Даже ес-

ли не удастся получить грозовой разряд, можно будет изучать нагрев воздуха пучком, образование озона и испускание радиосигналов типа «свистящих атмосфериков».

«Science News Letters», v. 85, 1964, № 6, p. 88 (США)

БЛАГОРОДНЫЙ ЛАВР

Лавр благородный (*Laurus nobilis*) — дерево второй или третьей величины; в менее благоприятных условиях оно растет в форме кустарника. Доживает до 300 лет. Древесина его твердая, тяжелая, с красивым рисунком, применяется для изготовления ценных изделий. Крона густооблиственная, пирамидальная, реже шаровидная.

Даже в зоне естественного своего распространения лавр недостаточно изучен. Между тем, среди субтропических культур он занимает одно из первых мест как высокодоходная пищевая и техническая культура. Приято считать, что экономическое значение благородного лавра ограничивается использованием его листьев в качестве ароматической приправы в кулинарии и консервной промышлен-

ности. Однако народнохозяйственное значение этого растения шире. Эфирные масла, содержащиеся в плодах, листьях и ветвях лавра, широко используются в медицине, спиртоводочном и мыловаренном производстве. Это вечнозеленое растение высоко ценится как декоративная культура — для создания скульптурных форм и аллей на Черноморском побережье. Мощно развитая корневая система позволяет считать его одной из лучших почвозакрепляющих древесных пород на горных склонах.

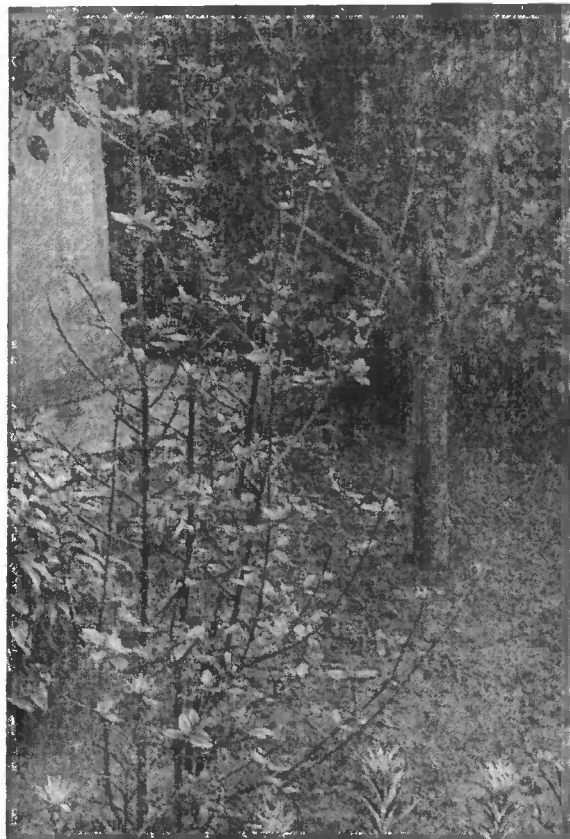
Лавр — двудомное растение. Женские и мужские цветки его разлагаются, как правило, на разных особях и очень редко на одной. Женских особей меньше, примерно одна на 6—8 цветущих деревьев. Поэтому при одиночном произрастании деревьев лавра часто не плодоносят.

В районе Сочи лавр зацветает в конце марта, массовое же цветение его происходит в первой декаде апреля. Плоды созревают в сентябре — ноябре. В плодоношение лавр вступает с 5—6 лет. В районе Адлера 15-летние деревья с хорошо развитой кроной дают до 16 кг семян. Размножают лавр в основном семенами, реже — отводками и черенками.

Лавр относительно морозоустойчив, выдерживает морозы до 16°. Он неплохо растет в затенении, мирится с бедными почвами, относительно засухоустойчив, но лучшего роста достигает на богатых, свежих, хорошо дренированных почвах. Предпочитает солнечные экспозиции.

До недавнего времени Грузия была в СССР единственной базой заготовки лаврового листа. В последние десятилетия границы возделывания лавра передвинулись на север, в Сочинский, Лазаревский и Туапсинский районы Краснодарского края. Культивируется он также в Крыму и Азербайджане. Вопрос о возможности возделывания лавра на Украине серьезно не поднимался. Однако проведенные нами пятилетние опыты по выращиванию лавра на Буковине дают основание для оптимистических выводов. Богатые почвы, обилие осадков в центральной и западной части области, значительная сумма летних температур, солнечная осень позволяют выращивать лавр на большей части территории Буковины, за исключением наиболее холодного верхнего горного пояса Карпат.

Эксперименты с культурой лавра были заложены нами в районе Черновиц, в долине р. Прут. В новых условиях лавр растет быстро, особенно в мо-



Пятилетний куст благородного лавра после перезимовки
(на первом плане)

лодом возрасте. Наиболее интенсивное образование листьев происходит в июле.

Лавр редко повреждается вредителями и болезнями в раннем возрасте. На Буковине из его вредителей следует указать розановую листовёртку. Способы борьбы с ней — опрыскивание листьев водной суспензией гексахлорана несколько раз в месяц.

Сбор листьев у лавра начинается на третий год после посадки (промежуточный, незначительный сбор листа возможен уже на втором году). Осенью (в октябре) снимают все старые листья, выросшие в прошлом году и весной текущего года. Из листьев текущего лета желательно оставлять примерно одну треть, в основном в верхней части побегов, поскольку они молодые и хлорофиллоносный аппарат у них работает интенсивнее, чем у нижних, старых листьев.

Обязательная предпосылка успешной культуры лавра на Буковине — зимнее укрытие. Перед наступлением сильных морозов куст с побегами и листьями плотно пригибают к земле и присыпают слоем утеплителя толщиной в 35—40 см. Следует тщательно присыпать приствольный круг, где расположена корневая система. Когда минует опасность повторения морозов, растения открывают.

Мы надеемся, что наша инициатива вызовет отклик у колхозников-новаторов и сотрудников опытных станций, географически расширит испытание новой для наших мест культуры и выведет ее из фазы любительских приусадебных опытов на опытные станции и в колхозные сады.

О. В. Гиндиш

Черновицкая сельскохозяйственная опытная станция

ПАЛЕОНТОЛОГИЯ И БИОНИКА

Как известно, бионика изучает животных с целью применения найденных принципов и приемов работы их органов к решению инженерно-технических задач. Однако современные животные — слишком сложные прообразы для современной техники. Это нередко затрудняет изучение «живых моделей», тормозит (а порой делает невозможным) создание технических аналогов.

Между тем часто целесообразно брать в качестве прообразов вымерших ныне животных, изучаемых палеонтологией, так как они проще устроены. Другое преимущество такого подхода состоит в том, что во много раз расширяется круг прообразов, ибо современные животные — лишь незначительная часть фауны, существовавшей в течение всей истории Земли.

Можно привести такой пример. Известно, какие надежды были связаны в судостроении с попыткой скопировать кожный покров дельфинов. Однако до сих пор нет еще ясности в механизме действия кожи дельфина. Так, проф. Ж. Пикар считает, что нервные окончания в кожном покрове морских животных улавливают изменение давления, предшествующие переходу режима течения из ламинарного в турбулентное и передают соответствующие сигналы в центральную нервную систему, которая регулирует работу кожи. В таком случае на современном этапе развития техники вообще не удастся использовать «принцип дельфина» — практически невозможно воспроизвести столь сложную и тонкую регулировку. Между тем ихтиозавры были не худшими пловцами, чем дельфины. Достигалось это не за счет сложной нервной организации, а более простыми (и потому легче воспроизводимыми) средствами.

Еще один пример. В свое время изобретатель А. М. Игнатьев создал самозатачивающиеся резацы, скопировав устройство зубов белки и крота. Но нынешние животные по сравнению с динозаврами — совершенно никудышные грызуны. Бронтозавр весил 20 т и жил до 200 лет; нетрудно представить, какое огромное количество растительной пищи перемалывал он зубами в течение жизни. Зубы бронтозавров (и других ящеров) есть почти в каждом естественно-историческом музее. Однако никто не обратил на них внимания как на природный прообраз. Особенно интересны зубы зауралофов — своего рода «копытных» динозавров. У зауролофа каждый зубной ряд состоял из трех зубов, сидевших друг над другом. «Тройных» буровых коронок пока нет, но уже проводятся испытания «двойных» коронок (их называют — коронки с опережающим лезвием) на основе устройства зубов зауролофов. Скорость бурения при таких коронках повышается в полтора — два раза¹.

Древние животные, как правило, уступают современным лишь в развитии мозга и нервной системы. Во всем остальном они весьма совершенны и потому могут служить прообразами для техники. Более того, в ряде случаев вымершие животные «по всем показателям» превосходят своих выродившихся потомков. Исчезли древние животные отнюдь не потому, что они были хуже «устроены». Они вымерли из-за изменений климата и рельефа, а в некоторых случаях были истреблены человеком. Исчез, например, саблезубый тигр, но осталась жить кошка...

¹ См. П. Н. Окиценко. Горнопроходческие машины и механизмы. Госгортехиздат, 1961, стр. 63.

Примечательно, что до сих пор бионика добивалась ощутимых результатов именно тогда, когда в качестве прообразов использовались реликтовые или, во всяком случае, очень древние животные. Так, один из эффективных приборов — это прибор, воспроизводящий «инфраухо» медузы. Но медузы — древнейшие животные, они плавали еще в кембрийских морях. Японские судостроители, копируя кита, в сущности обязаны своим успехом применению прообраза вымершего животного: задолго до появления китов такую же форму тела имели ихтиозавры — стеноптеригий и эвринозавр.

И, напротив, менее удачны попытки использовать относительно молодые прообразы. До сих пор не поддается разгадке (а тем более — воспроизведению) механизма действия покрытого перьями крыла. Используя материалы, которыми располагает современная техника, целесообразнее копировать не пернатые крылья птиц, а гладкие крылья таких

отличных «летунов», как вымерший рамфоринх или живущая и ныне, но очень древняя стрекоза.

Разумеется, это не исключает изучения в целях бионки современных животных. Просто надо использовать весь фонд природных систем, а не только «ныне действующие». Тут уместно привести такую аналогию: учась, скажем, живописи, мы используем опыт всех художников, а не только тех, которые живут в наше время.

Может возникнуть вопрос: достаточны ли наши сведения о вымерших животных, чтобы копировать ныне не существующие прообразы природы? Да, очень многие из вымерших животных детально изучены. Например, сохранились не только многочисленные скелеты ихтиозавров, но и остатки их кожи.

Изучение вымерших животных можно и должно продолжить специально с позиций бионки.

Г. С. А л ь т о в
Баку

★ НОВОСТИ — СОБЫТИЯ — ФАКТЫ ★

ПЕВЧИЕ ПТИЦЫ КАК ОБЪЕКТ КУЛИНАРИИ

Всякому любителю природы радостно услышать весной в прозрачном поднебесье переливчатую песню жаворонка. И читатель удивится, наверное, если его вдруг спросить — а каков на вкус этот певец весны? Для нашей психологии такой вопрос кажется просто кощунственным: одно дело — съесть тетерева или крикву, а другое — соловья или жаворонка. Но в некоторых странах такое разделение на «дичь» и «певчих птиц» принято считать формальным. В развитии психологии и традиций главную роль играют экономические соображения, и в рассматриваемом случае можно наметить три стадии.

На первой стадии находятся те страны, в которых достаточно крупной, «настоящей» пернатой дичи, и на певчую мелочь никто не обращает внимания. На следующем этапе, когда охотничьи промысловые птицы уменьшаются в числе, люди начинают использовать и мелких певчих птиц.

Примером таких стран могут служить Япония и Италия. В начале 50-х годов в Японии ежегодно отлавливалось около 5 млн. полевых воробьев, свыше 100 тыс. снегирей и до 50 тыс. серых овсянок (*Emberiza variabilis*), которые употреблялись в пищу в качестве деликатеса. В Италии также развита охота на пролет-

ных дроздов, зарянок, соловьев, ласточек. Отлов производится сетями и птичьим клеем. В небольшом городке Сачиле за три дня «праздника птиц» было продано 900 кг птичьего клея. Число охотников едва ли не достигает численности мелких певчих птиц. Так, в одной лишь провинции Виченце из 700 тыс. жителей — 19 тыс. птицеводов с лицензиями и 7 тыс. — браконьеры.

На третьей ступени находятся те страны, в которых увлечение мелкокалиберной «дичью» — дело прошлое. В таких странах в результате долготелеей охоты на жаворонков, соловьев и им подобных возникла угроза резкого сокращения численности певчих птиц. В то же время выяснилась большая роль их в охране лесов, полей и садов от насекомых-вредителей. И, естественно, за этим последовали законы об охране певчих птиц, запретившие охоту на них. Среди таких стран можно назвать Англию и Германию.

Об истории кулинарного употребления птиц в Германии и Англии упоминает орнитолог из ГДР Р. Петцольд в своей книге «Полевой жаворонек» (Pätzold, 1963). В XVIII и XIX столетиях полевые жаворонки очень ценились как лакомое блюдо, главным образом в жареном виде. Петцольд приводит слова одного писателя-гурмана конца прош-

го века: «Приготовленный надлежащим образом жареный жаворонек — это, правда, лишь один кусок, но кусок необыкновенно сочный и прямо-таки восхитительно вкусный, который приводит весь вкусовой аппарат в состояние невыразимого восторга». Отлов жаворонков проводился в основном на осеннем пролете большими стаями. О масштабах охоты можно судить по таким цифрам. Годовая продажа в начале XIX в. для Лейпцига составляла свыше 5 млн. жаворонков; на Лондонский рынок с полей Англии в 1854 г. поступило 400 тыс. этих птиц. Своим особенным вкусом славились лейпцигские жаворонки и часть их улова отправлялась в Париж на радость изысканным французским гастрономам.

В нашей стране еще не иссякли запасы крупной пернатой дичи, и вожделения охотников до сих пор не были направлены на певчих птиц. А с другой стороны, давно осознана польза последних, и государственными органами изданы постановления, запрещающие всякий отлов и отстрел мелких певчих птиц. Так что в нашей стране найдется очень немного людей, знающих, каков на вкус полевой жаворонек.

Н. Н. Д р о з д о в
Москва

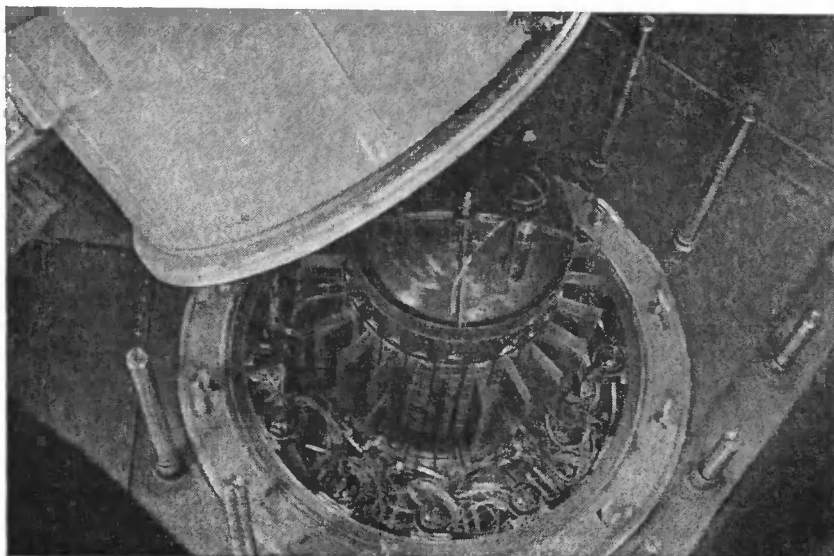
ПРЯМОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ

УСТАНОВКИ «РОМАШКА» И «БЕТА-1» ДАЮТ ТОК

14 августа 1964 г. впервые в истории развития науки и техники на установке «Ромашка» тепло, генерируемое в активной зоне реактора, было преобразовано в электроэнергию без использования турбогенераторов и каких-либо движущихся рабочих тел. Это крупный вклад в решение проблемы прямого преобразования тепловой и ядерной энергии в электрическую.

В последние годы проблеме прямого преобразования уделяется большое внимание, что в значительной степени объясняется потребностью в малогабаритных и надежных источниках тока, работающих без обслуживания в течение длительного времени. Такие энергетические установки могут быть использованы для питания аппаратуры космических кораблей и спутников, автоматических метеорологических станций и других целей.

В настоящее время определилось три основных направления развития проблемы прямого преобразования — термоэлектрический, термоэмиссионный и магнитогидродинамический способы. Наибольший прогресс достигнут в области термоэлектрического способа преобразования. По существу он довольно простой. Если один конец полупроводника нагреть, а другой охладить, то в нем возникает электродвижущая сила. При соединении этих концов проводником в цепи будет



Монтаж установки «Ромашка»

ВОДА ИЗ КАМНЯ И ПОЛЕТЫ НА ЛУНУ

В США производятся эксперименты по извлечению воды из базальтовых и других горных пород, содержащих химически связанную кристаллизационную воду. При нагревании измельченных горных пород они отдают в виде водяного пара до 30% своего веса. Еще большее количество воды может быть получено путем восстановления окислов при пропускании углеводородных газов через слой измельченной и нагретой горной породы. Предполагается, что космонавты, которые отправятся на Луну для длительного пребывания на ней, смогут получать воду именно таким способом, поскольку можно ожидать, что на Луне есть горные породы, более или менее подобные земным и содержащие кристаллизационную воду.

«Science News Letter», в. 85, 1964, № 9, р. 137 (США)

МЕТЕОРИТЫ И АСТЕРОИДЫ

На симпозиуме по метеоритам Академии наук США Э. Андрес из Чикагского университета выступил с гипотезой о происхождении гиперстеновых хондритов — широко распространенного класса метеоритов, содержащих шарообразные включения (хондры), состоящие из минерала гиперстена. Изотопный анализ показывает, что гиперстеновые хондриты гораздо моложе остальных метеоритов: процесс их затвердевания произошел около 400 млн. лет тому назад, в то время как возраст остальных метеоритов приближается к возрасту Земли (около 4 млрд. лет).

Андрес предлагает объяснять молодой возраст гиперстеновых хондритов тем, что все они осколки одного астероида (малой планеты), разбившегося при катастрофическом столкновении.

Астрономические факты говорят в пользу этой гипотезы: известно четыре роя мелких астероидов, которые вращаются по очень вытянутым орбитам, заходящим частично внутрь орбиты Марса. Такое необычное расположение орбит по отношению к большинству астероидов, дви-

жущихся между орбитами Марса и Юпитера, должно было благоприятствовать столкновениям. Один из этих четырех астероидных роев Андерс и считает источником всех гиперстеновых хондритов. Предполагаемое столкновение должно было играть важную роль в происхождении метеоритов, так как гиперстеновые хондриты составляют более половины всех 600 найденных на поверхности Земли и детально изученных метеоритов.

«Scientific American», v. 211, 1964, № 1
p. 47 (США)

СТРЕПТОМИЦИН И ГЕПЕТИЧЕСКИЙ КОД

Изучение механизма действия антибиотика стрептомицина и приспособляемости к нему бактерий дало в последнее время новые данные о кодировании наследственной информации в клетке. Известно, что такие антибиотики, как стрептомицин, пурамицин и хлорамфеникол, воздействуют на биосинтез самого белка, в отличие от актиномицина, нарушающего синтез РНК (рибонуклеиновой кислоты) — матрицы, на которой образуется белок.

Как сообщает журнал «Scientific American» (v. 211, 1964, № 1, p. 44), американские ученые Дж. Дэвис и Э. Кокс с сотрудниками изучали действие стрептомицина на синтез белка на искусственной матрице — синтетической РНК, содержащей только одно азотистое основание, урацил. В нормальных условиях на такой матрице образуется белок, содержащий только одну аминокислоту, фенилаланин. Оказалось, что стрептомицин не только препятствует включению этой аминокислоты в молекулу белка, но и вызывает включение других аминокислот: изолейцина, лейцина и серина, т. е. нарушает нормальное «считывание» генетического кода.

Аналогичное искажение генетического кода вызывается повышением концентрации ионов магния в среде, что уже ранее наблюдали В. Шер и С. Очоа. Но в отличие от магния, стрептомицин действует только в том случае, если синтез протекает в присутствии внутриклеточных телец (рибосом), происходящих от бактерий, чувствительных к стрепто-

течь электрический ток. То же самое произойдет в металлическом проводнике, однако этот термоэлектрический эффект в металле менее значителен, чем в полупроводнике. Термоэлектрические явления были открыты свыше 140 лет тому назад и довольно скоро стало ясно, что их можно использовать для прямого превращения тепла в электричество. Но до последнего времени термоэлектричество использовалось для измерения температуры и лучистой энергии.

Быстрое развитие полупроводниковой техники, создание новых полупроводниковых материалов с лучшими термоэлектрическими свойствами открыли широкие перспективы практического использования термоэлектричества. Именно этот способ прямого преобразования ядерной энергии в электрическую использован в установке «Ромашка».

Установка, имеющая очень простую по конструкции и надежную в работе схему, состоит из двух основных узлов: высокотемпературного реактора на быстрых нейтронах и термоэлектрического преобразователя. Ядерный реактор — полый цилиндр из металлического бериллия, внутри которого помещаются тепловыделяющие элементы в виде пластин из дикарида урана, обогащенного ураном-235. Такое сочетание материалов обеспечивает высокую рабочую температуру в центре активной зоны реактора (1770°C) и на внешней его поверхности (1000°C). Тепло, генерируемое в реакторе за счет деления ядер урана, передается преобразователю путем теплопроводности, без применения теплоносителя. Термоэлектрический преобразователь, состоящий из нескольких тысяч кремний-германиевых столбиков, плотно прижимается к внешней поверхности реактора. Внутренний конец термостолбика, обращенный к реактору, нагревается, а внешний конец охлаждается. Благодаря создаваемой на термостолбике разности температур и возникает электродвижущая сила. Термостолбики соединяются в батареи и ток отводится во внешнюю цепь. Батарея параллельно соединенных между собой термостолбиков дает на нагрузке электрический ток в 88 а.

Управление установкой осуществляется при помощи четырех регулирующих стержней и торцевого отражателя. Однако практически не приходится вводить в действие эти устройства, так как мощность установки и температура поддерживаются с большой точностью на заданном уровне за счет саморегулирования реактора, обладающего отрицательным температурным коэффициентом реактивности (т. е. с повышением температуры активной зоны мощность реактора падает). За длительный период работы не наблюдалось каких-либо изменений характеристик установки «Ромашка» — электрическая мощность и электродвижущая сила преобразователя практически остаются постоянными.

Результаты испытаний «Ромашки» — первой действующей реакторной установки подобного типа — позволяют сделать выводы для дальнейших разработок новых реакторов-преобразователей, которые будут использованы в безмашинных ядерных энергетических системах.

Наряду с реактором-преобразователем «Ромашка», в Советском Союзе разрабатываются другие установки, в которых ядерная энергия преобразуется в электрическую при помощи термоэлектрического способа. Это — радиоизотопные источники тока. Принцип действия

радионуклеонных источников тока такой же, как и у «Ромашки», только вместо реактора в качестве источника тепла здесь используется радиоактивный изотоп. При распаде радиоактивный изотоп испускает ядерные частицы или γ -лучи, которые тормозятся в материале ампулы, содержащей изотоп, и нагревают ее до высокой температуры. Полупроводниковые термоэлементы превращают это тепло в электроэнергию.

На этом принципе основана установка «Бета-1», которая способна в течение года обеспечить питание стандартных автоматических радиометеорологических станций. Конструкция установки очень проста. Она состоит из ампулы с радиоактивным изотопом церий-114, полупроводникового преобразователя, горячей стороной плотно примыкающего к внешней поверхности ампулы, и корпуса с ребристой поверхностью для более интенсивного отвода тепла от холодной стороны термоэлементов к окружающему воздуху. Кроме того, для обеспечения безопасности обслуживающего персонала установка имеет надежную биологическую защиту. Опытная установка «Бета-1» длительное время успешно эксплуатируется в качестве источника питания аппаратуры стандартной автоматической радиометеорологической станции, расположенной под Москвой.

Основные достоинства изотопных источников тока — большая энергоемкость, длительный срок службы, надежность и небольшие размеры. Эти установки могут в течение нескольких месяцев и даже лет работать без подзарядки (в противоположность химическим батареям) и вмешательства технического персонала. Срок их службы определяется в основном периодом полураспада радиоактивного изотопа. Исследования показывают, что радиоактивные изотопы целесообразно применять для выработки электроэнергии в диапазоне от нескольких ватт до сот ватт. Эти установки находят все более широкое использование в качестве источников питания для устройств, работающих в отдаленных и труднодоступных районах, а также для питания целого ряда схем и механизмов.

Пуск и успешная эксплуатация установок «Ромашка» и «Бета-1» открывают новую перспективу мирного использования атомной энергии.

Е. А. Коптелов
Москва

С-Р-ИНВАРИАНТНОСТЬ НЕ СОХРАНЯЕТСЯ?

В 1956 г. было открыто явление несохранения четности в слабых взаимодействиях. Это явление может быть связано либо со свойствами частиц, либо с фундаментальными свойствами самого пространства. Если все направления пространства равны, то, казалось бы, все явления природы должны описываться одинаково в правой и левой системе координат. Оказалось, что это не так, что слабые взаимодействия не обладают этим свойством. Из опытов по несохранению четности в слабых взаимодействиях выяснилось, что частицы ведут себя так, как если бы они не обладали свойством симметрии относительно отражения системы координат.

мицину. Приспособление бактерий к стрептомицину приводит к тому, что взятые от них рибосомы ведут синтез белка по верному коду, независимо от присутствия стрептомицина.

Из этих результатов следует, что генетический код, записанный последовательностью оснований в молекулах нуклеиновых кислот, не является абсолютным. Считывание его в процессе синтеза белка зависит как от ионного состава среды, так и от свойств рибосом, участвующих в процессе синтеза.

Изменения наследственных свойств (мутации) могут быть связаны не только с нарушением порядка оснований в матрице, как считалось раньше, но и с изменением свойств рибосом. Устойчивость к стрептомицину и есть такая рибосомальная мутация.

ЛАЗЕР И ПАУТИНА

На годичном собрании Федерации Американских Обществ Экспериментальной Биологии в Чикаго (США) Ч. Рид и П. Витт сообщили об экспериментах, в которых тонкий световой луч от лазера воздействовал на нервные центры паука. Результаты воздействия определялись по нарушению нормального узора паутины. Для анализа геометрической структуры паутины использовалась электронная вычислительная машина.

*«Science News Letters», v. 85, 1964,
№ 17, p. 258 (США)*

СВЕРХПРОВОДЯЩИЕ ПОЛУПРОВОДНИКИ

Явление сверхпроводимости до сих пор наблюдалось только у металлов. В текущем году две группы физиков США сообщили об обнаружении сверхпроводимости у двух полупроводниковых материалов: теллурида германия и титаната стронция. Электрические свойства полупроводников легче поддаются воздействию, чем свойства металлов. Поэтому новое открытие может способствовать более глубокому исследованию явлений сверхпроводимости.

*«Scientific American», v. 210, 1964,
№ 6, p. 56 (США)*

ПОДВОДНОЕ ТЕЧЕНИЕ В ИНДИЙСКОМ ОКЕАНЕ

Экспедиционное судно «Арго» Океанографического института им. Скриппса при Калифорнийском университете обнаружило в Индийском океане близ экватора подводное течение в направлении с запада на восток. Течение проявляется сильнее в восточной части океана, вследствие чего и не было обнаружено предшествующими исследованиями, проводившимися преимущественно в западной его части. Скорость течения примерно вдвое меньше, чем у уже известного течения в Тихом океане.

«Science», v. 143, 1964, p. 354 (США)

БАГРОВЫЕ ЗАКАТЫ

Во время двух последних затмений 30 декабря 1963 г. и 24 июня 1964 г. для многих наблюдателей Луна была совершенно невидимой. Журнал «Science News Letters» (v. 85, 1964, № 16, p. 249; № 24, p. 376) связывает это с недавним извержением вулкана Агунг на острове Бали в Индонезии, при котором в атмосферу было выброшено много мелкой пыли.

Вокруг Земли образовался пылевой пояс, простирающийся на высоту до 50 км и вызывающий яркие багровые закаты Солнца. Пылевой пояс перемещается из Северного полушария в Южное и обратно с периодом около одного года. Межамериканская обсерватория близ Ла-Серема (Чили) собирает астрономические данные, позволяющие судить о движениях пылевого пояса, которые служат показателем движения воздуха в верхней атмосфере.

Положение спас в 1957 г. Л. Д. Ландау, который разработал теорию комбинированной инверсии, заключающуюся в том, что при переходе от одной системы координат к отраженной системе мы не только должны поменять направления на обратные, но изменить также и знак заряда. Это свойство носит название *c-p*-инвариантности, что означает следующее: *c* — изменение знака заряда и *p* — переход из правой системы в левую, и наоборот. До сих пор во всех опытах не было обнаружено каких-либо отклонений от этого закона. В июле 1964 г. была опубликована¹ важная работа четырех авторов: Кристенсона, Кронина, Фитча и Турлея (США). В ней рассказывалось об интересных опытах с K_2^0 -мезонами, распады которых обнаружили по-видимому нарушение *c-p*-инвариантности.

Дело в том, что при распаде K_2^0 -мезонов для сохранения этого закона реакция должна быть следующей: $K_2^0 \rightarrow \pi^+ + \pi^- + \pi^0$.

Между тем обнаружено, что K_2^0 распадается не на три, а только на два пиона. Если сохраняется комбинированная четность, то распад $K_2^0 \rightarrow \pi^+ + \pi^-$ строго запрещен.

Редакция журнала «Природа» обратилась к участнику XII Международной конференции по физике высоких энергий, одному из авторов этой работы Дж. Кронину (США) с просьбой рассказать, как была поставлена данная работа и какие были получены результаты. Он сообщил следующее: «Приблизительно год тому назад мы начали проводить опыты с пучками K_2^0 -мезонов с целью проверить, сохраняется ли *c-p*-инвариантность при распадах этой частицы. Были рассмотрены 22 тысячи случаев распада K_2^0 -мезонов и в 45 из них было обнаружено отклонение от закона *c-p*-инвариантности. Опыты ставились так, что после распада K_2^0 -мезона продукты распада фиксировались обычными схемами отклонения в магнитном поле и регистрировались искровыми камерами и черенковскими счетчиками. Были измерены эффективные массы двух получающихся π -мезонов, и оказалось, что исходная масса равна сумме масс двух, а не трех π -мезонов. Предположение, что в пучке имелись другие *K*-частицы, например K_1^0 , отпадает, так как опыт проводился в 20 м от ускорителя (K_1^0 на таком расстоянии полностью распадается).

Мы не можем найти объяснение этому удивительному опыту; есть все основания считать, что результаты его указывают на нарушение *c-p*-инвариантности. Но пока еще слишком рано делать заключение, какие следствия вытекают из данного опыта. Мы предполагаем провести новые эксперименты, которые, возможно, прольют свет на это интересное свойство частиц или пространства», — сказал в заключение Дж. Кронин.

¹ См. «Physical Review Letters», v. 13, 1964, № 4, p. 133.

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ, № 12 ЖУРНАЛА «ПРИРОДА»

статью Н. И. Новожилова «ТАЙНА РОЖДЕНИЯ ЛИВНЕЙ»

СОЕДИНЕНИЯ ГАЛЛИЯ

В начале июня текущего года научная общественность тепло отпечата шестидесятилетие акад. И. В. Тананаева, поздравляла его с высокой наградой — орденом Трудового Красного Знамени. Об одной из работ, выполненных в лаборатории И. В. Тананаева в Институте общей и неорганической химии АН СССР им. Н. С. Курнакова, а именно о синтезе и исследовании свойств некоторых соединений галлия, был сделан доклад на коллоквиуме.

Галлий принадлежит к числу тех элементов, существование которых предвидел Д. И. Менделеев. В 1860 и 1870 гг. он описал его свойства и оставил ему свободное место в III группе периодической системы, непосредственно под алюминием, назвав новый элемент «экаалюминием». Французский химик Лекок де Буабодран, который открыл этот металл в 1875 г., назвал его галлием.

Свойства галлия интересны во многих отношениях. Подобно воде он расширяется при затвердевании. Плавится уже при температуре $29,7^{\circ}\text{C}$, в то же время, в отличие от других легкоплавких веществ, мало летуч вплоть до 1500°C ; даже в глубоком вакууме он испаряется только при температуре порядка 1000° . И хотя галлий встречается в крайне рассеянном состоянии, он давно уже нашел применение. Так, он употребляется в высокотемпературных (до 1000°) термометрах и в кварцевых лампах, как бы заменяя ртуть; его соединения, особенно хлориды, — превосходные катализаторы в реакции хлорирования бензола; некоторые препараты этого элемента применяются в медицине.

Однако все эти области требуют очень малых количеств галлия: со времени открытия во всем мире было получено лишь несколько сот килограммов этого металла. Между тем, галлий встречается во многих минералах, в частности, он постоянно сопровождает алюминий. Так как производство алюминия измеряется миллионами тонн, то даже при ничтожном содержании галлия в исходном сырье (например, $0,01\%$), только из этого источника его можно получать сотни тонн в год.

За последнее время намечились некоторые новые, весьма емкие области применения металлического галлия и его соединений. Признано, что этот элемент в жидком состоянии может служить теплоносителем, в частности, в атомных реакторах. Для той же цели пригодны и многие его сплавы, обладающие низкой температурой плавления. Увеличение объема при затвердевании жидкого галлия предложено использовать для создания высокого давления $10\,000\text{ кг/см}^2$.

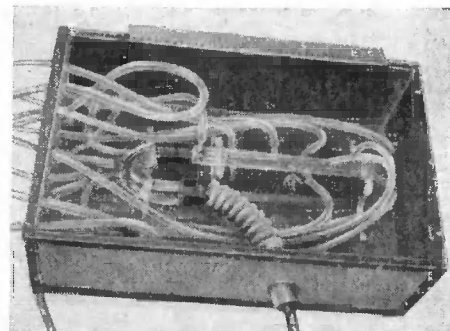
Замечательные оптические и электрические свойства галлия могут найти применение в электронике, в условиях низких температур. Многие соединения галлия с серой, селеном и теллуром (халькогениды) обладают полупроводниковыми свойствами. Они-то и привлекают к себе все большее внимание исследователей в нашей стране и за рубежом. В лаборатории И. В. Тананаева его учениками и помощниками недавно был синтезирован ряд таких соединений. Некоторые из них уже описаны в литературе, другие получены впервые. Во всех случаях найдены новые способы синтеза и установлены неизвестные ранее свойства. Таков, например, сульфид галлия GaS . Структура его блестящих желто-зеленых кристаллов с гексагональной решеткой сходна с

«ПОД»

«Под» — экспериментальный медицинский аппарат, миниатюрное радиоэлектронное устройство размером чуть более спичечной головки. Предназначен он для исследований в кровеносных сосудах, по которым «путешествует» в заранее заданном направлении. Помимо того, прибор используется для доставки лекарств или радиоактивных препаратов в некоторые участки того или иного органа. Им можно брать для исследования и образцы пораженных тканей. Создан он Фрейдом и Нойфельдом, учеными Вейсмановского научного института (Израиль).

«Сердце» аппарата — постоянный дипольный магнит крошечного размера, заключенный в химически инертный корпус. Прибор держится на «привязи» — тонкой прочной нитке из нейлона, управление легко осуществляется путем переключения магнитных полей, создаваемых извне. За 1 сек. прибор преодолевает в кровяном сосуде расстояние до 40 см. «Под» поглощает рентгеновы лучи, поэтому его продвижение можно контролировать флюорографом или магнетометром.

Аппарат можно использовать и в качестве хирургического ножа, выполняя им некоторые местные операции. Этим, однако, возможности микроприбора не исчерпываются. В дальнейшем его предполагается использовать в качестве стимулятора сердечной деятельности, как телеметрический датчик давления, а также для проведения отдельных операций в головном мозгу.



Изготовлено несколько образцов прибора. Одни из них гибки и тонки и легко проходят через небольшие сосуды. Другие, с заостренными концами, служат для доставки препаратов.

На рисунке показана стеклянная модель артериальной системы человека, использованная для экспериментов в Вейсмановском институте. Под действием магнитных полей аппарат легко перемещался как по направлению течения имитатора крови, так и против него.

«Electronics», v. 37, 1964, № 2, p. 44 (США)

ВСЕМИРНЫЙ КОНГРЕСС ПОЧВОВЕДЕНИЯ

С 31 августа по 9 сентября 1964 г. в Бухаресте проходил VIII Международный конгресс почвоведения, в работе которого участвовало более 1200 специалистов из 64 стран. Румыния была избрана местом проведения конгресса благодаря большому разнообразию почв в стране. На пленарных заседаниях и в семи комиссиях освещались вопросы физики, химии, биологии, плодородия, технологии, классификации и минералогии почв. Участники его ознакомились с почвенными картами континентов и проектом всемирной почвенной карты.

К конгрессу был приурочен симпозиум на тему «Биохимические вопросы питания растений в связи с их метаболизмом». На специальной выставке 11 стран экспонировали монолиты почв, карты, диаграммы, новейшие работы в области почвоведения.

К конгрессу была выпущена почвенная карта Румынии — труд, обобщающий исследовательскую работу почвоведов за последнее десятилетие, и словарь по почвоведению. Научные экскурсии по трем маршрутам дали возможность делегатам познакомиться с различными видами почв в Румынии, с достижениями страны в сельском и лесном хозяйстве.

графитом; кристаллы слоисты и при истирании оставляют сначала чешуйки, а затем мажут. Может быть, найдена новая, высокотемпературная смазка?

А вот другой сульфид галлия в виде кристаллического порошка светлого, почти желтого цвета. Его состав своеобразен — Ga_4S_6 , так что суммарная валентность галлия здесь равна 2,5. Может быть, это смесь из двухвалентного и трехвалентного сульфида? Но нет, рентгеновский анализ показывает, что речь идет об индивидуальном химическом веществе.

Еще более примечателен коричневый порошок, полученный из «графитоподобного» GaS и сelenистого водорода. Его состав Ga_3S_3Se . На воздухе он устойчив и лишь при $300^\circ C$ постепенно окисляется, превращаясь в окись галлия Ga_2O_3 . Валентность вещества еще более оригинальна и равна 2,7, но и в данном случае это, по-видимому, отнюдь не смесь какого-нибудь двухвалентного селенида, например, с трехвалентным сульфидом, а индивидуальное химическое соединение, в котором галлий связан одновременно с двумя родственными элементами — серой и селеном. Впрочем, в той же лаборатории были получены такие соединения, в которых селен одновременно связан с двумя различными металлами — галлием и неодимом.

Об этих интересных новых веществах увлеченно и взволнованно рассказывала на коллоквиуме Т. Б. Кувшинова — сотрудница лаборатории И. В. Тананаева. Это было ее первое публичное выступление в «ученом кругу» после окончания ВУЗа.

Ф. М. Перельман
Доктор химических наук
Москва

ПОДВОДНЫЕ «НЕБОСКРЕБЫ»

В Средиземном море, на расстоянии 50 морских миль (120 км) от берега, между Ниццей и Корсикой, в точке с координатами $7^\circ 29'$ в. д. и $42^\circ 27'$ с. ш., появилось необычное плавучее сооружение — искусственных размеров буй. Это новая подводная лаборатория¹, населенная группой энтузиастов во главе с капитаном Кусто. Кроме него, здесь еще пятеро исследователей: Габриэль Мариани, Христиан Перьен, Леон Галенари, Жан-Луи Лафэ и Пьер Ролан.

Фантастически смелое поселение на дне Красного моря, необычные глубоководные корабли «Дениза», «Дипстар» и многое другое — все это неотъемлемо от имени знаменитого исследователя. Его новый буй-лаборатория (см. рис.) — настоящий подводный океанографический «небоскреб». Его высота 64 м. 50-метровое тело буя скрыто в воде и лишь его верхняя часть возвышается на 14 м над поверхностью моря. В надводной части буя на площади в 60 м^2 размещены кают-компания, жилые помещения, камбуз, радиостанция и различная аппаратура. Есть и прогулочная терраса. Плоская крыша в случае надобности служит посадочной станцией для вертолетов.

От «островов» STOP или FLIP², которым он сильно уступает как по размерам, так и по степени оснащенности научной аппаратурой, буй

¹ См. «Humanité Dimanche», 1964, № 825.
² См. «Природа», 1964, № 4, стр. 116—117.

ка питана Кусто выгодно отличается тем, что подводная часть сооружения (затопляемая у американских буюв) одновременно служит и как стабилизатор, и как многоэтажная подводная лаборатория. От надводной рубки внутрь тела буюа проходит галерея, все ярусы ее соединяются между собой сквозным лифтом (а снаружи алюминиевым трапом). На разных уровнях в стенки корпуса встроено 20 небольших иллюминаторов, обеспечивающих отличный круговой обзор под водой. Есть специальные приспособления для взятия проб с различной глубиной. По сторонам буюа, в подводной части его, навешены балластные резервуары и баллоны, содержащие солидные запасы пресной воды (7,5 т), сжатого воздуха (6 м³), газойля (12 т) и продукты питания на четыре месяца. Буй отличается поразительной устойчивостью, которую придает ему специальный якорь-утяжелитель, опущенный на глубину в 2,5 тыс. м. Благодаря этому буй не сдвигается ни на дюйм и креп его, как бы море ни бесновалось, не превышает 1°. Изменяя величину балласта, можно варьировать глубину погружения буюа, достаточно лишь освободить или, наоборот, заполнить балластные камеры.

Помимо постоянных членов экипажа подводной лаборатории, сюда периодически доставляют двух-трех человек для проведения различных исследований и наблюдений. В определенный час в море бросают... запечатанные конверты — непромокаемые пластмассовые картонки, содержащие просьбу сообщить об их находках Центральной гидрографической службе с указанием места, даты и часа обнаружения. Все это позволит изучить силу и направление морских течений. Эти опыты регулярно повторяются в течение многих месяцев. Через каждые три часа проводятся метеорологические наблюдения и полученные данные передаются на материк и кораблям, находящимся в плавании.

Экипаж буюа-лаборатории — на редкость сплоченный коллектив. Их сдружила интереснейшая работа. Хотя все они месяцами находятся в открытом море, на одиночество никто из исследователей не жалуется. Более того, все они решительно отказались от телевизора и развлекательной литературы. Через каждые 15 дней к борту буюа подходит их связной — корабль «Винарета», доставляющий им все необходимое для продолжения дальнейших исследований.

* * *

Американской конструкторской фирмой «Gibbs and Cox» разработан грандиозный океанский буй¹ — плавучая платформа, предназначенная для сверхглубокого бурения по проекту «МОХО». Проект МОХО — одно из крупнейших современных научно-технических предприятий, как известно, предусматривает бурение земной коры и расположенной под ней мантии.

Новый океанский буй включает три основные детали. Его основание — два гигантских поплавка в виде подводных лодок. Длина этих полых стальных сигар 112,5 м, диаметр 10,5 м. Над ними, опираясь на три пары металлических трубчатых опор диаметром 2,3 м, расположен трехпалубный корпус высотой 27 м. При бурении «лодки»-

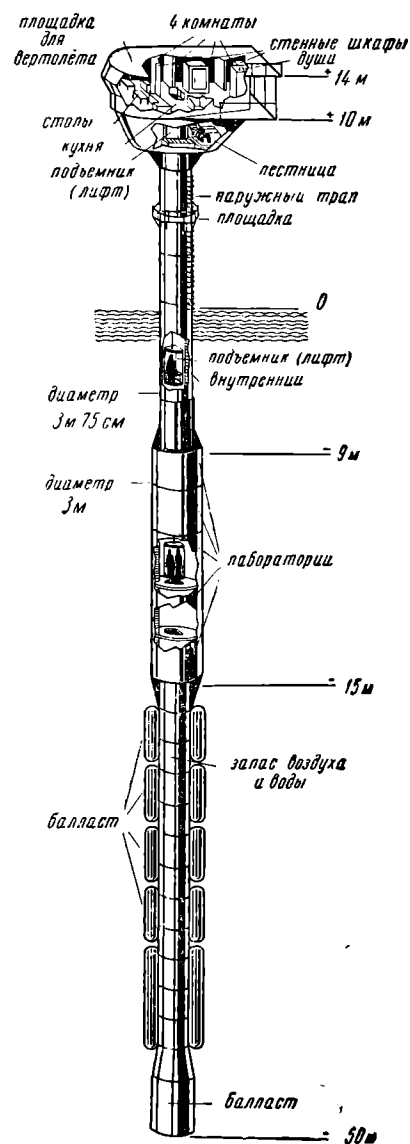


Схема океанографической лаборатории Ива Кусто. В надводной части буюа размещены кают-компания, жилые помещения (несколько маленьких комнат размером 2×1,2 м), стенные шкафы, камбуз, радиостанция, генераторы и силовые установки. В подводной части располагаются лаборатории для проведения научных исследований.

¹ См. «Civil Engineering», 1964, № 4, p. 93.

ЭЛЕКТРОННАЯ РЫБНАЯ ЛОВЛЯ

Интересные работы по лову рыбы с использованием электричества ведутся в одной из лабораторий Клайпедского отделения института Гипорыбфлот. Оказывается, с завидным успехом рыба ловится при помощи устройства, в конструкцию которого входят такие необычные для орудия лова детали и части, как генераторы постоянного и переменного тока, конденсатор-накопитель электроэнергии, мультивибратор, наборы электродов и кабельных катушек и т. д.

Однако самое удивительное свойство этого рыболовного аппарата — способность его вести выборный лов рыбы в зависимости от вида и даже величины и возраста ее! На промысле аппарат выуживает только крупную рыбу, но в случае надобности он одинаково легко может выловить из заповедного водоема и взрослую браконьерствующую щуку, и ее молодь.

Лов рыбы с использованием такого необыкновенного аппарата осуществляется при помощи электрических импульсов определенной частоты, амплитуды, напряжения и т. д. Соответствующие изменения режима излучений импульсов и позволяют проводить выборный лов. Электрические импульсы оказывают на рыб какое-то чарующее, магическое действие, увлекают их, будто звуки сказочной гамельнской свирели. Погруженную в этот своеобразный наркоз, рыбу, как говорится, хоть голыми руками бери.

Электронные аппараты незаменимы для работы на мелких пресных водоемах. Особенно хороши они там, где сети оказываются беспомощными — в водоемах с засоренным, кряжистым дном. Аппараты несложны в управлении, невелики по весу и могут быть установлены в обычной лодке.

* * *

В США сотрудники Морского технологического института совместно с Бюро промышленного рыболовства разработали «электронные удильща». Новое устройство для лова «морских раков» (как часто называют креветок) —

поплавки полностью скроются под водой, над поверхностью океана будет возвышаться лишь трехъярусный корпус.

На первом этапе работ предполагается провести бурение земной коры на глубину до 4,5—6 км. Для этого буй установят в океане на глубине 3,6—4,5 км. Далее платформу используют для пробного бурения ниже дна океана на 6—7,5 км, после чего будет предпринята попытка проникнуть в глубь мантии. В соответствии с намеченным планом все эти работы займут около трех лет.

* * *

Плавающая островная платформа MAMOS¹ (Marine Automatic Meteorological Observation Station) — автоматическая метеостанция-буй недавно испытана американской фирмой Cardion Electronics. Эта плавающая метеостанция служит для сбора и трансляции данных о ветре, об окружающей температуре воздуха и температуре моря, об атмосферном давлении. Передача информации осуществляется в закодированном виде.

Помимо метеобуя MAMOS, океанографическую метеорологическую службу будут вести также автоматы NOMAD (Navy Oceanographic Meteorological Automatic Device). Один из таких буюв, созданный фирмой Мартин (США), установлен в Мексиканском заливе. Питание буюв обеспечивается специальными атомными батареями.

* * *

Проект искусственного передвижного острова для разведки и добычи нефти в открытом море разработан и в СССР, в Азербайджанском институте нефти и газа им. М. Азизбекова. Представьте себе многоярусное сооружение наподобие огромной пагоды, каждый этаж которой перекрыт настилом из мощных железобетонных плит, покоящихся на четырех пирамидальных опорах, напоминающих вышки для высоковольтной передачи тока. При этом, чем ближе к поверхности дна, тем больше площадь перекрытий для придания сооружению большей устойчивости и прочности. Роль опор выполняют трубчатые железобетонные, стальные или пластмассовые колонны. Самый верхний этаж «пагоды», возвышающийся над поверхностью моря, — рабочая площадка острова. Здесь размещается оборудование и обслуживающий персонал. При помощи такого острова можно бурить пятикилометровые скважины при 100-метровой глубине моря.

В нерабочем положении все ярусы этого уникального сооружения сдвигаются вплотную друг к другу, и многоярусная вышка превращается в относительно компактный, связанный в единое целое комплект деталей. В этом виде остров буксируется к месту назначения. Установка его, так же как и разборка, занимает всего около суток.

Передвижной остров можно поставить на «мертвый якорь» и использовать в качестве постоянной эксплуатационной площадки в открытом море. Он может служить и как островной морской причал станции для проведения исследовательских работ.

А. А. Чернов
Москва

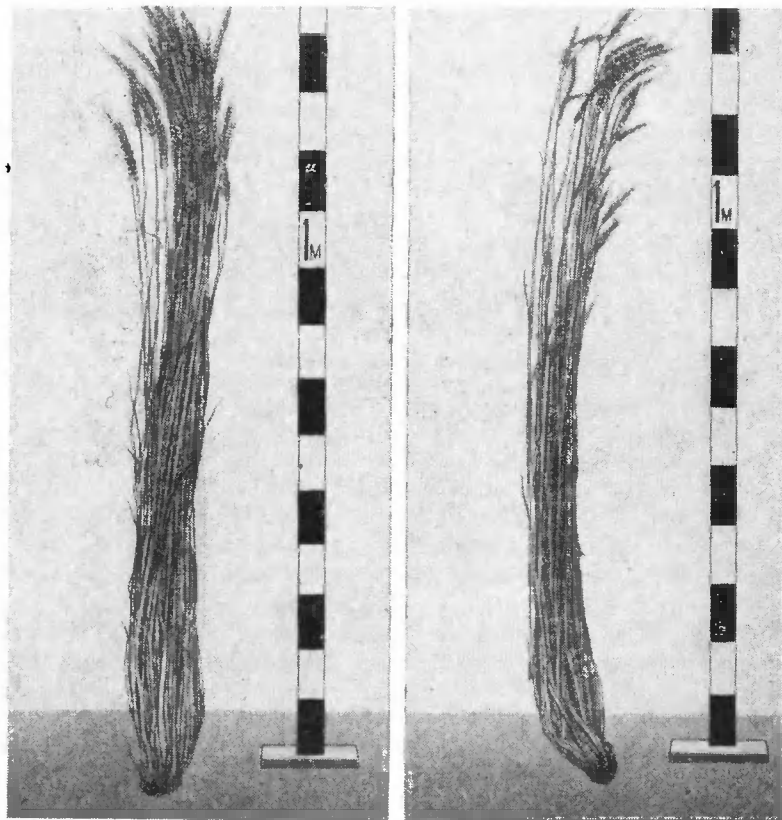
¹ См. «Electronics», v. 37, 1964, № 8, p. 14—15.

НЕОБЫЧАЙНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ РЖАНО-ПШЕНИЧНЫХ ГИБРИДОВ

На экспериментальной базе Восточно-Сибирского биологического института СО АН СССР нами было проведено испытание на зимостойкость девяти ржано-пшеничных гибридов (амфидиплоидов), полученных проф. В. Е. Писаревым. Как эталон высокой морозостойкости для сравнения была посеяна озимая рожь, сорт Житкинская (зимует в Восточной Сибири без снежного покрова).

Почва — средний легко заплываемый суглинок, среднего плодородия. Посев ручной, произведен 15 и 25 августа, междурядья 40 см, в рядке — 3—4 см, глубина заделки семян 5 см.

Большая часть гибридов хорошо перезимовала и дала хороший результат. Среди некоторых амфидиплоидов встречались отдельные растения с необычно высокой продуктивностью (см. табл.)



Амфидиплоид В. Е. Писарева 2Н 129 АД (слева); озимая рожь сорт Житкинская

это креветочный трал, похожий на обычный, в устье которого установлено несколько электродов и другие необходимые электронные детали.

Как показали эксперименты, проведенные в течение нескольких месяцев, новые тралы в ночное время вылавливали креветок на 25—50% больше. Любопытно, что уловы эти повышались, если отменили, где «паслись» креветки, в это время освещались лунным светом. В темноте креветки старались упрятаться в песок. В дневные часы добыча при помощи трала, оборудованного электронной насадкой, увеличивалась по сравнению с обычной более чем вдвое.

«Fishing Gazette», v. 81, 1964, № 2,
стр. 47—48 (США)

БЕЛКИ В МОЛОКЕ

До настоящего времени контроль качества молока основывался на содержании в нем жира. Между тем, для многих потребителей (пожилых людей, страдающих склерозом или ожирением) жир нежелателен. Возникла необходимость в быстром и удобном методе контроля содержания белков и других нежировых составных частей молока. Два прибора для этой цели разработаны недавно в Англии и США.

Английский прибор «Ирма» измеряет сравнительное поглощение инфракрасных лучей в контролируемой пробе молока и стандартном образце воды. Показания этого прибора позволяют определить отдельно содержание жира, белков и молочного сахара (лактозы).

Американский аппарат «Дарисон» регистрирует скорость прохождения ультразвуковых волн через две пробы молока, находящиеся при разных температурах. Этот прибор дает только содержание жира и сумму нежировых компонент.

Внедрение новых приборов должно стимулировать ведение молочного хозяйства с расчетом на молоко, богатое не только жирами, но и белками.

«Science News Letters», v. 85, 1964, № 15,
р. 229 (США)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВПАДИНЫ КАТТАРЫ

В Объединенной Арабской Республике разрабатывается план крупного гидротехнического использования впадины Каттары, расположенной в пустыне западнее дельты Нила. В эту впадину, лежащую ниже морского уровня, предполагается произвести спуск вод из Средиземного моря и, таким образом, создать искусственное озеро водоизмещением в 20 млрд. м³ для культивирования пустынных земель. Сооруженная здесь гидроэлектростанция даст возможность покрывать до 25% всей потребности ОАР в электроэнергии. Начало строительных работ намечается на 1967 г., окончание их — на 1972 г.

«V. D. J. — Nachrichten», 1964, № 28, S. 1 (ФРГ)

ОКИСЬ ЭТИЛЕНА И ЦВЕТЫ

Известно, что примесь к воздуху углеводородного газа этилена ускоряет созревание цветов и плодов. Для срезанных цветов действие этилена оказывается вредным: в атмосфере, содержащей этилен, срезанные цветы быстро вянут. На опытной станции Министерства земледелия США в Белтсвилле (штат Мэриленд) было испытано действие на цветы химически родственного вещества — окиси этилена. Оказалось, что она производит противоположное действие. После суточного выдерживания в атмосфере, содержащей окись этилена, срезанные цветы в дальнейшем в обычной атмосфере оставались свежими в течение восьми дней.

«Science News Letters», v. 85, 1964, № 7, p. 104 (США)

ГАЛАКТИЧЕСКИЕ МАГНИТНЫЕ ПОЛЯ

Американские астрономы получили новые данные о магнитных полях галактик. А. Сэндидж и У. Миллер изучали близкую к нам спиральную галактику М 82. Они обнаружили исходящие из

Гибрид	Средняя высота растений в см	Кустистость		Наибольшая длина отдельных колосов в см	Наибольшее число		Вес отдельных колосов в г	Число зерен на одно растение	Общий вес зерна с одного растения в г
		число стеблей у одного растения			колосков в колосе	зерен в отдельных колосках			
		Общая (число стеблей)	Продуктивная (число стеблей с плодородными колосами)						
2Н 129 АД	140	26	26	19	26	80	2,93	1032	43,79
Н 120 АД	130	83	52	19	26	70	3,52	1370	45,54
Н 159	130	45	45	16	25	102	3,52	2650	62,53
Озимая рожь сорт Житкин- ская	130	50	46	17	51	100	2,97	3037	88,64

Эти данные говорят о том, что потенциальная продуктивность озимых растений может быть необычайно высокой. Задача состоит в том, чтобы научиться использовать эту возможность растений в практике.

А. И. Коровин
Доктор биологических наук
М. И. Хабардин

Восточно-Сибирский биологический институт СО АН СССР (Иркутск)

Представлено на ВДНХ

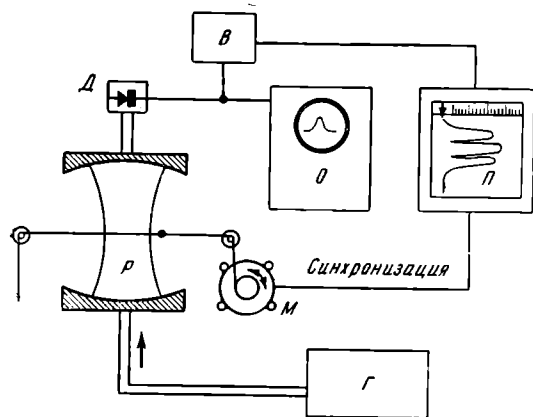
ОТКРЫТЫЙ РЕЗОНАТОР ДЛЯ МИЛЛИМЕТРОВЫХ ВОЛН

Интерес к открытым резонаторам первоначально возник в связи с их применением в квантовых генераторах света. Вместе с тем открытые резонаторы — перспективные колебательные системы в миллиметровом и субмиллиметровом диапазоне.

При освоении электромагнитных колебаний все более высоких частот уже в миллиметровом диапазоне возникает трудность с конструированием резонансных систем. Использование объемных резонаторов, хорошо работающих в сантиметровом диапазоне, при переходе к более коротким волнам затруднено, поскольку в замкнутом объеме фиксированных размеров при увеличении частоты всегда происходит так называемое сгущение спектра собственных частот. Чтобы избежать этого, размеры объемных резонаторов для колебаний миллиметрового диапазона приходится делать сравнимыми с длиной волны, т. е. очень малыми; при этом добротность резонатора падает.

Открытый резонатор в простейшем случае образован двумя плоскими или сферическими зеркалами, расположенными друг против друга и достаточно хорошо отражающими электромагнитные волны. Несмотря на то, что размеры открытых резонаторов могут существенно превосходить длину волны колебания, они имеют четко выражен-

ные резонансные свойства, так как спектр их собственных частот оказывается разреженным за счет излучения из резонатора в свободное пространство. В резонаторе остаются только некоторые из колебаний, обладающие малыми потерями на излучение, а следовательно, большой добротностью.



Блок-схема открытого резонатора для миллиметровых волн: Д — детектор, В — выпрямитель низкочастотного сигнала, П — автоматический записывающий потенциометр, О — осциллограф, М — мотор протяжки пробного тела, Г — генератор СВЧ, Р — резонатор

В павильоне «Физика» демонстрируется разработанный в Институте физических проблем им. С. И. Вавилова АН СССР открытый резонатор. Он состоит из двух сферических вогнутых зеркал. Рабочая частота лежит в диапазоне — 36 ГГц (длина волны ~ 8 мм). Поле электромагнитного колебания в резонаторах такого типа сконцентрировано в основном в некотором объеме, образованном поверхностью, называемой каустической. В данной системе добротность достигает 50 000.

Поле электромагнитного колебания, существующего в резонаторе, имеет определенную конфигурацию в пространстве между зеркалами. Распределение этого поля можно измерить методом введения пробного тела. Этот метод основан на том, что величина рассеянной энергии колебания на пробном теле, а значит и величина сверхвысокочастотного сигнала, снимаемого с резонатора, зависит от величины поля в той точке, где находится пробное тело. Изменение сигнала фиксируется самописцем через кривую на диаграммной бумаге, перемещающейся синхронно с движением пробного тела. По этой кривой и судят о распределении поля.

БИОВОЛОКНО

Биоволокно — полимерное соединение, обладающее способностью уничтожать болезнетворные бактерии и грибки¹. Бактерицидно-активные группировки (атомы и их группы) содержатся в структуре биоволокна. В этом его принципиальное отличие от существующих антибактериальных

волокон, попросту пропитанных антисептиками. Поэтому антибактериальные и противогрибковые свойства биологически активного волокна сохраняются до самого износа его.

Биоволокно и изделия из него могут использоваться в самых различных областях: как пере-

центра этой галактики волокна, простирающиеся на расстояния до 13000 световых лет по обе стороны диска. Эти волокна, по-видимому, остатки мощного взрыва, который, как уже известно, произошел в центре галактики М 82 около полутора миллионов лет тому назад. Излучение волокон сильно поляризовано, что свидетельствует о существовании у галактики более или менее однородного общего магнитного поля, направленного вдоль малой оси.

Д. Моррис и Г. Берг изучали изменение направления поляризации радиоволн, испускаемых 37 дискретными источниками радиоизлучения, при прохождении этих волн через различные части нашей Галактики. Изменение направления поляризации (эффект Фарадея) связано с магнитным полем и позволяет судить о направлении этого поля на расстояниях до 1000 световых лет от Солнца.

В противоположность галактике М 82, в нашей Галактике магнитное поле оказалось в высшей степени неоднородным: в различных частях Галактики оно меняет свое направление на противоположное.

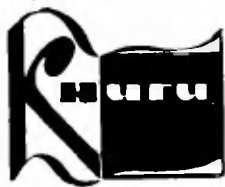
«Scientific American», v. 211, 1964, № 1, р. 46 (США)

вязочный материал в медицине (бинты, марля, вата, тампоны, лейкопластырь), в качестве упаковочного стерильного материала при хранении продуктов, в фильтровальных устройствах для дезинфекции воды и воздуха, для изготовления антисептического белья, медицинских халатов, одежды для новорожденных. Из биоволокна можно делать даже рыболовные принадлежности, устойчивые к действию различных микроорганизмов.

Разработано несколько марок биологически активного волокна — летила, биолан, иодан. Они отличаются как по физико-механическим свойствам, так и по степени оказываемого бактерицидного и антифунгального (противогрибкового) действия.

Авторы биоволокна — Ленинградский текстильный институт им. С. М. Кирова и Институт органического синтеза АН Латвийской ССР.

¹ См. «Природа», 1964, № 1, стр. 82—84.



ЦЕННЫЙ ТРУД ЭНТОМОЛОГА

Жан-Анри Фабр

ЖИЗНЬ НАСЕКОМЫХ

Рассказы энтомолога

Сокращенный перевод с французского и обработка доктора биологических наук Н. Н. Плавильщикова.

Государственное учебно-педагогическое издательство Министерства просвещения РСФСР, 1963. 459 стр., ц. 1 р. 74 к.

В этой книге в доступной и занимательной форме излагается труд французского натуралиста-зоолога Жана-Анри Фабра, прожившего долгую и плодотворную жизнь (1823—1915 гг.) и обогатившего науку замечательными исследованиями и наблюдениями в области энтомологии.

Фабр обладал талантом популяризатора. Он любил своих насекомых, восхищался ими и стремился внушить эту любовь своим читателям. Желая сделать свои произведения доходчивыми, Фабр выработал своеобразную литературную манеру, благодаря которой страницы этого серьезного научного труда читаются, как увлекательный роман. Ученый окрашивает свои наблюдения драматическими деталями, тонким юмором.

В книге «Жизнь насекомых» есть главы, посвященные описанию внешнего вида, образа жизни, развития, повадок насекомых, а также наблюдения и опыты ученого над ними.

Вот как он описывает, например, внешний вид эмпузы — насекомого размером в 35—40 мм: «Среди насекомых наших стран



нет более странного существа. Это какое-то привидение, дьявольский призрак. Заостренная физиономия выглядит не просто хитрой. Она пригодилась бы Мефистофелю» (стр. 100). А вот описание мушек-паразитов некоторых видов ос: «Настойчивая неподвижность этих мушек напоминает бандитов, одетых в грубую темную одежду, с головой, повязанной красным платком, ожидающих в засаде часа, удобного для нападения» (стр. 94).

Но Фабр занимается не простым накоплением интересных, примечательных фактов из жизни насекомых. Он поставил перед собой научную задачу, и ее решение стало целью всей его жизни: вскрыть побудительные причины слабых и сложных действий насекомых, понять действует ли у них только инстинкт или проявляется разумное начало. После многочисленных наблюдений, исследований

и опытов он сказал решительное «нет» в адрес тех ученых, которые признают участие разума в действиях насекомых. Инстинкт и только инстинкт.

Вот, например, оса, которая несет пищу своей личинке по сложной системе ходов и заграждений, построенных ею в поверхностном слое почвы. Все ее действия производятся в определенной, строго установленной последовательности. Но вот в отсутствие осы экспериментатор разрушил вход в ячейку, замаскировав его песком, и проделал вход в другом месте. И хотя личинка и проникает через него в ячейку, ее поведение становится совершенно бессмысленным. Она продолжает поиски уже несуществующего входа. Личинка беспомощно корчится, ожидая проявления материнской заботы. Но мать уже потеряла к ней всякий интерес. Она толкает личинку, опрокидывает ее, отбрасывает в сторону, а дитя пытается съесть материнскую ногу, принимая ее за обычный корм.

«Какая пропасть между инстинктом и разумом!» — восклицает Фабр. Инстинктивные действия насекомого состоят из цепи строго установленных последовательных операций. Они достигают цели, если все звенья цепи сработали. Если же одна операция выпала (преодоление песочной завесы), то и конечная операция (кормление личинки) не состоится.

Книга показывает читателю методы научной работы энтомолога, преодоление трудностей этой

кропотливой работы, учит любить природу, пылливо и настойчиво изучать ее.

Не следует, однако, забывать о некоторых недостатках в трудах Фабра. Будучи современным великим Чарльзом Дарвином, находясь даже в переписке с ним, работая в одной области науки, Фабр не понял его теории отбора и отвергал эволюционное учение. Он не отличался ши-

ротой научного горизонта. Наоборот, сфера его деятельности была ограничена как географически (только юг Франции), так и в научном отношении: его интересовало лишь то, что связано с энтомологией, а общей теоретической подготовки у него не было. Сделав ценнейшие частные научные выводы из своих наблюдений, он не сумел их обобщить. Тем не менее заслуга ученого ве-

лика. Накопленный им богатый фактический материал дает возможность ученым использовать его в своей работе.

К сожалению, оформление книги оставляет желать лучшего: неудовлетворительны некоторые таблицы — цвета на них неправдоподобны, во многих случаях не удачен масштаб.

*Н. А. Гейда
Москва*

ОСНОВЫ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Академик М. В. Шулейкин
ЭЛЕКТРОННЫЕ ЛАМПЫ

Изд-во АН СССР, 1963,
366 стр., ц. 1р. 83 к.

Найти эпитет для определения темпов развития радиоэлектроники не так просто. Слова «бурное» и «стремительное» употребляются неизменно, лишь только речь заходит о радиотехнике и электронике. Причина не только в ограниченности фантазии. Процесс формирования этих наук, внедрения их в другие области знания действительно отличается невиданной стремительностью. Неудивительно поэтому, что некоторые далеко не плохие книги по радиоэлектронике стареют иногда уже в процессе издания.

Незавидный этот удел, однако, выпадает на долю отнюдь не всякой книги. Не постигла эта участь и книгу акад. М. В. Шулейкина «Электронные лампы». Содержание ее — рукописи ученого и конспекты его лекций, относящиеся к периоду с 1918 по 1934 г. И несмотря на это, работы М. В. Шулейкина читаются и сегодня с огромным интересом.

Дело не только в научно-исторической ценности книги, которая несомненна. Важно другое: большая часть материала не устарела и сейчас, выдержала со-

рокалентнее испытание временем. Для радиоэлектроники с ее гигантскими шагами движения вперед это означает лишь одно: многие работы М. В. Шулейкина, как справедливо отмечает составитель книги П. А. Петров, стали классическими.

Ощущение современности появляется у читателя при знакомстве с первыми же главами, содержащими основные положения теории электронных ламп. Движение электрона в электрических и магнитных полях, законы термоэлектронной эмиссии, физические процессы в диоде (закон степени $3/2$) и триоде, рассмотрение статических характеристик и параметров ламп — все эти вопросы и поныне составляют классическую часть любого пособия по электронным приборам. Изложение этих вопросов в книге М. В. Шулейкина отличается завидной глубиной анализа и необычайной методической ясностью.

Конечно, за сорок лет наука продвинулась далеко вперед. В теории термоэлектронной эмиссии, например, квантовая статистика частиц сменила классическую. Использование функции распределения скоростей электронов в металле по Максвеллу при выводе формулы удельного тока катода, сейчас уже выглядит устаревшим. Но составители не

допустили ошибки, отведя этому материалу в книге достаточно места. Строгость изложения в сочетании с доходчивостью, наглядные примеры инженерного расчета на основе полученных соотношений — все это делает 2-ю главу весьма поучительной. А в конце 4-й главы, знакомясь с «Отзывом М. В. Шулейкина о печатных работах инженера-электрика В. И. Волюкина» (1934), мы уже встречаемся с упоминанием автора о статье Зоммерфельда, посвященной выводу «более общего выражения для плотности тока излучения электрона» на основе квантовой статистики Ферми — Дирака.

Современное звучание ряда фундаментальных положений электроники в трудах М. В. Шулейкина — не единственное достоинство книги. Несмотря на то, что материалы не были напечатаны при жизни М. В. Шулейкина и, следовательно, работу автора над рукописями нельзя считать законченной, чтение большинства глав и разделов книги оставляет впечатление именно завершенности. Такая цельность достигается, по-видимому, за счет того, что строгое теоретическое рассмотрение любого вопроса неизменно завершается инженерными, прикладными результатами: удобной формулой, примером расчета и т. п. Орга-

ническое сочетание корректности теории и ясности практического использования результатов (особенность, которая, к сожалению, встречается далеко не часто) красной нитью проходит через всю книгу.

Нет нужды, по-видимому, подчеркивать и другие достоинства

опубликованных работ. Имя Михаила Васильевича Шулейкина — крупного советского ученого — хорошо известно не только в нашей стране. Изданную книгу уже не встретишь на полках магазинов; она по достоинству оценена читателем. Научные работники, инженеры, широкий круг читате-

лей — специалистов в области радиоэлектроники — должны быть признательны составителям книги и издательству, опубликовавшему интереснейшие работы М. В. Шулейкина.

В. Н. Дулин

*Кандидат технических наук
Московский авиационный институт*

КОРОТКО О КНИГАХ

М. И. Диомидов, А. Н. Дмитриев
ПОКОРЕНИЕ ГЛУБИН

Изд-во «Судостроение» 1964,
384 стр., ц. 84 коп.

«Проникновение в глубины — одна из увлекательных и наиболее многообещающих проблем современной океанологии. По своему научному и практическому значению она не уступает задаче овладения космосом», — пишет в предисловии научный редактор книги член-корр. АН СССР Л. А. Зенкевич.

Площадь водной поверхности втрое больше площади суши, однако всестороннее изучение этого огромного пространства только начинается. Несметные сокровища скрывает океан — ценные породы рыб и удивительных животных, способных жить на разной глубине и переносить любые давления; незатронутые резервы пищевого сырья; недра океанского дна хранят богатейшие залежи, руды, минералов и

топлива; баснословны богатства, растворенные в водах океана. Возможно, с открытием секрета биохимического накопления элементов растениями и животными будут найдены методы извлечения из морской воды ценных металлов, редких и рассеянных элементов.

Океан — огромный аккумулятор тепла, получаемого от Солнца и из недр Земли. Неистощима энергия прибоев, приливов и морских волн. Человек уже заставил приливы служить себе, а в будущем научиться извлекать энергию и из прибоев. Источником энергии может послужить и тяжелая вода, запасы которой оцениваются в 270 000 млрд. т.

Все эти и многие другие интересные сведения изложены в главе «Что мы знаем об океане». Далее авторы знакомят с существующими средствами и методами изучения подводного мира, историей покорения глубин, современным арсеналом глубоководной техники — исследова-

тельными подводными лодками, гидростатами и батискафами. Подробно рассказывается об устройстве подводной аппаратуры и тех возможностях, которые открываются при их помощи перед исследователями-океанографами. Описываются первые батискафы О. Пикара, пионера глубоководных погружений, и, наконец, «Триест» и рекордное погружение в «подводный Эверест» — Марианскую впадину.

В главе «Подводная техника завтрашнего дня» показаны заманчивые перспективы — здесь и более совершенные и принципиально новые устройства для разведки глубин, и промышленный флот будущего, и плавучие города, и подводный транспорт, и проект «батиандра», глубоководного водолазного костюма, и хозяйственное освоение «голубой целины». Самые смелые фантазии. Но разве они не по плечу тем, кто ищет и, дерзая, всегда идет вперед?

**Заметки,
Наблюдения**

ЗАГАДОЧНОЕ ПОВЕДЕНИЕ ЖУКОВ-ДРОВОСЕКОВ

Известный энтомолог, большой специалист по жесткокрылым насекомым Н. Н. Плавильщиков в одной из работ писал, что «жуки-дровосеки при массовом размножении нередко во множестве летят на свет, так что даже могут затупить небольшой костер, разложенный в лесу». Между тем специально поставленные опыты по вылавливанию жуков на свет электрической лампы или даже костра не дали положительных результатов.

Причина оказалась в том, что жуки-дровосеки, или «стригуны», как их называют в народе, поло-

жительно реагируют на свет лишь в первую ночь своей жизни. С наступлением рассвета эта реакция у них исчезает. Если молодых жуков, только что вышедших из древесины, содержать в темноте, свет для них сохраняет привлекательность в течение нескольких суток. Явление, которое довелось наблюдать Н. Н. Плавильщикову, по-видимому, было связано с массовым выходом жуков в ночное время из зараженных ими деревьев.

Л. М. Орлов

Улан-Удэ

ЭКРАН—БОЛЬШОЙ ХИМИИ

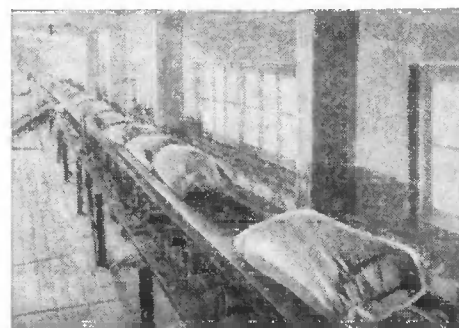
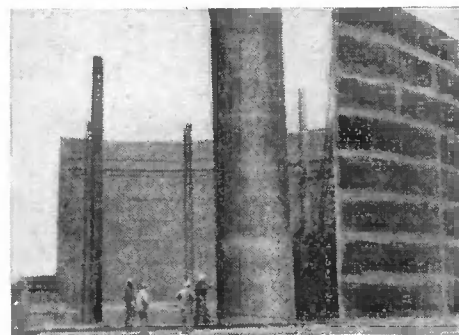
Химия все уверенней входит в нашу жизнь. На наших глазах сбываются мечты и предвидения Д. И. Менделеева, К. А. Тимирязева, Д. Н. Прянишникова. По призыву Партии страна добивается невиданного повышения плодородия почвы. Из цехов-гигантов мощным потоком направляются на поля искусственные удобрения, гербициды, стимуляторы роста, химические средства защиты урожая от вредителей и болезней.

Но разумное использование даров химии требует от людей подготовки и грамотности. Агрохимический всебуч должен охватить миллионы сельских тружеников. Глубоко прав был акад. Д. Н. Прянишников, утверждавший, что недостаток знаний нельзя заменить избытком удобрений. Только активная и наступательная пропаганда научных знаний принесет успех, поможет овладеть богатствами земли, повысить урожай, поднять продуктивность животноводства. Сейчас уже не приходится никого убеждать в том, что кино — одно из самых массовых, наглядных и действенных средств пропаганды и обучения. Однако возможности документального, учебного и научно-популярного кинематографа еще во многом недооценены, и, пожалуй, прежде всего это относится к сельскохозяйственным фильмам. Темы этих картин нередко случайны, познавательная ценность их невелика, профессиональное мастерство подменяется ложной занимательностью, уводящей внимание зрителя от сути дела. Курс Партии на интенсификацию сельского хозяйства требует устранить эти недостатки и в короткий срок организовать выпуск хороших познавательных фильмов о достижениях сельскохозяйственной науки и передовом опыте. Одним из первых откликов кинематографистов на решения декабрьского Пленума ЦК КПСС

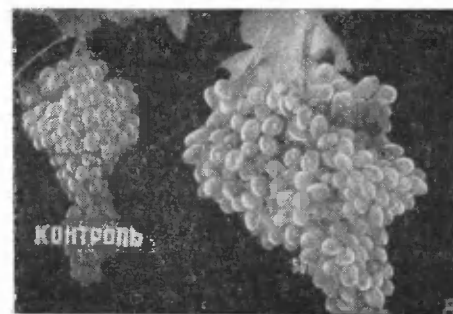
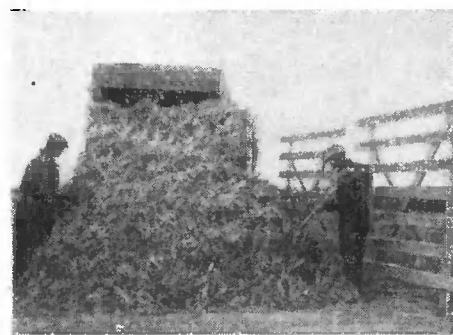
можно считать фильм «Основа основ» (автор сценария О. Писаржевский, режиссер Р. Я. Клав, научный консультант акад. С. И. Вольфович), выпущенный студией «Моснаучфильм». Само название картины говорит о том, что ее авторы чувствуют пульс жизни. Документальный материал убеждает зрителя и делает достоверным кинорассказ о науке и человеке — хозяине земли.

«Советский человек заново сотворил свою землю и чем искуснее земледелец, тем щедрее земля раскрывает и отдает свои богатства», — так начинает диктор свое повествование, призывая зрителя побывать с ним на полях и в лабораториях ученых, в цехах заводов и на фермах. Минеральные удобрения — соль земли: дашь их растению и смотришь — один гектар обернется двумя. Это же доказывают растения, отлично растущие без почвы в водных растворах питательных солей.

Эпизод с гидропоникой начинается с того, что науке хорошо известны вещества, нужные растениям для корневого питания, для обильного плодоношения. Прошлый век утвердил значение азотных, фосфорных и калийных удобрений (НПК), а нынешний вооружил практику микроудобрениями — бором, марганцем, молибденом, медью, кобальтом и многими другими химическими элементами, которые зритель в мультикадрах находит на таблице Менделеева. По запасам калийных солей и фосфоритного сырья наша страна занимает одно из первых мест в мире. «Окаменелой сказкой природы» назвал акад. А. Е. Ферсман богатейшее апатитовое месторождение в Хибинах. Значительны ресурсы фосфоритов и на юге — в Каратау. Карта показывает, что по всей стране разведаны десятки мест, где могут разрабатываться агрономические руды. Мощная



Кадры из кинофильма «Основа основ» производств студии «Моснаучфильм». План большой химии претворяется в жизнь. Новое предприятие вступают в строй (1); пульт дистанционного управления автоматизированным химическим производством (2); непрерывным потоком идут сельскому хозяйству дары химии — минеральные удобрения (3); гидропоника — передовой многообещающий метод выращивания растений без почвы. В лаборатории исследуются новые питательные среды (4)



Кадры из кинофильма «Основа основ» производства студии «Моснаучфильм». Для химизации сельского хозяйства используются самые различные химические вещества (б); бывает и так: в отвале, под откосом, ценные минеральные удобрения, превратившиеся в непригодную аморфную массу (в); химические добавки повышают эффективность кормов (г); стимулятор роста — гиббереллин намного повышает урожай винограда (д)

техника и современная технология позволяют экономично добывать сырье и вырабатывать основное фосфорное удобрение — суперфосфат.

Для роста и развития всех растений исключительно велика роль азотных удобрений. Неисчислимы запасы азота в воздушном океане. Вместе с природным, или коксовым газом азот служит сырьем для аммиачной селитры. Большая наука и немалый труд скрыты в производственном процессе получения этих удобрений. На экране — сложное оборудование цеха конверсии, приборы автоматического дистанционного управления Черкинского электрохимического комбината, которые свидетельствуют о техническом прогрессе нашей химической промышленности. Запоминающийся пример этого нового — гигантская башня. В ней с 50-метровой высоты распыляется жидкость, которая в полете охлаждается, кристаллизуется, превращаясь в гранулы удобрений. Так готовится азотная пища полей, твердая и даже жидкая, более дешевая. Аппарат переносит нас на Калужский калийный комбинат. Сырье для калийных удобрений добывается здесь с больших глубин. Потребность в нем растет, ведь калий способствует образованию и накоплению в растениях сахаров, крахмала и клетчатки. Поэтому так нужны в этих удобрениях овощи.

Социалистическое сельское хозяйство уже в этом году получит 22 млн. т различных удобрений. И нельзя мириться с тем, что концентрация в них полезных веществ не превышает четверти, а остальное — балласт, загружающий транспорт. Фильм знакомит нас с тем, как химики Воскресенска и Красноуральска налаживают выпуск «двойного», высококонцентрированного суперфосфата.

По стальным магистралям страны движутся эшелоны удобрений. Всевидящий глаз кино обнаруживает порой и такое — сброшенные под откос рваные мешки, горы окаменелых минеральных удобрений, превратившихся под снегом в ни к чему не пригодную аморфную массу. Страстным обличением звучит голос диктора, осуждающий это ограбление народа. Но удобрения надо не только сохранять, но и правильно использовать. Мы должны о каждом гектаре пашни знать, в чем он нуждается, чем

ее накормить. На эти вопросы ответит химический анализ почвы. На примере подмосковного совхоза «Большевик» и колхоза им. М. И. Калинина фильм учит тому, что земля каждого хозяйства не «сплошняк» и не монолит. Отдельные участки резко различаются: неодинакова их кислотность, насыщенность фосфором, потребность в калии. Зритель убеждается в огромном значении агрохимических лабораторий. Шаг за шагом расшифровываются химические особенности пашни. И когда географическая карта хозяйства превращается в агрохимическую, земля открывает людям секреты своего плодородия. Теперь земледелец может быть уверен, что каждый килограмм удобрений будет использован с наибольшей выгодой.

Агрохимия вооружила агронома и другим способом лабораторного контроля над питательным режимом почвы и самого растения. На одном из участков задержался рост кукурузы. В чем причина? Капля сока, отжатого из листка или черенка, сравнивается для исследования с цветной шкалой, и сразу становится видно, каких именно питательных веществ не хватает растению.

Однако внося удобрения, мы кормим не только культурные растения, но и их грозного врага — сорняки! Химическая управа есть и на этого живучего врага, отбирающего у посевов пищу, воду и свет. Специальной замедленной съемкой в картине показано, как на полях проводится «химическая прополка» гербицидами.

Химия открыла возможности для механизации еще одного трудоемкого процесса — уборки хлопка. Зеленые листья мешают уборке коробочек хлопка-сырца машинами. Вещества, называемые дефолиантами, вызывают искусственный листопад, после которого хлопкоуборочный комбайн легко и без потерь собирает весь хлопок с плантации.

С первых часов жизни растения нуждаются в защите от разнообразных вредителей и болезней. Вот они: блошка на горохе, шведская муха на кукурузе, прожорливая свекловичная минирующая моль, плодоярка в сердцевине яблока. Обширен ассортимент химических средств для борьбы с вредителями полей. В кадрах фильма показана обработка пашни аэрозолями ядохимикатов.

микатов. По примерным подсчетам, химическая защита посевов может дать к 1970 г. дополнительную сельхозпродукции на 4—5 млрд. рублей и столько зерна, что в течение года можно будет прокормить до 200 млн. человек!

Общий подъем зернового хозяйства поможет одновременно решить и проблему кормов. Улучшение белкового кормового баланса — одна из труднейших задач в животноводстве. И здесь люди многого ждут от химии. Новое синтезированное вещество — карбамид — отличная белковая подкормка для жвачных животных. Выгода от него бесспорна, она в десять раз превышает затраты на производство препарата. Нужны и другие химические подкормки. Зрительные доказательства этого в фильме просты и до очевидны. Курице для образования скорлупы яйца нужно около 2 г кальция, но такое количество его содержится в 5 кг кукурузного зерна. Столько курице в день, конечно, не склевать. А корове, чтобы обеспечить себя минеральными веществами только за счет силоса, пришлось бы ежедневно скармливать его более 200 кг! Химическая промышленность

выпускает специальные брикеты-лизунцы. В них содержатся все макро- и микроэлементы, необходимые животным.

Ученые-химики продолжают поиски новых регуляторов жизненных процессов. По действию на растения ни с чем не сравним стимулятор роста — г и б б е р е л л и н¹. Если раствор гербицидов — мертвая вода для сорных растений, убивает их, то гиббереллин для культурных растений подобен сказочной живой воде. Специальная съемка позволяет проследить за тем, как одна капля гиббереллина повышает жизнедеятельность растения. Мы видим гигантскую коноплю — это еще лабораторный эксперимент, но такой заманчивый и многообещающий! В опытах с виноградом² опрыскивание гиббереллином завязей принесло осенью двойной урожай. Клубни картофеля в состоянии «биологического покоя», посаженные тотчас после уборки, ускоренно растут и дают в тот же год еще один урожай!

¹ См. «Природа», 1958, № 7,

стр. 81.

² См. «Природа», 1961, № 11, стр. 106.

В заключительном эпизоде фильма химия выступает как союзник человека в борьбе за сохранение влаги, за орошение полей в засушливых районах. В этой зоне больше трети оросительных вод не доходит до растений, а теряется в пути, просачиваясь в песок. Теперь фильтрация не будет страшна. Дешевыми водонепроницаемыми пленками полимеров будут выстилать водоносные каналы, а полиэтиленовые шланги позволят донести сохраненную воду до каждого ростка. Пленочные материалы находят и другое применение в сельском хозяйстве. Они заменяют стекло парников, служат фундаментом, стеной и кровлей буртов силоса. Воздух из-под пленки откачивается, бурт самоуплотняется, в нем лучше идут процессы брожения. Большая химия повсеместно вступает в действие.

Впереди у нас великая цель: опираясь на химию и орошение, освободиться от капризов природы, добиться высоких и устойчивых урожаев. Эта задача поставлена Партией и она будет решена.

Е. Э. М а н д е л ь ш т а м
Москва



КРЫМСКОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ЗАПОВЕДНО-ОХОТНИЧЬЕ ХОЗЯЙСТВО

Крымиздат, 1963, стр. 222,
ц. 1 р. 8 коп.

Крымский государственный заповедник, созданный в 1913 г. на базе «Заказника императорских охот», теперь стал крупной научно-экспериментальной базой горного лесоводства и охотоведения.

С южного берега прекрасно видны огромные массивы заповедных лесов. А над зеленым морем застыли серые великаны нагорий — Бабугана, Чатыр-Дага, Ай-Петри. Более трех десятков тысяч гектаров дубовых, буковых и сосновых лесов раскинулись на склонах нагорий, на водоразделах, в долинах рек. В Крымском заповедно-охотничьем хозяйстве сохранились уникальные реликтовые рощи березы, тиса, можжевельника, очень

редкие виды флоры и фауны.

Изучением богатейшей природы заповедника занимались видные ученые нашей страны: П. С. Паллас, Х. Х. Стевен, академики В. Н. Сукачев и Л. И. Прасолов, И. Н. Антипов-Каратаев, Н. Н. Клепинин, И. И. Пузанов, Е. В. Вульф.

Недавно заповеднику исполнилось 50 лет. В ознаменование этой годовщины Крымским издательством и издан этот сборник.

Основные задачи и перспективы развития заповедно-охотничьего хозяйства изложены в статье его директора П. М. Прокopenko. На исторических этапах, пройденных заповедником, останавливается в своей статье А. П. Доценко. Рассматривает он также задачи, стоящие сейчас перед коллективом заповедно-охотничьего хозяйства. К ним относятся омоложение перестойных насаждений путем постепенных семенно-лесосечных рубок, а также искусственного и естественного лесовозобновления, мелиорация и комплексное освоение горных склонов и Ни-

китской яйлы, учет, регулирование и хозяйственное использование охотничьей фауны заповедных лесов, изучение гидрологической роли горных лесов.

Г. Д. Ярославцев и А. П. Доценко выступают на страницах сборника со статьей об опыте внедрения древесных экзотов в заповедные леса Крыма. Авторы предлагают испытать на южном и северном склонах вплоть до яйлы сибирский кедр, метасеквойю, секвойю гигантскую, кедр атласский, кедр гималайский. Статьи А. Н. Олиферова, В. П. Молодых и Г. А. Мозолева посвящены гидрометеорологической характеристике заповедной территории.

Большую ценность представляет также фауна заповедного хозяйства. Краткий обзор зоологических работ сделан Ю. В. Костиным и А. А. Ткаченко. Читатель ознакомится с интересной историей расселения в заповеднике таких животных, как муфлоны и кабаны.

А. В. П л а щ е в
Кандидат географических наук
Харьков

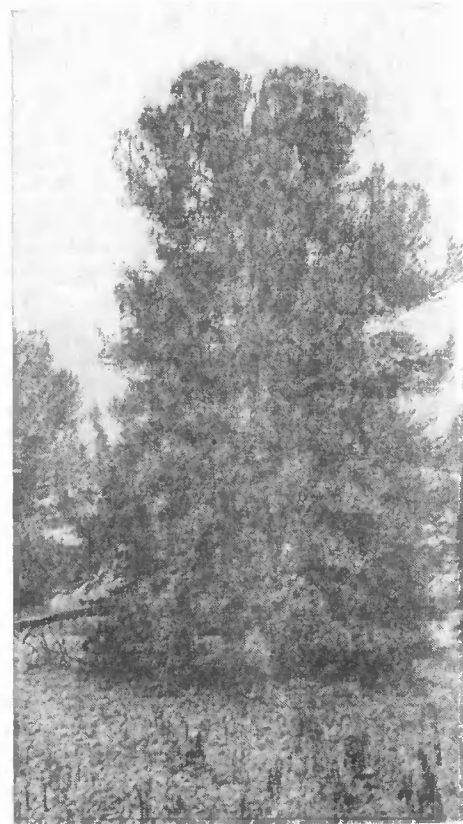
КЕДР В ГОРАХ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО АЛТАЯ

Кедр сибирский получил свое название вопреки ботанической классификации; его правильное название кедровой сосной. Настоящие кедры — ливанский, гималайский и атласский — растут за пределами нашей страны, но как культурное растение встречаются в Крыму и на Кавказе. Хотя кедр сибирский не принадлежит к роду прославленных настоящих кедров (*Cedrus*), он не уступает им по красоте и величю, а по хозяйственной ценности превосходит и леса других хвойных пород. Прежде всего, кедр сибирский служит многовековым «хлебным» деревом, давая в течение более 300 лет своей жизни питательные семена, которые по содержанию жиров превосходят даже высокомасличные гибриды подсолнечника. Леса из кедра сибирского — богатейшие охотничьи угодья. Это дерево отличается превосходной древесиной и служит ценным смолоносом. Все эти богатства позволяют организовать в кедровых лесах Сибири хозяйства, которые невозможно создать ни в каких других лесах земного шара.

Кедровые леса — важный мелиоративный фактор в ландшафте, особенно горном. Они оказывают влияние на термический режим территории — сток вод от весеннего снеготаяния растягивается до первой половины лета. Большое количество осадков (700—1000 мм в год) и незначительный поверхностный сток, характерные для пояса кедровых лесов, обеспечивают непрерывное питание рек и сглаживание в них высоты паводков.

Таким образом, большое водоохранное значение кедровых лесов и высокая производительность занятых ими угодий могут быть использованы при улучшении ландшафта. Поэтому изучение фенологии этой замечательной по-

роды чрезвычайно для нас важно. На графике (стр.124) показан период активной жизни и темпы сезонного развития кедра с 1 мая по 15 июля в высотных поясах гор северо-западного Алтая (на примере Бачелакского хребта). Рисунок отражает средние условия развития кедра, которым соответствовали средний урожай семян, удовлетворительное развитие озоми (урожай будущего года) и генеративных почек.



Кедр сибирский



Сказочно красиво зимой Малоалмаатинское ущелье.

Фото ТАСС



Кедровые парковые леса горного Алтая — лучшее место для отдыха

Наступление фенологических фаз у кедра в кедровом и субальпийском поясах по сравнению с поясом светло-хвойных лесов запаздывает соответственно на 5—10 и 12—17 дней. Это связано с неодновременным наступлением определенного оптимума тепла, необходимого для развития каждой фазы, с повышением абсолютной высоты. Вегетация кедра в поясе светло-хвойных лесов наступает на 8—10 дней позднее полного схода снежного покрова. В кедровом поясе она начинается на 14 и в субальпийском — на 24 дня раньше, чем полностью стает снег.

Наступление отдельных фенологических фаз у кедра характеризуется общими для всех высотных поясов термическими критериями. Так, активная жизнь (начало сокодвижения) фиксируется со времени перехода устойчивых максимальных температур воздуха через 10° и среднесуточных температур почвы на глубине 20 см через 5° . Развертывание почек начинается при устойчивых минимальных температурах воздуха выше 0° . С переходом устойчивых максимальных температур воздуха через 15° и среднесуточных температур почвы через 10° , а для субальпийского пояса с периодом перехода максимальных температур воздуха через 15° связан прирост верхушечных побе-

гов. Как только максимальные температуры воздуха поднимаются выше 20° , набухают цветочные почки. Массовое цветение начинается при минимальных температурах воздуха более 5° , когда устанавливается устойчивая погода без заморозков. В целом, в поясе кедровых лесов, который занимает среднее положение по высоте, развитие фенологических

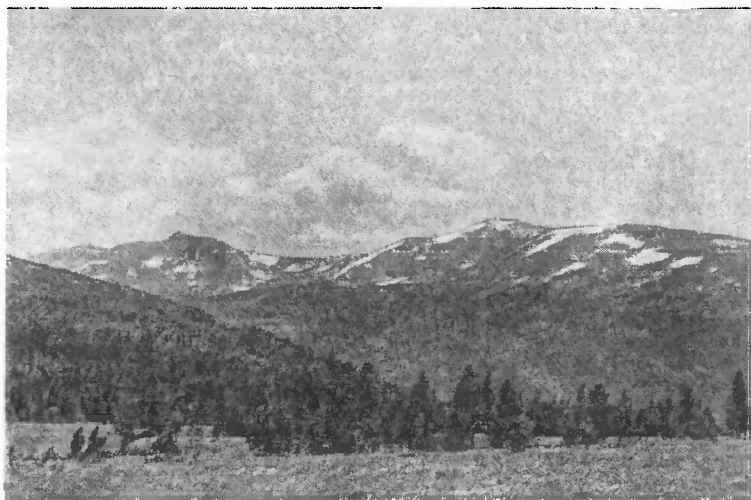
фаз у кедра проходит при более низких минимальных температурах воздуха, чем в ниже- и вышележащих поясах.

Период от начала набухания цветочных почек до конца цветения характеризуется значительной сухостью (редкие дожди и пониженная относительная влажность воздуха в 13 час. для первых двух поясов, показанных на графике).

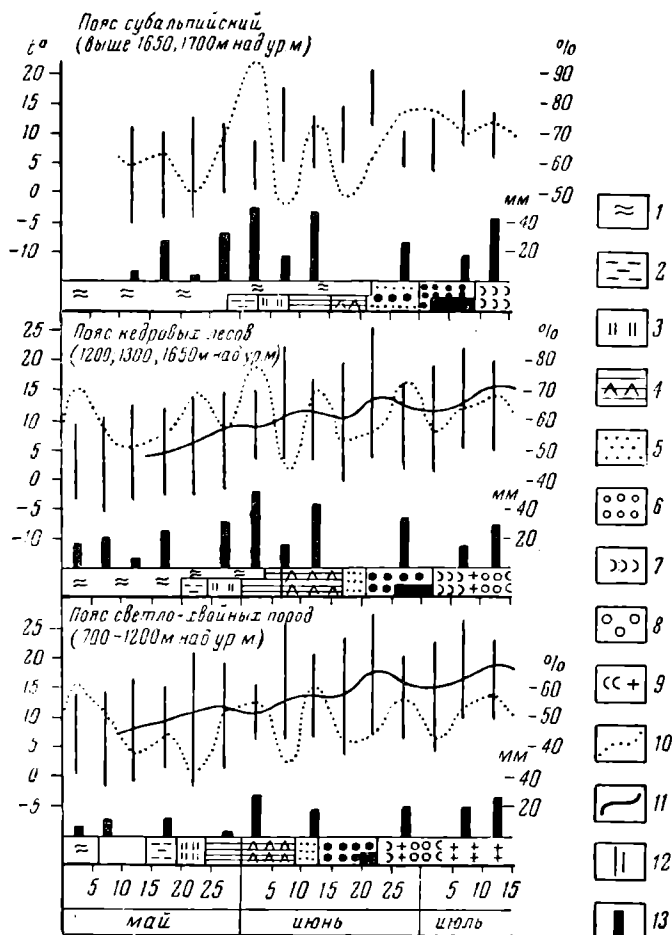
В кедровниках субальпийского пояса набухание мужских и женских цветочных почек чаще происходит одновременно, но период от начала набухания их до начала цветения здесь несколько растянут. Это, очевидно, связано с характерной для высокогорий повышенной относительной влажностью воздуха и большим количеством осадков, а также невысокими максимальными температурами воздуха.

Появление первых кедровых шишек нормальной величины и окраски (начало формирования зародыша в семени) в поясе светло-хвойных и кедровых лесов по времени совпадает с массовым цветением кедра и приходится соответственно на конец июня и конец первой декады июля.

Кедровые леса, представленные небольшими островками в поясе светло-хвойных лесов северо-западного Алтая, начинают вегетировать и цвести (соответственно во второй декаде мая и последней июня) почти одновременно с



Кедровые леса северо-западного горного Алтая



Сезонная жизнь кедров в вертикальных поясах гор северо-западного Алтая: дни со снежным покровом (1); начало вегетации (2); набухание почек (3); распускание почек и начало прироста верхушечных побегов (4); набухание мужских (5) и женских (6) цветочных почек; начало цветения и распускания женских цветочных почек (7); массовое цветение (8); конец цветения и появление первых шишек нормальной величины и окраски (9); относительная влажность воздуха в 13 час. (10); средняя суточная температура почвы на глубине 20 см (11); пятидневные средние температуры воздуха: верхние концы линий — максимальные, с нижние — минимальные (1); количество осадков (13)

пишечки нормальной величины (начало формирования зародыша в семени). В августе семена (орехи) вызревают, и формируются новые генеративные почки. В поясе светлосвойных лесов полное вызревание семян заканчивается в последней декаде августа, в поясе кедровых лесов — в начале сентября и в субальпийском поясе — в середине сентября. Если стоит сухая и теплая осень, рост женских шишечек и полное их одревеснение (подготовка к зиме) в поясах светлосвойных, кедровых лесов и субальпийском заканчиваются соответственно в начале сентября, в последней декаде сентября и в начале октября. При дождливой и холодной погоде в конце сентября и начале октября эти процессы затягиваются. В этом случае морозы губят молодые шишечки, поэтому часты, особенно в субальпийском поясе, неурожаи в кедровых лесах. Семенные годы здесь повторяются лишь через 6—7 лет.

В поясах светлосвойных и кедровых лесов период опадения с деревьев спелых кедровых шишечек длится около 20—25 дней, в субальпийском поясе — 10—15 дней. При этом в поясе светлосвойных лесов он приурочен к последней декаде августа и первой половине сентября, в поясе кедровых лесов — к сентябрю, когда начинаются снегопады; в субальпийском — к концу сентября, т. е. времени, когда в высокогорье ложится устойчивый снежный покров. В последнем случае массовое опадение кедровых шишечек с деревьев обычно предшествует (на 1—2 суток) залеганию устойчивого снежного покрова, или совпадает с ним во времени. Это способствует сохранению опавших шишечек на поверхности земли до весны (наступающей в высокогорье в июне).

Наступление отдельных фенологических фаз у кедров во вторую половину вегетационного периода с подъемом в горы на каждые 400—500 м запаздывает примерно на две недели. Цветение, рост женских шишечек, облиствление, формирование новых ростовых и генеративных почек и вызревание семян проходят в период, когда минимальные температуры воздуха не опускаются ниже 0°, средние суточные температуры воздуха и почвы на глубине 0,2 м — соответственно ниже 5 и 10°. Период вызревания семян характеризуется значи-

вегетацией и цветением кедровых лесов на юге Томской области, в заповеднике «Стобы» (Красноярский край), в равнинных и предгорных районах Иркутской области. В северо-восточном горном Алтае (северное побережье Телецкого озера) кедр начинает цвести несколько раньше, в конце мая или начале июня.

Наступление фенологических фаз у кедров в горах Сибири, в поясе, где преобладают кедровые леса, запаздывает в среднем на одну неделю, а в высокогорье (субальпийский пояс) — более чем на две по сравнению с наступлением их в кедровых лесах предгорий и равнин южной тайги.

Особый интерес представляет вторая половина вегетационного периода кедров сибирского, когда кедровые насаждения проходят важнейшие фазы своего развития: интенсивный рост побегов и женских шишечек (колосков), обли-

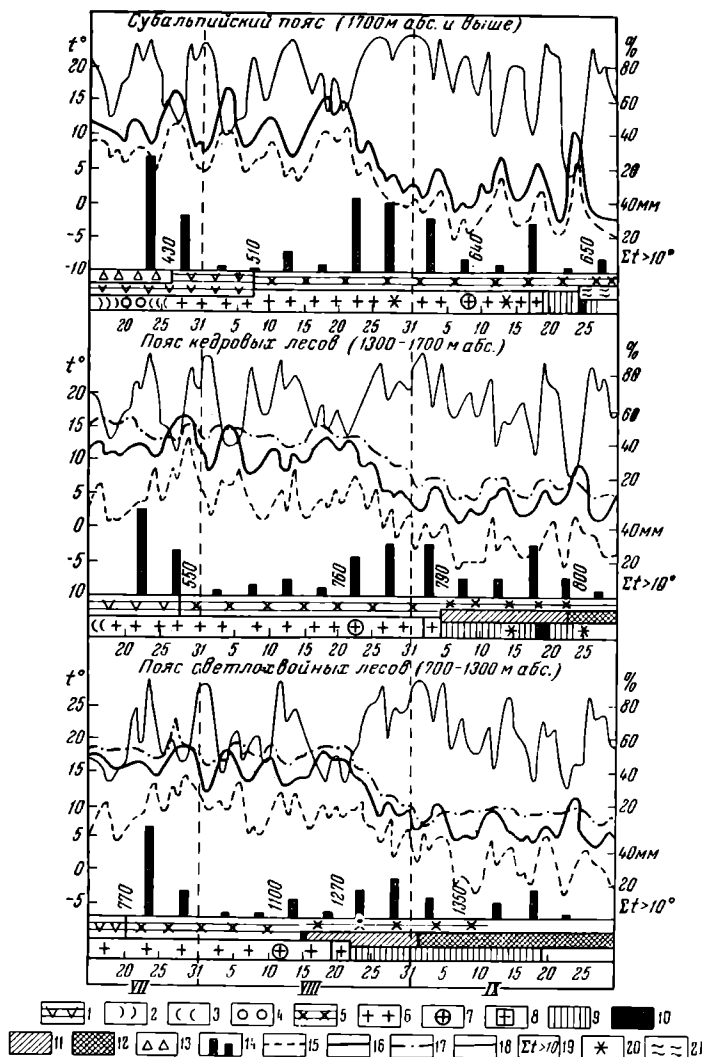
ствление, формирование новых ростовых и генеративных почек, вызревание и опадение семян (см. график на стр. 125).

В кедровниках пояса светлосвойных лесов (700—1300 м абс. выс.), в середине июля у основания молодых веточек можно обнаружить усыхающие мужские колоски, которые отцвели несколько недель тому назад. В последней декаде июля на отдельных деревьях кедров начинают формироваться новые ростовые почки. Выше в горах, в поясе кедровых лесов (1300—1700 м абс. выс.), в это время цветение кедров только заканчивается, а деревья покрываются молодой хвоей. Полное облиствление кедровых лесов здесь наступает в конце июля. В субальпийском поясе (выше 1700 м абс. выс.) кедр цветет во второй половине июля. В конце месяца на отдельных деревьях можно обнаружить

тельной сухостью: малым количеством осадков (за август не выше 80—100 мм), пониженной относительной влажностью воздуха, часто опускающейся ниже 40% в 13 часов, и высокими устойчивыми среднесуточными температурами воздуха (около 10°). В поясе кедровых лесов для полного вызревания кедровых орехов требуется сумма активных температур воздуха (выше 10°) около 800°, в субальпийском — не менее 640°. В годы, когда сумма активных температур воздуха в этих поясах не достигает таких значений, вызревание орехов и формирование генеративных почек у кедра происходят неудовлетворительно. С подъемом в горы количество дней, необходимых для полного вызревания кедровых орехов, увеличивается от 73 в поясе светлохвойных лесов до 87 дней в субальпийском поясе. Это вызывается уменьшением количества тепла по мере возрастания высоты.

Наилучший гидротермический режим, который обуславливает высокую семенную продуктивность кедровых лесов в горах, отмечается в поясе светлохвойных лесов, особенно в его верхней части (от 900 до 1300 м абс. выс.), где количество тепла и влаги достаточно, и летом не бывает заморозков. Выше, в горах, избыточное увлажнение и частые заморозки летом, особенно в период цветения кедра и формирования генеративных почек, снижают урожайность кедровых насаждений. Поэтому в среднегорной части Северо-Западного Алтая и других районах Южной Сибири (в пределах высот от 700 до 1300 м абс. выс.) можно планировать различные агротехнические мероприятия. Но, к

Ф. Я. Шипунов
Москва



Темпы и сроки сезонного развития кедровых насаждений в горах. Фенологические фазы: облиствение (1), начало (2) и конец (3) цветения; массовое цветение (4), формирование ростовых и генеративных почек (5), вызревание семян (6), первые спелые шишки (7), полное вызревание семян (8), опадение шишек с деревьев (9), массовое опадение шишек с деревьев (10), начало одревеснения (11) и полное одревеснение женских шишечек — колосков (12), бурный прирост однолетних шишек озими (13). Метеорологические элементы: осадки по пентадам (14), минимальные температуры воздуха (15), среднесуточные температуры воздуха (16) и почвы на глубине 0,2 м. (17), относительная влажность воздуха в 13 часов (18), сумма активных температур (19), первые снегопады (20) и залегание устойчивого снежного покрова (21).

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ НА СЕВЕРНОМ КАВКАЗЕ

Данные об атмосферных осадках широко используются в практической работе колхозов и совхозов. Они позволяют хозяйству планировать различные агротехнические мероприятия. Но, к

сожалению, в климатических справочниках и специальных монографиях по климату Северного Кавказа обычно, приводятся месячные, сезонные и годовые нормы осадков лишь для отдель-

ных пунктов и районов, что не достаточно для выявления климатических особенностей сложной в физико-географическом отношении территории. Кроме того, такие характеристики позво-

ляют судить лишь о многолетнем среднем режиме выпадения осадков, в то время как фактическая картина пространственного и внутригодового распределения осадков на Северном Кавказе значительно сложнее.

Для учета увлажнения почвы, расчета норм полива и изучения формирования стока очень важны отношения между количеством летних и зимних осадков (К), годовой ход ливневых и обложных осадков и, наконец, их продолжительность.

Вот значения коэффициента К для некоторых пунктов Северного Кавказа (в числителе указана норма осадков за теплый период с апреля по октябрь включительно, в знаменателе — норма за холодный период с ноября по март включительно):

$$\text{Ростов на Дону } K = \frac{318}{174} \approx 1,8$$

$$\text{Краснодар } K = \frac{374}{234} \approx 1,5$$

$$\text{Элиста } K = \frac{247}{102} \approx 2,4$$

$$\text{Астрахань } K = \frac{115}{60} \approx 1,9$$

$$\text{Сочи } K = \frac{1046}{1047} \approx 1,0$$

$$\text{Ачишко } K = \frac{1305}{1312} \approx 1,0$$

$$\text{Орджоникидзе } K = \frac{699}{138} \approx 5,0$$

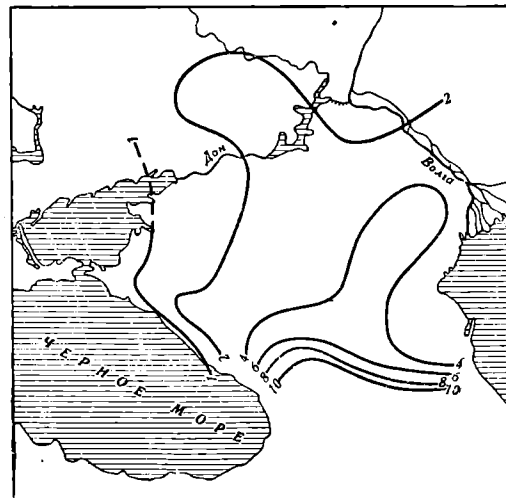
$$\text{Советское } K = \frac{470}{79} \approx 5,9$$

$$\text{Нахас } K = \frac{834}{114} \approx 7,6$$

$$\text{Кардоникская } K = \frac{716}{64} \approx 11,0$$

Анализ внутригодового распределения осадков по территории Северного Кавказа свидетельствует о преобладании летних осадков над зимними. Однако величина их отношения (коэффициент К) в пределах изучаемой территории довольно сильно изменяется (см. рис.). Величина К для всей территории больше единицы, а в равнинной части близка к 2. Такое же значение этот коэффициент принимает и для предгорной части Краснодарского края, в то время как по 42, 44, 46 меридианам (в районе северных склонов Большого Кавказа) К резко возрастает до 7—11. Это означает, что летом здесь осадков выпадает в 7—11 раз больше, чем зимой. На южных склонах и Черноморском побережье Кавказа коэффициент К близок к 1.

Схематическая карта изменения коэффициента «К» на Северном Кавказе



Ливневые осадки на Северном Кавказе в холодной половине года или ничтожны или отсутствуют вовсе, в летнее время они достигают максимума. Обложные осадки имеют обратный ход: в теплый период года их количество минимально, максимума они достигают в осенне-зимний период.

Крайне неравномерно распределяются по территории Северного Кавказа не только годовые количества осадков, но и в отдельности теплого и холодного периодов. Обложные зимние осадки довольно быстро убывают с запада на восток. Свообразно распределяются и ливневые осадки. Большое их количество отмечается в предгорной и особенно в горной части. Потом к северу оно убывает и снова начинает расти в Ростовской области. Если рассматривать изменение годовых сумм ливневых осадков в широтном направлении, то от центральной части Северного Кавказа к западу и востоку наблюдается уменьшение их количества. Таким образом на Северном Кавказе получается как бы шахматное распределение зон с ливневыми осадками. Причина такой «пятнистости» объясняется различиями в высоте и неровностями местности. В этом отношении интересны наблюдения В. Н. Тервинского в районе Пимлянского водохранилища. Он отметил, что когда летом на водохранилище начинают надвигаться кучевые и грозовые облака с запада, то над водой они как бы «тают» и небо очищается. Объяснить это явление можно нисходящими движениями, воз-

никающими в значительной толще тропосферы при переходе с суши на обширную водную поверхность. Проанализировав материалы метеорологических наблюдений до и после создания водохранилища, В. Н. Тервинский пришел к выводу, что летом над водохранилищем облака стали появляться реже, уменьшилось и количество атмосферных осадков (за летний период на 40%). Нам представляется, что малое количество осадков на Таманском полуострове и в степном Крыму (300—350 мм) по сравнению со степными равнинами западной части Северного Кавказа обусловлено тем же эффектом. Над Азовским морем так же выпадает мало осадков.

Наблюдениями установлено, что средняя продолжительность осадков за весь теплый период колеблется в широких пределах: от 50—100 час. в Прикаспийской низменности до 500—700 час. на северных склонах Большого Кавказа. В равнинной части рассматриваемой территории средняя продолжительность осадков составляет от 150 до 250 час. Летние ливневые осадки бывают кратковременными, но в течение суток могут повторяться несколько раз. Если считать каждый отдельный дождь за один случай, то в среднем за июнь в Ростове-на-Дону бывает их 18. Однако от года к году эта цифра резко колеблется. В Ростове-на-Дону бывали июни, когда был или только один дождь или 30.

С. А. М а л и к

Кандидат географических наук
Ростов-на-Дону

АНОМАЛИИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ И РАДИАЦИОННЫЕ ПОЯСА ЗЕМЛИ

В редакцию журнала «Природа» обратился читатель Н. А. Хлебников с просьбой рассказать о Бразильской магнитной аномалии и причине повышенного уровня излучения в этой области.

Магнитное поле Земли можно представить приблизительно в виде поля однородного прямого магнита, ось которого наклонена к

оси вращения нашей планеты под углом $11,5^\circ$ и проходит на расстоянии 300—500 км от ее центра. Еще в конце прошлого века исследователи обратили внимание на неоднородный характер магнитного поля Земли. Накопленный с тех пор громадный материал дал возможность многим исследователям построить маг-

нитные карты, где был обнаружен ряд областей, в которых напряженность магнитного поля Земли отличается от теоретической. Всего таких областей шесть. Наиболее интенсивна и правильна по форме — Восточно-Азиатская материковая аномалия. Она охватывает весь азиатский и часть европейского материка.

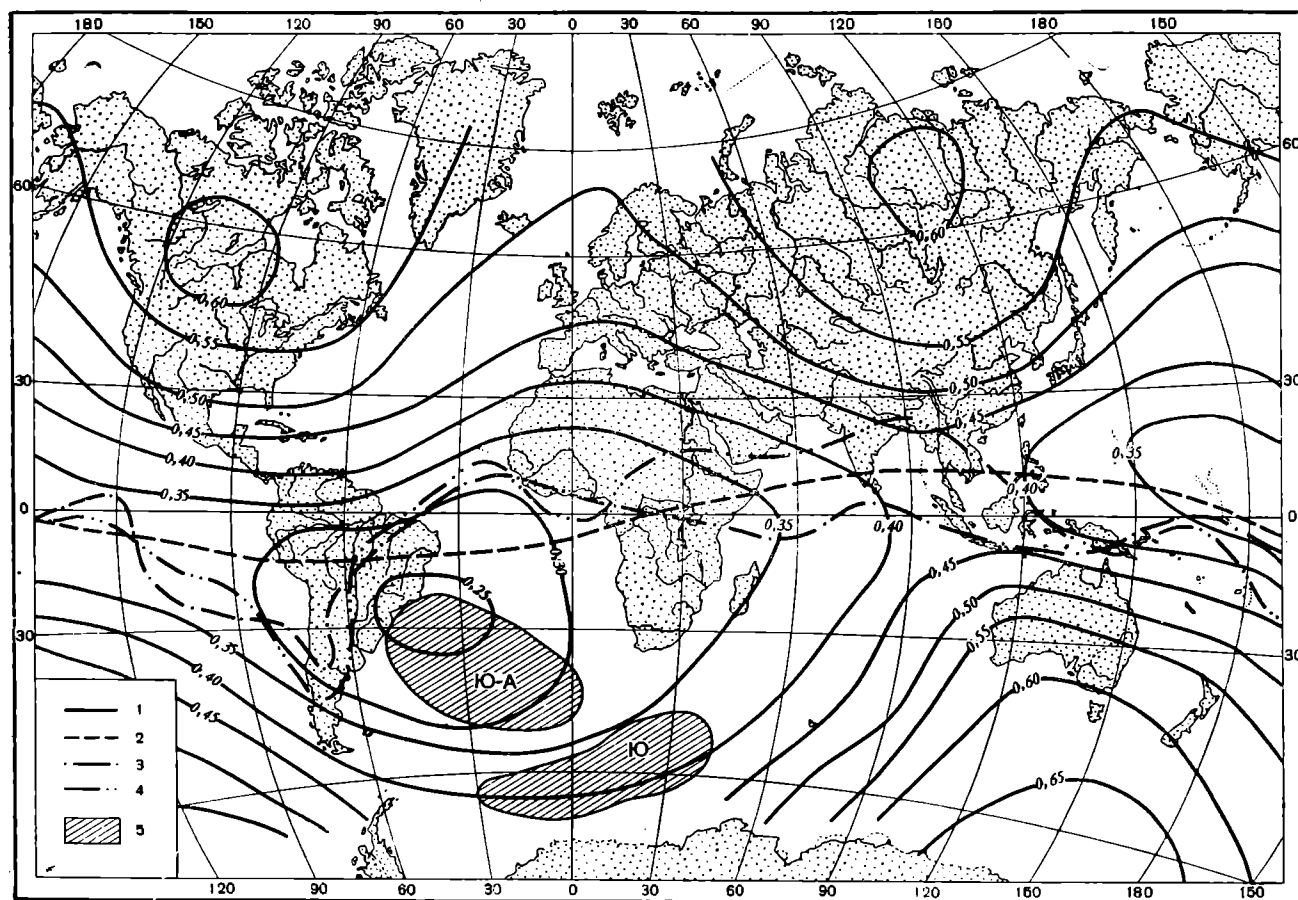


Рис. 1. Карта распределения напряженности магнитного поля по поверхности Земли. Отмечены центральные области Южной (Ю) и Южно-Атлантической (Ю — А) аномалий: 1 — линии равной напряженности геомагнитного поля; 2 — геомагнитный экватор; 3—4 — линии минимальной интенсивности («экватор излучения») по измерениям на 2-ом и 3-ем космических кораблях; 5 — районы аномалий



Рис. 2. Орбиты частиц в геомагнитном поле (расчеты Штермера, 1913 г.); А и В — орбиты частиц, пришедших в радиационный пояс соответственно под большими и малыми углами к направлению локального магнитного поля

Так называемая Бразильская аномалия начинается вблизи северо-восточной части Южной Америки, пересекает Атлантический океан в направлении южной оконечности Африки и занимает обширную площадь земной поверхности в районе Кейптауна (рис. 1). Таким образом, эту аномалию правильнее называть Южно-Атлантической. По сравнению с нормальным полем она отличается пониженной напряженностью. Кроме того, крупная аномалия наблюдается в южной части Индийского океана, вблизи Антарктики. Однако эта аномалия, по всей вероятности, распадается на две отдельные части. Остальные аномалии менее интенсивны, но отчетливо выделяются. Они расположены в Северной Америке, в северной части Тихого океана и в районе Испании.

Современная теория земного магнетизма не дает определенного ответа на вопрос о происхождении аномалий типа Южно-Атлантической. Известно, что многие геомагнитные явления (магнитные бури, полярные сияния и др.) зависят от геомагнитной широты, а материковые аномалии имеют ярко выраженный локальный характер. По-видимому, они вызваны намагниченностью каких-то пород, залегающих в районах аномалий, или же вихревыми токами, которые могут создавать локальные поля, искажающие основное поле Земли. Нерешенным остается также вопрос о глубине залегания этих пород или токов. Некоторые исследователи считают глубину залегания весьма большой — порядка половины или трети радиуса Земли, другие, наоборот, относительно малой — порядка сотен километров.

В последние годы благодаря исследованиям, проведенным при помощи искусственных спутников Земли, советским и американским ученым удалось обнаружить и изучить так называемые радиационные пояса Земли. Как известно, они представляют собой зоны повышенной интенсивности заряженных частиц довольно высокой энергии. Эти частицы не достигают поверхности Земли, оставаясь в «ловушке» ее магнитного поля на высоте порядка нескольких сотен километров от ее поверхности или выше (рис. 2). Открытие радиационных поясов вновь привлекло внимание исследователей к Южно-Атлантической аномалии. Дело в том, что магнитное поле действует на заряженные частицы как магнитный анализатор, отклоняя их на большие или меньшие углы в зависимости от энергии (скорости) частицы. При уменьшении поля его отклоняющее действие ослабевает. Именно этим объясняется повышенная интенсивность излучения в районе Южно-Атлантической аномалии, где напряженность геомагнитного поля понижена. Измерения, проведенные на втором советском космическом корабле-спутнике в 1960 г., показали, что в районе Южно-Атлантической аномалии внутренний радиационный пояс опускается до высоты около 300 км над поверхностью Земли. На той же геомагнитной широте в Северном полушарии Земли внутренний пояс находится на большей высоте, так как напряженность магнитного поля здесь выше, чем в аномальной области. Таким образом, повышенная интенсивность заряженных частиц в области Южно-Атлантической аномалии обусловлена неоднородностью геомагнитного поля.

Опускание радиационных поясов над отдельными участками поверхности Земли представляет большой интерес для теории земного магнетизма. Изучение этого явления очень важно и для обеспечения безопасности космических полетов.

Л. И. Мирошниченко
Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн
АН СССР (Москва)

В НОМЕРЕ:

Заметки, наблюдения. Столбы гало над фонарями. А. Д. Заморский (89). Благодарный лавр. О. В. Гиндич (110). Палеонтология и бионика. Г. С. Альтов (111). Загадочное поведение жуков-дровосеков. Л. М. Орлов (126).

Новости, события, факты. Искусственная молния (109). Певчие птицы как объект кулинарурии. Н. Н. Дроздов (112). Прямое преобразование ядерной энергии в электрическую. Е. А. Коптелов (113). Вода из камня и полеты на Луну (113). Метеориты и астероиды (113). Стрептомицин и генетический код (114). С-Р-инвариантность не сохраняется? (115). Лазер и паутина (115). Сверхпроводящие полупроводники (115). Подводное течение в Индийском океане (116). Багровые закаты (116). Соединения галлия. Ф. М. Перельман (117). «Под» (117). Всемирный конгресс почтоведения (118). Подводные «небоскребы» (118). Электронная рыбная ловля (120). Белки в молекуле (121). Необычайная продуктивность ржано-пшеничных гибридов. А. И. Корвин, М. И. Хабардин (121). Использование впадины Каттары (122). Открытый резонатор для миллиметровых волн (122). Окись этилена и цветы (122). Галактические магнитные поля (122). Биоволокно (123).

Книжки. Ценный труд эволюлога (Жан-Анри Фабр. Жизнь насекомых). Н. А. Гейда (124). Основы радиоэлектроники (Академик М. В. Шулейкин. Электронные лампы). В. Н. Дулин (125). Коротко о книгах (33, 44, 66, 126, 129).

Фильмы. Экран — большой химии. Е. Э. Мандельштам 127.

Календарь природы. Кедр в горах северо-западного Алтая. Ф. Я. Шипунов (130). Распределение атмосферных осадков на Северном Кавказе. С. А. Малик (133).

Ответы на вопросы читателей. Аномалии магнитного поля и радиационные пояса Земли. Л. И. Мирошниченко . . 135

Художественный редактор З. К. Тарасенко

АДРЕС РЕДАКЦИИ: Москва, Центр, ул. Грибоедова, 4, тел. К-5-60-28, Б-8-06-72

Подписано к печати 15/X-64 г.
Уч.-изд. л. 13,38 л

Т-15029
Бум. л. 4.

Формат бумаги 84×108¹/₂.
Тираж 20000 экз.

Печ. л. 13,12+2 вклейки
Зак. 1131

2-я типография издательства «Наука». Москва. Шубинский 40. 10

ПРОДОЛЖАЕТСЯ
ПОДПИСКА
НА 1965 ГОД
НА ПОПУЛЯРНЫЙ
ЕСТЕСТВЕННО-
НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
АКАДЕМИИ
НАУК СССР

„ПРИРОДА“

В 1965 году журнал публикует статьи ведущих ученых о новых исследованиях по физике атомного ядра и атомной энергии, о современных проблемах химии, астрономии, радиоастрономии, астронавтики, кибернетики, биологии, о новых работах советских геологов, физиологов, ботаников, зоологов и др.

Читатели, интересующиеся естествознанием, любящие природу, найдут в журнале разнообразный материал в разделах „Охрана природы“, „В лабораториях ученых“, „В лаборатории природы“, „Наука — сельскому хозяйству“, „Богатства недр“, „На карте мира“, „Родная страна“, „Гипотезы“, „Экспедиции“, „Новости, события, факты“, „Заметки, наблюдения“, „Ответы на письма читателей“ и др. Будут напечатаны оригинальные материалы о заповедниках, ботанических садах и редких памятниках природы нашей страны.

Объем журнала — 8 печатных листов (128 стр.), в номере 80—100 иллюстраций, 2—3 цветные вкладки.

Розничная продажа журнала ограничена и журнал распространяется главным образом по подписке.

ПОДПИСНАЯ ЦЕНА:

на 12 месяцев . . . 8 р. 40 к.
на 6 месяцев . . . 4 р. 20 к.

70 коп.

**ИНДЕКС
70707**



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»