

ПРИРОДА

3.72



Ежемесячный
популярный
естественнонаучный
журнал
Академии наук СССР

ПРИРОДА

Основан в 1912 году



Издательство
«Наука»
Москва



Главный редактор
академик
Н. Г. БАСОВ

Доктор физико-математических наук
Е. В. АРТЮШКОВ

Академик
Б. Л. АСТАУРОВ

Доктор биологических наук
А. Г. БАННИКОВ

Академик
А. И. БЕРГ

Академик
А. П. ВИНОГРАДОВ

Зам. главного редактора
доктор физико-математических наук
В. М. ГАЛИЦКИЙ

Член-корреспондент АН СССР
Б. Н. ДЕЛОНЕ

Доктор физико-математических наук
С. П. КАПИЦА

Академик
Б. М. КЕДРОВ

Академик
И. К. КИКОИН

Член-корреспондент АН СССР
Н. К. КОЧЕТКОВ

Член-корреспондент АН СССР
В. Л. КРЕТОВИЧ

Доктор физико-математических наук
Б. В. КУКАРИН

Доктор философских наук
Г. А. КУРСАНОВ

Академик
К. К. МАРКОВ

Доктор философских наук
Н. Ф. ОВЧИННИКОВ

Ответственный секретарь
В. М. ПОЛЫНИН

Зам. главного редактора
Доктор геолого-минералогических наук
Ю. М. ПУЩАРОВСКИЙ

Зам. главного редактора
доктор биологических наук
А. К. СКВОРЦОВ

Доктор геолого-минералогических наук
М. А. ФАВОРСКАЯ

Зам. главного редактора
кандидат технических наук
А. С. ФЕДОРОВ

Доктор биологических наук
К. К. ФЛЕРОВ

Доктор биологических наук
Н. ФОРМОЗОВ

Академик
М. М. ФРАНК

Член-корреспондент АН СССР
В. Е. ХАИН

Академик
Н. В. ЦИЦИН

Доктор географических наук
Л. А. ЧУБУКОВ

Академик
В. А. ЭНГЕЛЬГАРДТ

Доктор биологических наук
А. В. ЯБЛОКОВ

Программа на многие десятилетия.		Была ли у Коперника обсерватория?	
Б. М. Кедров	2	И. Классен	92
Получение металлического водорода.		Комментарии к статье И. Классена.	
Л. Ф. Верещагин, Р. Г. Архипов	9	Е. Рыбка	94
Запах свежего воздуха.		Поведение птиц и самолеты.	
М. Т. Дмитриев	13	В. Э. Якоби	94
Современные движения земной коры.		Антропогенные оползни.	
А. А. Никонов	24	В. С. Курдюков	96
Таинственный остров Лорд-Хау.		Человек и дикий олень на Таймыре.	
М. А. Ахметьев	33	В. Д. Скробов	98
Наука об организации и организация науки.		НОВОСТИ НАУКИ	100
А. А. Малиновский	42	КНИГИ	
Химия «невозможного».		Русская география за тысячу лет.	
Б. Вегель	50	Я. М. Свет	110
К статье Б. Вегеля «Химия невозможного».		Второе открытие Гёте.	
Н. К. Кочетков	58	Ю. А. Шрейдер	112
Природные алмазы.		Жизнь и путешествие Хейердала.	
В. С. Трофимов	60	И. Б. Шишкин	114
П. Дирак — лауреат премии Роберта Оппенгеймера.		Новые книги	116
Б. Курсунглу	67	ЗАМЕТКИ, НАБЛЮДЕНИЯ	
Развитие квантовой теории.		Предполагаемые метеоритные кратеры.	
П. Дирак	68	Кратер близ Ладожского озера.	
НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ		Е. В. Боровкова	119
Хромосомы диких баранов и происхождение домашних овец.		Кратер на Енисейском кряже.	
Н. Н. Воронцов,		Н. К. Михняк	119
К. В. Коробицына, Ч. Ф. Надлер,		Кратер в Подмоскowie.	
Р. Хофман, Г. Н. Сапожников,		А. К. Станюкович	120
Ю. К. Горелов	74	РЕДАКЦИОННАЯ ПОЧТА	
Мумии: легенды и факты.		О счете столетий.	122
К. Ф. Блинова, Н. В. Сыровежко,		Леопард? Нет гепард!	122
Г. П. Яковлев	82	Выпадает ли град ночью?	123
Пеликаны на озере Маныч-Гудило.		В КОНЦЕ НОМЕРА	
Б. А. Казаков, И. М. Языкова	86	Копенгагенский «Фауст».	124
Заход солнца в зоне миража.		Вступление, перевод и комментарии Г. Л. Варденги	
И. А. Гальперин	88		
О наблюдении метеоролога			
И. А. Гальперина.			
А. Д. Заморский	90		

Оформление П. Г. АБЕЛИНА
Художественный редактор Д. И. СКЛЯР
Корректоры: Ю. И. ГЛАЗУНОВА,
Л. А. ЛЕДНИКОВА

Адрес редакции: Москва, Ж-127,
ул. Осипенко, 52, тел. 231-76-80; 231-71-60.

Подписано к печати 21/II-1972 г. Т-03854
Формат бумаги 84×108/16
Уч.-изд. л. 17,8. Усл. печ. л. 13,44
Зум. л. 4+1 вкл. Тираж 51000 экз. Зак. 12
2-я типография издательства «Наука»
Москва, Г-99, Шубинский пер., 10.

На первой странице обложки. Бриллиант весом 25,52 карата. Алмазный фонд СССР. См. статью В. С. Трофимова «Природные алмазы», стр. 60.

На второй странице обложки. Изображение звездного неба на камне. Гегамские горы (Армения). См. заметку «Астрономические наскальные рисунки Армении», стр. 107.

Фото П. Погосяна
На четвертой странице обложки. Пеликан кормит птенца. См. статью Б. А. Казакова и И. М. Языковой «Пеликаны на озере Маныч-Гудило», стр. 86.

Фото Н. А. Бохонова.

При перепечатке ссылка на журнал «ПРИРОДА» обязательна.

Редакция рукописей не возвращает.

Программа на многие десятилетия

Академик Б. М. Кедров

Современные естествоиспытатели найдут (если сумеют искать и если мы научимся помогать им) в материалистически истолкованной диалектике Гегеля ряд ответов на те философские вопросы, которые ставятся революцией в естествознании и на которых «сбиваются» в реакцию интеллигентские поклонники буржуазной моды.

В. И. Ленин. О значении воинствующего материализма.

Рождение статьи

Полвека назад В. И. Ленин написал статью «О значении воинствующего материализма», которая по праву считается его философским завещанием. О том, когда была написана эта статья, рассказала Н. К. Крупская в статье «О Ленине», имеющей подзаголовок «Воспоминания, связанные со статьей Ленина «О значении воинствующего материализма». С 6 по 25 марта 1922 г. Ленин отдыхал в Корзинкине, около села Троицко-Лыково под Москвой. Очевидно, он захватил с собой только что вышедший первый (сдвоенный) номер нового журнала «Под знаменем марксизма», один из материалов в котором датирован 27 февраля 1922 г. Значит, номер вышел в свет не раньше первых дней марта. Следовательно, и ленинская статья, датированная 12 марта 1922 г., была написана в Корзинкине под свежим впечатлением только что прочитанного номера нового журнала.

Н. К. Крупская вспоминает, о чем она беседовала с Лениным во время их совместных прогулок в те мартовские дни 1922 г. «На прогулках мы много разговаривали с Ильичем на антирелигиозные темы. Приближа-

лась весна, набухали почки, мы с Ильичем ходили далеко в лес по насту. Снег размяк, но сверху покрылся ледяной коркой, можно было идти, не проваливаясь. Ильич говорил тогда о Древсе, о Синклере, о том, как вредна поверхностная, наскокистая антирелигиозная пропаганда, всякая вульгаризация, как важно увязывать ее с естествознанием, с достижениями техники, вскрывать классовые корни религии»¹.

Говоря о статье, которая была написана Лениным в те же самые дни, Крупская свидетельствует: «Советы, которые дает Владимир Ильич в статье о воинствующем материализме сотрудникам журнала «Под знаменем марксизма», как работать над Гегелем, включает в себе горячее, хотя и не высказанное до конца пожелание, чтобы та работа, которую продлевал сам Ильич в области философии и ее популяризации, нашла своих продолжателей. Весной 1922 г. уже чувствовал Ильич, что силы его уходят, и хотелось ему, чтобы работа не оборвалась»².

В другом месте своих воспоминаний Н. К. Крупская снова отмечала:

«Как поставить изучение диалектики Гегеля с материалистической точки зрения, об этом писал Ленин на основе собственного опыта»¹.

Этот «собственный опыт» Ленин приобрел в начале первой мировой войны, когда он очутился в Швейцарии и в течение полутора лет работал над сочинениями Гегеля в одной из библиотек Берна. Результаты проделанной Лениным гигантской работы опубликованы теперь в его «Философских тетрадах»; эти материалы, по словам Крупской, «вскрывают весь процесс мысли Ленина при проработке им основных произведений Гегеля, вскрывают, как применял он метод диалектического материализма к изучению Гегеля, как тесно связывал он это изучение с углубленным изучением высказываний Маркса, с умением превратить марксизм в руководство к действию в самых различных условиях»².

Эти свидетельства самого близкого Ленину соратника и друга говорят о том, что в статье «О значении воинствующего материализма» было нечто такое, что было связано с предстоящей работой автора и но-

¹ Н. К. Крупская. О Ленине. Изд. 3-е, М., 1971, стр. 57.

² Там же, стр. 59.

¹ Н. К. Крупская. О Ленине, стр. 255.

² Там же, стр. 256.

сило отчасти автобиографический характер. Поэтому, чтобы понять более ясно, что имел в виду Ленин или что он мог иметь в виду, говоря о том, что материалистически истолкованная диалектика Гегеля может помочь естествоиспытателям найти ответы на философские вопросы, поставленные «новой» революцией в естествознании, нужно обратиться к тому ленинскому наследию, которое заключено в «Философских тетрадах».

Но прежде—несколько слов о первом-втором номере журнала «Под знаменем марксизма», ответом на который непосредственно и явилась ленинская статья, помещенная в следующем, третьем номере журнала. Кое-что в новом журнале Ленину понравилось, и он об этом сказал в своей статье. Но многое, причем касающееся самого важного и главного, вызвало у него отрицательную реакцию и желание исправить допущенные журналом ошибки и неправильные тенденции. Это касалось вводной статьи «От редакции», особенно же—письма Троцкого, а также рецензии А. К. Тимирязева на книгу Эйнштейна о теории относительности.

Что же общего было во всех этих трех столь, казалось бы, различных между собой материалах? Общим было то, что в каждом из них (и у всех вместе) нацело отсутствовало всякое упоминание о диалектике. Даже слово «диалектика», «диалектический» никто из авторов ни разу не употребил, как будто можно было говорить только об одном материализме, полностью обходя вопрос о диалектическом методе мышления. У Троцкого, как известно, диалектика издавна была заменена чистейшей метафизикой, ждать от него даже ссылки на диалектику было бы напрасно. Редакция же журнала, в свою очередь, считала, по-видимому, достаточным призвать в общей форме бороться за воинствующий материализм и становиться под знамена марксизма, а диалектику либо упускала вообще из виду, либо связывала ее с гегелевским идеализмом, с «гегельянщиной», с которой, дескать, не к лицу связываться настоящим материалистам. Что же касается А. К. Тимирязева, то ему, как физику, казалось, что материализм приходит в естествознание сам

с собой, стихийно, благодаря тому что естественные науки широко оперируют экспериментом, а эксперимент, мол, автоматически обеспечивает сохранение ученого на позициях материализма и предохраняет его от скатывания в идеализм. Ни о какой диалектике у А. К. Тимирязева не было и речи; вместо нее, по сути дела, А. К. Тимирязев защищал чисто позитивистские позиции. А к тому же на основании неправильных критериев, не имевших ничего общего ни с марксизмом, ни с материализмом вообще как философским учением, Тимирязев объявил теорию относительности идеалистической, а ее автора, А. Эйнштейна, идеалистом по той причине, что эта теория носит чрезвычайно абстрактный характер и не связана с непосредственным экспериментом, а также не согласуется со «здоровым рассудком».

Рецензия А. К. Тимирязева была единственной статьей первого номера нового журнала, которая касалась вопросов естествознания, поэтому нам придется на ней остановиться несколько подробнее, чем на других статьях того же номера.

Ленинская статья родилась в очень сложных исторических условиях: страха только-только вступала в период созидания нового, социалистического общества после нескольких лет изнурительной гражданской войны, непрерывных волнений и восстаний. Теперь перед партией коммунистов встали новые огромной важности и, вместе с тем, сложнейшие задачи в области идеологической работы; крайне необходима была ясная, развернутая программа всей этой работы, включая работу по линии марксистской философии и ее связи с естествознанием, по линии борьбы с религиозным дурманом, которая должна была вестись опять-таки при опоре на достижения естественных наук. Такую программу и дал Ленин в своей статье «О значении воинствующего материализма». В ней он настолько далеко вперед предвидел развитие событий, что и сегодня, спустя полвека, эта статья служит основой нашей идеологической работы, в том числе и по линии взаимоотношений между марксистской философией и современным естествознанием.

За сознательность, против стихийности

Марксистское мировоззрение, включающее в себя научный коммунизм, ставит во главу угла сознательное отношение к действительности, а значит, и сознательное отстаивание коммунистических взглядов. С таких позиций Ленин подходил и к естествознанию. Стихийно, в силу того, что материализм как бы само собой присущ всякому нормальному человеку, естествоиспытатели в массе своей стоят на его позициях. Более того, даже если некоторые из них и высказываются иногда в пользу идеализма и агностицизма и даже склоняются к фидеизму, то все равно в своих конкретных исследованиях и публикациях все они так или иначе стихийно проводят материалистический взгляд на мир, на природу, на предмет своего исследования.

Однако эта стихийность материалистических воззрений—отнодь не сильная их сторона, а как раз наоборот—их слабость, причем такая, которая делает их уязвимыми и неспособными активно противостоять напору идеализма и реакции. Стихийность материализма означает его непоследовательность, неизбежность постоянных шатаний, неспособность давать достаточно решительный отпор философскому противнику, который очень тонко и умело ухватывается за слабые стороны стихийного материализма и наносит ему ощутимые удары: на эти удары стихийный материализм оказывается не в состоянии ответить столь же мощным ударом.

Поэтому, как показал Ленин еще в книге «Материализм и эмпириокритицизм», стихийный (или естественно-исторический) материализм недостаточен и должен быть заменен сознательным, философским материализмом, который в состоянии отстаивать свои положения осознанно, а потому и более последовательно, без всяких шатаний и отступлений от материалистических принципов. Только такой, сознательный материализм может одержать действительную победу над идеализмом и поповщиной.

Между тем А. К. Тимирязев, будучи сам механистическим материалистом, считал вполне достаточным для есте-

ствоиспытателей стоять на позициях стихийного материализма. Именно так он понял книгу Ленина «Материализм и эмпириокритицизм», второе издание которой вышло в свет осенью 1920 г., за полтора года до создания журнала «Под знаменем марксизма». В своей рецензии на книгу А. Эйнштейна о теории относительности, которую А. К. Тимирязев объявил идеалистической, он писал: «Отчего же в здоровой науке, где, как указывает тов. Н. Ленин, ученый «стихийно» становится материалистом, возникают такие нездоровые течения? Ответ может быть один: вопросы, связанные с теорией относительности, касаются таких областей, где мы при наших технических средствах еще не можем решить дело лабораторными опытами. А там, где ученый-ествоиспытатель лишается своей единственной верной опоры, ум его очень легко может свихнуться»¹.

Итак, тимирязевский рецепт, гарантирующий ествоиспытателей от скатывания («свихивания») в идеализм, до чрезвычайности прост: делай хорошо свое дело, проводи тщательно эксперименты, не вдаваясь в области, непосредственно недоступные для экспериментального исследования — и ты «стихийно», автоматически, так сказать — самотеклом, окажешься на позициях материализма. Ничего большего А. К. Тимирязев и не считал нужным для ествоиспытателей, причем эту свою откровенно позитивистскую установку он пытался прикрыть ссылкой на авторитет Ленина («как указывает тов. Н. Ленин»).

Мимо этого не мог, конечно, пройти Ленин. Если так превратно мог понять его взгляды А. К. Тимирязев, то следовало внести в этот вопрос полную ясность. Однако сделать это надо было осторожно, дабы не оттолкнуть от марксизма ни самого А. К. Тимирязева, ни других ествоиспытателей, желающих бороться против идеализма и поповщины, желающих открыто и смело защищать материализм, но не умеющих это правильно делать. Ведь Ленин ясно понимал, что для успешной борьбы против идеализма и религии и защи-

ты материализма как воздух нужен прочный, творческий союз между марксистской философией и естествознанием. Выступление А. К. Тимирязева в новом журнале было в этом отношении первой ласточкой, хотя и не вполне удачной. Но важен был сам факт: ественник выступил в защиту материализма на страницах философского марксистского журнала. А посему этого ественника надо было не ругать за ошибки, а, напротив, всячески поддержать его выступление против реакционного мирозерцания, поправив при этом его выступление, указав действительный путь борьбы.

Вот почему, на наш взгляд, Ленин начинает свою критику тимирязевской позиции с одобрения самого факта его выступления в журнале: «Кроме союза с последовательными материалистами, которые не принадлежат к партии коммунистов, не менее, если не более важен для той работы, которую воинствующий материализм должен проделать, союз с представителями современного ествознания, которые склоняются к материализму и не боятся отстаивать и проповедывать его против господствующих в так называемом «образованном обществе» модных философских шатаний в сторону идеализма и скептицизма.

Помещенная в 1—2 номере журнала «Под Знаменем Марксизма» статья А. Тимирязева о теории относительности Эйнштейна позволяет надеяться, что журналу удастся осуществить и этот второй союз. Надо обратить на него побольше внимания»¹.

Интересен тон ленинской статьи: называя имя А. К. Тимирязева, Ленин приветствует факт его выступления на страницах марксистского журнала. А дальше, подвергая критику его ошибочную позицию и исправляя конкретными деловыми замечаниями и советами эту позицию, Ленин делает это безымянно, дабы не задеть своей критикой лично А. К. Тимирязева и как-нибудь не обидеть его. Но именно так и должен был поступить тот, кто призывал философов к союзу с ествоиспытателями: своих союзников надо, конечно, критиковать, ис-

правлять их недостатки и ошибки, но делать надо это очень осторожно, корректно, относясь к ним именно как к союзникам, как к друзьям и товарищам по борьбе, но отнюдь не как к противникам.

К сожалению, этот принцип и самый подход к ествоиспытателям нередко нарушались после смерти Ленина. Это, понятно, вело к ослаблению только что возникшего союза между философами и ествоиспытателями. Только начиная с середины 50-х годов союз между ними был полностью восстановлен и с тех пор крепнет из года в год (лишь в области биологии метод администрирования был ликвидирован с некоторым опозданием в конце 1964 г.)¹.

Дальше Ленин характеризует в своей статье обстановку идеологической борьбы, в том числе и на философском фронте: «Надо помнить,— пишет он,— что именно из крутой ломки, которую переживает современное ествоиспытание, рождаются сплошь да рядом реакционные философские школы и школы, направления и направления. Поэтому следить за вопросами, которые выдвигает новейшая революция в области ествознания, и привлекать к этой работе в философском журнале ествоиспытателей — эта задача, без решения которой воинствующий материализм не может быть ни в коем случае ни воинствующим, ни материалистическим»².

Обрисовав обстановку и поставив основную задачу, Ленин вслед за этим переходит к указанию решающего средства для выполнения поставленной задачи: это средство — сознательное отстаивание ественниками диалектического материализма. Ленин отмечает, что для того чтобы не относиться нейтрально к использованию идеалистами достижений современного ествознания, «мы должны понять, что без солидного философского обоснования никакие естественные науки (значит, и экспериментальные тоже.— Б. К.), никакой материализм (значит, и стихийный,—

¹ «Под знаменем марксизма», 1922, № 1—2, стр. 73.

¹ В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 45, стр. 29.

¹ Подробнее см.: Б. М. Кедров. Ленин и революция в ествознании XX века, гл. 3, М., 1969.

² В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 45, стр. 29.

Б. К.) не может выдержать борьбы против натиска буржуазных идей и восстановления буржуазного мирозерцания. Чтобы выдержать эту борьбу и провести ее до конца с полным успехом, естествовед должен быть современным материалистом, сознательным сторонником того материализма, который представлен Марксом, то есть должен быть диалектическим материалистом»¹.

Здесь сформулирован принципиальный ленинский взгляд, диаметрально противоположный тимиразевскому. Нельзя относиться равнодушно к особенностям современной борьбы в области философии, в ходе которой противник (идеализм) пытается привлечь на свою сторону новейшее естествознание. Здесь недопустима ставка на стихийность и самотек. Сама собой не может быть достигнута победа над врагом; для этого нужно напряжение всех сил, необходимо сознательно становиться на позиции современного, диалектического материализма.

Такова ленинская постановка вопроса. Стержнем ее служит признание, что один материализм — без диалектики — не может одержать верх над идеализмом и скептицизмом. Только в единстве с диалектикой он может разбить врага. Такое единство и осуществлено в диалектическом материализме.

Знать диалектику и уметь ее применять

Ленин любил повторять (вслед за Марксом и Энгельсом), что теория не догма, а руководство к действию. Это полностью относится и к самой диалектике, которая, по словам Ленина, является «душой» марксизма. Так и в данном случае у Ленина речь идет не о заучивании диалектических формул, не о терминологической стороне дела, а о том, чтобы уметь конкретно применять материалистическую диалектику к анализу и решению тех философских проблем, которые выдвигаются прогрессом науки и которые используются, эксплуатируются в своих интересах идеалистами. Поэтому-то и не следует ограничи-

ваться лишь чтением философской литературы, в которой затрагиваются вопросы диалектики: надо уметь применять (каждый раз по-своему, соответственно конкретному материалу или конкретной обстановке) диалектику как метод постановки и решения возникающих задач, в данном случае — в области философских вопросов современного естествознания.

Но как это надо делать конкретно? Вот тут-то и потребовался личный опыт работы Ленина над трудами Гегеля, о чем и вспоминала Н. К. Крупская. Если Ленин смог с таким успехом заняться критической переработкой гегелевской диалектики с позиций материализма, применяя ее потом в самых различных областях науки и революционной практики, то и естествоиспытатели должны идти, по сути дела, тем же самым путем: им нужно, работая над гегелевской диалектикой, искать способы увязывания ее положений с тем, что дает сегодня естествознание, чтобы этим путем находить последовательно материалистические ответы на те философские вопросы, которые на каждом шагу ставит перед ними прогресс их науки. Собственно говоря, так и поступал сам Ленин в начале XX в., когда он писал «Материализм и эмпириокритицизм»; диалектика позволила ему правильно понять то, что происходило в физике под влиянием открытий радиоактивности и радия, электрона и превращения химических элементов, и т. д. И не только понять все эти процессы, но и суметь извлечь из них с помощью диалектики такие далеко идущие следствия, которые осветили пути развития естествознания на многие десятилетия вперед. К числу таких следствий относится прежде всего ленинское предвидение неисчерпаемости электрона. Именно диалектика дала возможность Ленину сделать такое замечательное предсказание, которое полностью подтвердилось в наше время¹.

Нельзя поэтому подходить к диалектике как к чему-то застывшему, словно это скрижали с заповедями или нечто вроде катехизиса. Нельзя ограничиваться лишь чтением геге-

левских сочинений. Надо понять, изучить, осмыслить то, каким образом диалектика может применяться на деле и как она уже не раз применялась Марксом.

В соответствии с этим Ленин наметил конкретный план, как современный естествоиспытатель мог бы стать сознательным последователем марковского, диалектического материализма. Чтобы достичь этой цели, нужно организовать, советовал Ленин, систематическое изучение диалектики Гегеля с материалистической точки зрения, т. е. той диалектики, которую Маркс практически применял и в своем «Капитале» и в своих исторических и политических работах, и применял с таким успехом, что теперь каждый день пробуждения к жизни новых народов и новых классов «все больше и больше подтверждает марксизм»¹.

Такое изучение и такое истолкование гегелевской диалектики невозможно в отрыве от глубокого знакомства с трудами Маркса (а также с трудами Энгельса и Ленина, добавим мы сейчас). «Опираясь на то, как применял Маркс материалистически понятую диалектику Гегеля, — говорил Ленин, — мы можем и должны разрабатывать эту диалектику со всех сторон, печатать в журнале отрывки из главных сочинений Гегеля, истолковывать их материалистически, комментируя образцами применения диалектики у Маркса, а также теми образцами диалектики в области отношений экономических, политических, каких-либо образцов новейшая история, особенно современная империалистическая война и революция, дают необыкновенно много»².

Это и был тот путь соединения диалектики с материализмом, каким шел сам Ленин, создавая свои «Философские тетради». В дальнейшем мы постараемся показать, каким образом и в чем именно материалистически истолкованная диалектика Гегеля может и должна помочь современным естествоиспытателям. Но сначала скажем о том, как нельзя это делать.

¹ В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 45, стр. 29—30.

¹ Подробнее см.: «Природа», 1970, № 4, стр. 40—44.

¹ В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 45, стр. 30.

² В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 45, стр. 30.

Нередко роль диалектики для естествознания толкуется в весьма примитивном, совершенно ненаучном духе. Задача якобы сводится к тому, чтобы научиться подбирать примеры, с помощью которых можно было бы иллюстрировать те или иные законы, принципы и категории диалектики. Дело, согласно подобным представлениям, сводится к тому, чтобы сказать: вот скачок, вот противоречие, а вот отрицание, вот случайность, вот необходимость и т. д. и т. п.— без конца... Между тем ни при каких условиях диалектика как научный метод, как метод исследования и отыскания истины не сводилась, не сводится и никогда не будет сводиться к подобному детски-школярскому занятию. Ибо диалектика есть подлинная наука, и совершенно недопустимо представлять ее на манер игры в примерчики, в подбор иллюстраций к чему бы то ни было.

Ведь подбор примеров — занятие весьма и весьма субъективного характера: понравился пример — бери его, не понравился — отбрось. При таком подходе все сводится к чисто вкусовому отношению к делу. Вот почему, формулируя в «Философских тетрадах» элементы диалектики, Ленин на первое место поставил тот из них, согласно которому должна рассматриваться «сама вещь в ее отношении и в ее развитии»; это и предполагает «объективность» рассмотрения (не примеры, не отступления, а вещь сама в себе)¹.

В другом месте «Философских тетрадей» Ленин отмечает, что примеры — это только пояснения, иллюстрации, но никак не аргумент, не довод, приводимый в пользу или в опровержение того или иного положения. Касаясь углубления познания от внешности явлений к субстанции (сущности), Ленин добавляет: «Двоякого рода примеры должны бы пояснить это: 1) из истории естествознания и 2) из истории философии». Но он тут же уточняет свою мысль, говоря, что не «примеры» здесь должны быть, так как сравнение не есть доказательство, а «квинтэссенция той и другой истории + истории техники»².

В своем фрагменте «К вопросу о диалектике» Ленин развивает эту мысль дальше; отмечая, что единство противоположностей составляет суть диалектики, он говорит: «На эту сторону диалектики обычно (например, у Плеханова) обращают недостаточно внимания: тождество противоположностей берется как сумма примеров («например, зерно»; «например, первобытный коммунизм». То же у Энгельса. Но это «для популярности»...), а не закон познания (и закон объективного мира)»³.

Следовательно, примеры нужны для «популярности» (как пояснения), но сама диалектика и ее законы должны применяться именно как метод научного исследования. Если приводится много примеров, взятых из самых различных областей науки, то это создает только видимость (но не больше, чем видимость!) серьезного обоснования фактами того или иного положения, к которому приведены эти факты (примеры). На самом же деле здесь получается не обоснование фактами, а подмена науки эклектикой и субъективизмом; против такой подмены всегда со всей решительностью и принципиальностью protestовал Ленин.

В работе «Статистика и социология» (1917) он критиковал тех писателей, которые занимаются выдергиванием приемлемых для них примеров: «В области явлений общественных нет приема более распространенного и более несостоятельного, как выхватывание отдельных фактиков, игра в примеры. Подобрать примеры вообще — не стоит никакого труда, но и значения это не имеет никакого, или чисто отрицательное, ибо все дело в исторической конкретной обстановке отдельных случаев. Факты, если взять их в их целом, в их связи, не только «упрямая», но и безусловно доказательная вещь. Фактики, если они берутся вне целого, вне связи, если они отрывочны и произвольны, являются именно только игрушкой или кое-чем еще похуже»⁴.

Очевидно, что не в этом натаскивании и не в подборе примеров к положениям диалектики должно было

состоять, по Ленину, овладение материалистической диалектикой естествоиспытателями.

Диалектика — естествознанию

Главное, что дает диалектика естествоиспытателям, это — умение правильно оперировать научными понятиями. Понятия представляют собой ту логическую форму (форму мышления), в которой резюмируются результаты естественнонаучного опыта, эксперимента. Ленин писал (здесь в кавычках стоят слова Гегеля.— Б. К.): «Диалектика вообще есть «чистое движение мысли в понятиях» (т. е., говоря без мистики идеализма: человеческие понятия не неподвижны, а вечно движутся, переходят друг в друга, переливаются одно в другое, без этого они не отражают живой жизни. Анализ понятий, изучение их, «искусство оперировать с ними» (Энгельс) требует всегда изучения движения понятий, их связи, их взаимопереходов)»⁵.

Дальше Ленин приводит другое гегелевское выражение, в котором заключено то же содержание: «Понять значит выразить в форме понятий»⁶. Ставя вопрос: «В чем состоит диалектика?», Ленин отвечает, что она состоит в том, что «каждое понятие находится в известном отношении, в известной связи со всеми остальными»⁷, а это предполагает взаимосвязь всех без исключения понятий, переходы всех понятий без исключения из одного в другое, относительность и тождество противоположностей между понятиями.

Применительно к естествознанию эти ленинские мысли преломляются прежде всего в смысле раскрытия содержания естественнонаучных понятий (особенно имеющих фундаментальное значение) как сложившихся ранее и требующих своего развития (движения) и пересмотра, а иногда даже полной отмены, так и понятий, возникших в ходе новейшей революции в естествознании. В области кибернетики одним из таких понятий

¹ В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 29, стр. 202.

² Там же, стр. 143.

³ В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 29, стр. 316.

⁴ Там же, т. 30, стр. 350.

⁵ В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 29, стр. 226—227.

⁶ Там же, стр. 231.

⁷ Там же, стр. 179.

служит понятие информации. В физике много внимания было уделено анализу таких коренных физических понятий, как масса и энергия, без чего трудно было разбить неозергетическую концепцию мнимого «превращения» массы (или даже материи) в энергию; анализ обоих названных понятий тем более был необходим, что фундаментальный закон Эйнштейна $E = mc^2$ по-новому раскрывал между ними связь и переход, а явление дефекта массы подводило под эти взаимоотношения между обоими понятиями громадный фактический материал, требовавший своего теоретического объяснения и обобщения. Особенно важно было рассмотрение всего этого вопроса в связи с обнаружением различия между собственной массой (или массой покоя) и массой движения.

Не менее важно было раскрытие содержания и уточнение таких понятий, как вещество и поле (в частности, электромагнитное поле, или свет), что было сделано С. И. Вавиловым, который на этой основе развил общее представление об основных физических видах материи.

Точно так же понятие (или признак) элементарности потребовало своего развития и уточнения в связи с прогрессом физики элементарных частиц и обнаружения у них таких свойств, которые явно не укладывались в прежние представления (например, «странность»).

Такое же положение мы находим и в области химии, где целый ряд кардинальных понятий, начиная с основного понятия химического элемента (и атома), было пересмотрено; теперь его содержание стало определяться через периодический закон Менделеева. Признаки отдельного элемента (его порядковый номер, численно равный значению положительного заряда ядра) вытекают непосредственно из указания того места, которое занимает данный элемент в общей периодической системе всех элементов. Здесь **отдельное** (элемент) определяется через **общее** (общий закон и построенную на этом законе общую систему элементов). Как велико здесь конкретизируется ленинское положение о том, что «противоположности (отдельное противо-

положно общему) тождественны: отдельное не существует иначе как в той связи, которая ведет к общему. Общее существует лишь в отдельном, через отдельное. Всякое отдельное есть (так или иначе) общее. Всякое общее есть (частичка или сторона или сущность) отдельного»¹.

Точно так же обстоит дело с рядом основных понятий ядерной физики (изотопия, «сдвиг» и др.), которые прямо связаны с менделеевской периодической системой элементов и выражают различные ее стороны.

Все такие понятия рассматриваются при их анализе в их возникновении, движении и развитии, в их часто весьма глубоком преобразовании, т. е. рассматриваются диалектически, как этому учил Ленин. С этих позиций удается вскрыть и показать полнейшую философскую и физическую несостоятельность попыток возродить старый энергетизм под новым предлогом, давая неверную трактовку таким физическим процессам, как рождение и аннигиляция пар — частиц и античастиц. Как и в начале XX в., так и сегодня идеалисты производят подмену понятий, с тем чтобы «доказать», будто в одном случае материя рождается, дескать, из энергии или даже вообще из ничего, а в другом случае она превращается в энергию или даже в ничто.

Опровержение идеалистического толкования названных и других физических процессов основывается, в частности, на том, что находят допущенную логическую ошибку, вскрывают софистическую игру в понятия и показывают, в чем состоит правильное оперирование физическими и философскими понятиями, как это и делал в свое время Ленин в «Материализме и эмпириокритицизме».

Совершенно так же обстоит дело в других отраслях современного естествознания, например в биологии. В прошлом веке, в связи с дарвиновским учением, громадное значение имел анализ понятий вида, разновидности, модификации, индивида, связанных с общим представлением об эволюции живой природы (подобно тому как соответствующие понятия в химии и физике связывались с уче-

нием Менделеева о периодическом законе). В нашем веке все эти понятия обогатились новым содержанием, а потому их анализ предполагает сейчас учет их развития. Но наряду с ними выдвинулись новые понятия, связанные прежде всего с генетикой и молекулярной биологией, где их анализ предполагает связь биологии с химией, физикой, кибернетикой, математикой, с соответствующими сторонами явлений, совершающихся в живых существах. В связи с этим на передний план выдвинулись понятия жизни, живого, жизнедеятельности, равно как и целая серия более частных понятий — среды, наследственности, гена, хромосомы, биомолекулы (может ли быть живой одна молекула?).

Сравнительно недавно мы были свидетелями, как в биологии посредством невероятной путаницы понятий и произвольного их толкования выдавалось за прогрессивное учение (причем единственно прогрессивное, единственно материалистическое!) нечто весьма сумбурное и неверное, представляющее собой смесь неоламаркистских (в том числе и психоламаркистских) элементов с некоторыми практическими агроприемами. Достаточно напомнить одно положение, названное «основным законом» развития видов, согласно которому каждый вид, дескать, стремится увеличить свою массу. Не говоря уже о странном выражении «стремится», фигурирующем в этом «законе», основному понятию «масса» можно было, по желанию, приписать по крайней мере четыре различных значения: 1 — масса как общий вес всех представителей данного вида; 2 — масса как средний или наибольший вес отдельного представителя данного вида; 3 — масса как общая численность данного вида (как говорят иногда: масса народа, масса деревьев); 4 — наконец, распространенность представителей данного вида в природе или на каком-либо ее участке (как говорят: массовидность явления). Невозможно говорить о какой-то теории, о каком-то учении, а тем более о каком-то новом всеобъемлющем законе живой природы, если в основе прокламируемых «учений», «теорий» и «законов» лежат столь рас-

¹ В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 29, стр. 318.

тлывчатые, легко трактуемые в совершенно разных смыслах понятия.

Возвращаясь к ленинским работам, особо следует отметить вопрос о соотношении **исторического и логического**. Исторический подход необходим к любой разбираемой проблеме. Среди выделенных «элементов диалектики» Ленин указал на необходимость при изучении любой вещи учитывать «развитие этой вещи» (соответственно — явления), ее собственное движение, ее собственную жизнь. Это относится и к самой науке, к человеческому познанию, к научным теориям, законам и понятиям науки. Их также нужно всегда брать и анализировать в историческом разрезе. Только в этом случае их анализ может дать положительный результат.

Вскрывая общий ход всего человеческого познания, всей науки вообще, Ленин отмечает, что он направлен от непосредственных явлений (их Гегель называет «бытием») к открытию сущности (закона причины, тождества, различия и т. д.). Познание человека движется от непосредственных явлений («бытия») к «сущности» (Гегель называет его «понятием»). «Таков ход и естествознания и политической экономии (и истории)», — констатирует Ленин¹.

Именно так и строится гегелевская «Логика» (его диалектика); ее структура определяется тремя «учениями» — о «бытии», о «сущности» и о «понятии». «Диалектика Гегеля есть, постольку, обобщение истории мысли», — заключает Ленин и ставит перед философами и историками науки конкретную задачу: «Чрезвычайно благодарной кажется задача проследить сие конкретнее, подробнее, на истории отдельных наук. В логике история мысли должна, в общем и целом, совпадать с законами мышления»².

Рассмотренные в этой связи отдельные категории логики (диалектики) выступают как последовательно возникающие ступени познания, которые в каждой области научного знания конкретизируются как понятия или

методы исследования, свойственные данной отрасли знаний. Так, в химии последовательность категорий качества, количества и меры с последующим переходом меры в сущность можно проследить на ранних ступенях ее истории: качественный анализ с неясным еще понятием элемента (вторая половина XVII в. и первая половина XVIII в.), количественный — весовой и объемный — анализ с уточненным понятием элемента (вторая половина XVIII в.); атомистическая гипотеза с понятием атомного веса как специфического свойства каждого элемента и с понятием химического атома как меры вещества и с последующим переходом к раскрытию сущности химических процессов как соединения и разъединения атомов (начало XIX в. и позднее).

Как указывает Ленин, таким путем шел и Маркс в своем «Капитале», где даны «история капитализма и анализ понятий, резюмирующих ее»¹. В соответствии с этим Ленин подчеркивает, что нужна «история мысли с точки зрения развития и применения общих понятий и категорий логики...»². Тем самым задача анализа научных понятий и оперирования ими связывается Лениным с обобщением (обработкой) всей истории научного знания, в том числе и естественных наук. В этом плане Ленин формулирует общую задачу, стоящую перед марксистами, в том числе и перед философами и естествоиспытателями: «Продолжение дела Гегеля и Маркса должно состоять в диалектической обработке истории человеческой мысли, науки и техники»³.

В этих словах заключена целая программа комплексных научных исследований для марксистов-ленинцев. В статье «О значении воинствующего материализма» Ленин конкретизировал эту программу и сформулировал ее так, что она сохраняет свою действенность, свою актуальность и сегодня и сохранит ее еще на многие десятилетия.

УДК 100

¹ В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 29, стр. 298.

² Там же.

¹ В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 29, стр. 301.

² Там же, стр. 159.

³ Там же, стр. 131.

ВНИМАНИЮ НАШИХ ЧИТАТЕЛЕЙ

*Подписка на журнал
«Природа» на 1972 год
принимается с любого
номера*

■ Как и всегда, журнал будет публиковать популярное изложение интересных естественнонаучных исследований последнего времени. Предполагаются выступления крупнейших советских и иностранных ученых. Значительное место займут материалы дискуссий по острым проблемам естествознания и стыкующимся с ними гуманитарным наукам.

■ Подписка на «Природу» принимается без ограничений во всех пунктах «Союзпечати», в отделениях связи, почтамтах и у распространителей печати. Обо всех случаях отказа в подписке просим сообщить в Центральную контору «Академнига» по адресу: Москва, Центр, Большой Черкасский переулок, 2/10.

■ Журнал распространяется в основном по подписке и в розничную продажу поступает в незначительном количестве.

■ Подписная цена

на 1 год — 6 руб.
на полгода — 3 руб.
на три месяца — 1 руб. 50 коп.

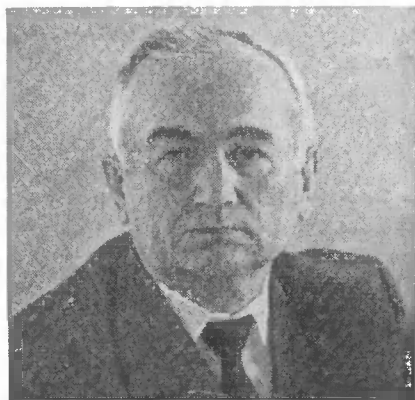
Цена одного номера — 50 коп.

Получение металлического водорода

Академик Л. Ф. Верещагин

Р. Г. Архипов

Кандидат физико-математических наук



Леонид Федорович Верещагин, директор Института физики высоких давлений АН СССР, заведующий кафедрой физики и химии высоких давлений химического факультета Московского государственного университета. Основные труды посвящены проблемам сверхвысоких давлений, физическим свойствам твердых тел и методам измерения различных величин при этих давлениях. Под его руководством впервые в СССР в 1960 г. синтезирован искусственный алмаз. Лауреат Ленинской и Государственной премий, Герой Социалистического Труда.



Роберт Георгиевич Архипов, заведующий теоретическим отделом Института физики высоких давлений АН СССР, доцент кафедры теоретической физики Московского физико-технического института. Занимается теорией электронных спектров твердых тел и фазовых переходов.

Что предсказывает теория?

Самый простой в природе элемент — водород, атом которого состоит только из одного протона и одного электрона и все свойства которого, казалось, давно должны были быть исследованы, ставит перед нами одну из труднейших теоретических и экспериментальных проблем.

Как известно, водород формально относится к группе щелочных металлов периодической системы и обладает большим химическим сходством с ними, однако он резко отличается тем, что в твердом состоянии представляет собой диэлектрик и образует очень непрочный и рыхлый кристалл сложной структуры с низкой температурой плавления ($T_m = 14^\circ\text{K}$) и малой плотностью ($\rho = 0,09 \text{ г/см}^3$).

Более внимательный анализ позволяет установить, что причины этой аномалии заключаются в образовании двухатомных молекул водорода, в которых атомы связаны прочными ковалентными силами, хотя сами молекулы между собой связаны чрезвычайно слабо. Наоборот, в обычных щелочных металлах благодаря наличию ионного остатка валентный электрон связан гораздо слабее, чем в атоме водорода (у всех щелочных металлов первый потенциал ионизации примерно в три раза меньше, чем у водорода). Соответственно, энергия связи атомов в молекулах щелочных металлов очень мала, меньше энергии связи в атомарной металлической решетке, которая поэтому и стабильна.

На рис. 1 изображен примерный ход зависимости энергии кристалла,

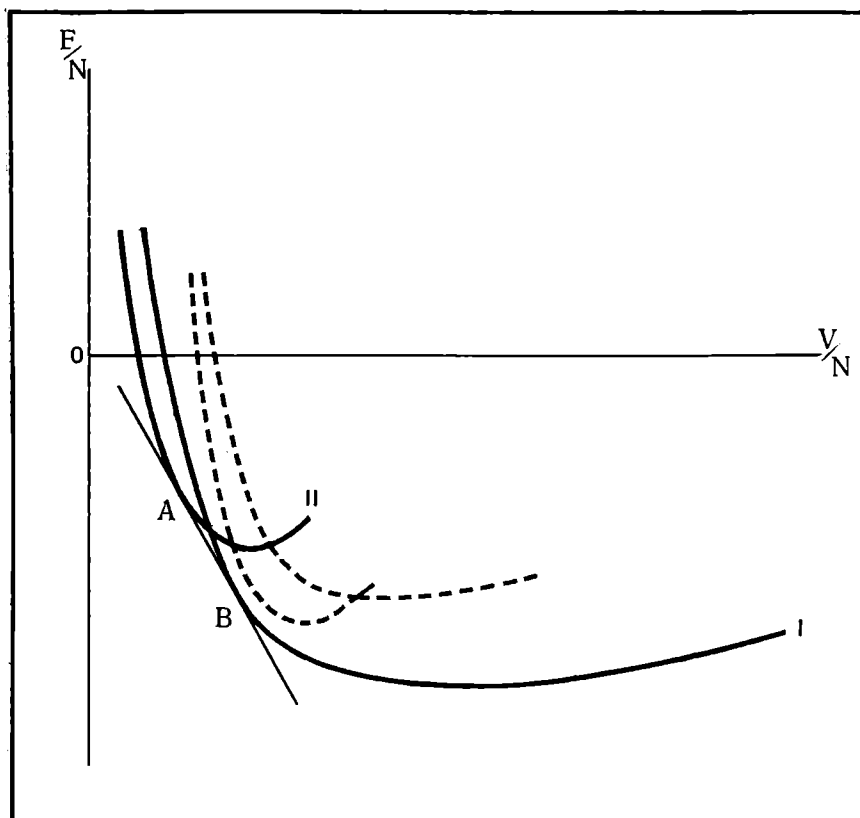


Рис. 1. Примерный ход зависимости энергии E на один атом (E/N) от удельного объема (V/N) для молекулярной (I) и металлической (II) фаз водорода. Пунктиром изображены соответствующие кривые для щелочных элементов, когда минимум энергии металлической фазы лежит ниже, чем молекулярной. За нуль принята энергия бесконечно удаленных ионов и электронов. Энергетическая выгодность той или иной фазы вещества при заданных внешних условиях (давлении p) определяется минимумом термодинамического потенциала $\Phi = E + pV$ при нулевой температуре и заданном давлении. Для каждого заданного объема давление ($p = -\frac{\partial E}{\partial V}$) соответствует наклону касательной к кривой в данной точке. Поэтому условия перехода $\Phi_A = \Phi_B$ и $P_A = P_B$ на графике получаются путем построения общей касательной AB к обеим кривым. Давление перехода определяется тангенсом угла наклона касательной AB.

отношенной к одному атому как функции удельного объема для случая водорода (сплошная линия) и щелочного металла (пунктир) при нулевой температуре. Как видно, с уменьшением объема и повышением давления до значения, определяемого наклоном касательной AB, атомарная (металлическая) фаза водорода должна стать более выгодной¹.

Теоретическая проблема полного расчета энергетических кривых атомарной и молекулярной фаз водорода

да и предсказание точной величины давления перехода одной фазы в другую очень сложны. Расчеты должны дать зависимость энергии от объема, определить спектры электронных возбуждений и фононов для различных решеток атомарной и молекулярной фаз и позволить предсказать наиболее выгодную структуру. На рисунке приведено по одной кривой для каждой фазы. Сильно затрудняет расчет давления перехода необходимость использования для атомарной и молекулярной фаз различных приближенных методов, каждый из которых вносит заметные ошибки в результа-

ты. Наиболее естественно в качестве единиц давления взять атомные; в частности, атомная единица давления соответствует 300 Мбар. Расчеты разных авторов дают для давления перехода значения от 0,5 до 10 Мбар. Очевидно, что даже небольшие ошибки в расчетах энергий молекулярной или атомарной фазы должны сильно изменять эту очень малую в атомном масштабе величину давления. Это и приводит к сильному разбросу оценок. Обзор большого числа проведенных к настоящему времени теоретических расчетов давления перехода и свойств металлической модификации водорода дан в недавно опубликованной статье И. М. Халатникова¹.

Расчеты предсказывают для металлического водорода неожиданные свойства. Прежде всего, в отличие от щелочных металлов, имеющих высокосимметричную плотную упаковку атомов, решетка металлической фазы водорода, соответствующая наименьшей энергии, должна обладать сильной анизотропией. Вторым важным результатом расчетов должно стать определение устойчивости новой фазы при снятии давления и возможности ее существования как метастабильной. Наиболее полную информацию об изменении энергии решетки при малых деформациях дает расчет фононных спектров. Анализ спектра фононов позволяет сразу решить вопрос о возможности существования металлической фазы в метастабильном состоянии. Для абсолютно неустойчивой фазы в спектре возникают мнимые частоты. В частности, у водорода, по-видимому, существуют типы деформаций, для которых силы, возвращающие решетку в положение равновесия, во всяком случае чрезвычайно малы. В настоящее время степень точности проведенных расчетов не дает возможности получить однозначный ответ на этот вопрос. Поэтому необходимы дополнительные исследования, как теоретические, так и экспериментальные, в частности измерения упругих свойств под высоким давлением.

Несмотря на сомнения в возможности получить металлический водород

¹ Подробнее об условиях переходов под давлением см.: «Природа», 1967, № 2, стр. 3.

¹ «Природа», 1971, № 10, стр. 8—11.

в метастабильном состоянии при нормальных условиях, его изучение по-прежнему представляет громадный научный интерес. В частности, можно ожидать, что металлическая фаза должна оказаться сверхпроводящей, с критической температурой перехода порядка сотен градусов по Кельвину, т. е. при комнатной температуре. В этом смысле низкая устойчивость метастабильной фазы металлического водорода может оказаться фактором, повышающим критическую температуру сверхпроводимости. Это соображение иллюстрируется результатами, полученными недавно в Институте физики высоких давлений АН СССР по синтезу новых сверхпроводящих фаз, метастабильных при нормальных условиях (TaN ; La_2S_3). Все вновь синтезированные метастабильные фазы оказались сверхпроводниками со сравнительно большой температурой сверхпроводящего перехода.

Как получить необходимое давление?

Практическое получение металлического водорода связано с преодолением гигантских экспериментальных трудностей. Как видно из приводившихся оценок, область стабильности металлического водорода начинается при давлениях порядка миллионов атмосфер. В настоящее время наиболее вероятными считаются оценки $0,8 \div 2,5$ Мбар.

Получение таких давлений статическими методами требует не только усилий колоссальных прессов, но прежде всего новых выдающихся по своим свойствам конструкционных материалов. В Институте физики высоких давлений АН СССР ведется работа по установке пресса для исследования проблемы металлического водорода. На подобной установке предполагается максимальное достижимое усилие — 50 тыс. т (рис. 2). Материал любой камеры, в которой создается давление, испытывает сложные напряжения, которые можно разделить на напряжения сдвига и гидростатического сжатия. Оказывается, чем больше гидростатическое сжатие, тем легче материал переносит сдвиговые нагрузки. Один из наиболее эффективных методов рациональ-

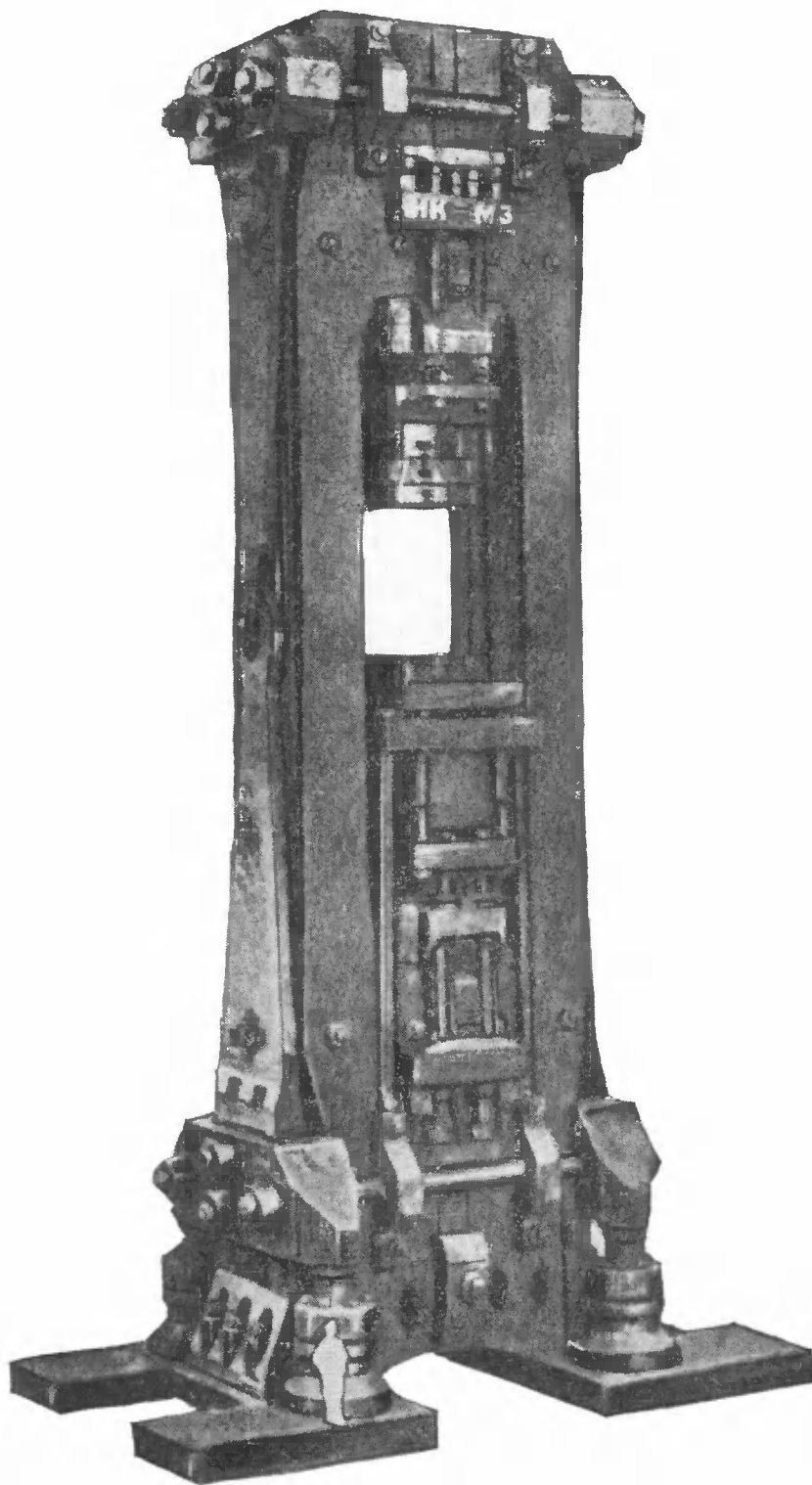


Рис. 2. Макет пресса, устанавливаемого в Институте физики высоких давлений АН СССР. Пресс предполагается использовать и для получения металлического водорода. (Для масштаба изображена фигура человека.)

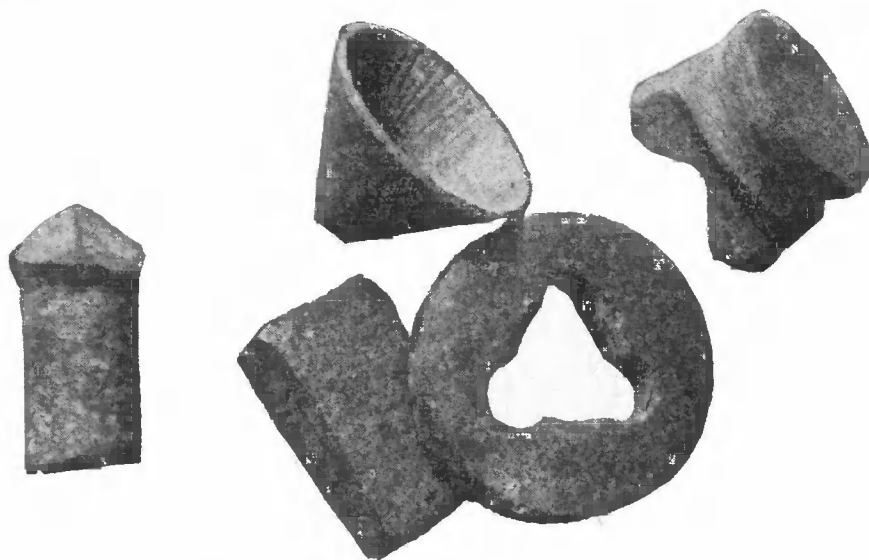


Рис. 3. Образцы поликристаллических образований из алмаза, полученных в Институте физики высоких давлений АН СССР путем непосредственного синтеза, без дополнительной обработки.

ного распределения нагрузок в конструкциях состоит в разработке многоступенчатых камер с надлежащим выбором материалов для каждой ступени. Практически при достижении под высоким давлением предельных нагрузок материал начинает испытывать пластические деформации и давление в рабочем объеме перестает повышаться. Для наиболее прочных из известных твердых сплавов эти явления наступают при давлениях ~ 600 кбар. Наряду с высокими физико-механическими характеристиками, конструкционный материал не должен допускать утечки водорода, который обладает способностью просачиваться через многие вещества.

Представляется очень заманчивым использовать в качестве материала для рабочей камеры алмаз. Однако применение аппаратуры из крупных естественных алмазов исключается по экономическим соображениям, из-за трудностей обработки, необходимости иметь одинаковые по механическим свойствам экземпляры и т. п.

В последнее время благодаря успешному синтезу в нашем институте крупных поликристаллических алмазов типа природного карбонада стал доступен для техники совершенно новый конструкционный материал. Сейчас имеется возможность получать камни, весом до нескольких граммов

и есть основание ожидать, что будут получены еще более крупные. Очень важно, что во время синтеза непосредственно получаются камни любой заданной формы (рис. 3). Стоимость производства относительно невысока.

Применение поликристаллических алмазов в качестве конструкционного материала может быть ограничено давлениями вероятного перехода алмаза в металлическую фазу. Подобный переход осуществляется у германия при давлениях ~ 120 кбар. В этом случае следует воспользоваться другим сверхтвердым материалом, например алмазоподобной модификацией нитрида бора (боразоном), в синтезе которого достигнуты аналогичные успехи.

Устройства, в которых достигаются сверхвысокие давления, обычно не допускают возможности изменять объем в больших пределах. В то же время при получении металлического водорода следует ожидать почти десятикратного изменения плотности. По-видимому, необходимо предусмотреть отдельное устройство для предварительного сжатия водорода при низких температурах до давления ~ 100 кбар с последующей транспортировкой сжатого твердого водорода в основную камеру.

Также важен вопрос об измерении сверхвысоких давлений. Наиболее

реальными будут измерения скоростей звука в сжатом веществе.

Обнаружение новой фазы тоже представляет собой проблему. Фиксация перехода в металлическое состояние возможна по измерениям электропроводимости и ее температурной зависимости; обнаружение перехода из молекулярной решетки в атомарную — путем измерения протонного резонанса.

Несколько слов о динамических методах создания давлений. Существуют два основных метода. Во-первых, можно использовать технику ударных волн, с помощью которых уже были получены кратковременные давления до нескольких миллионов атмосфер. Однако эта методика плохо работает при сжатии сред с низкой начальной плотностью; так, например, сжатие калия удалось произвести до давлений ~ 500 тыс. атм., а водорода пока лишь до 50 тыс. атм. Основная трудность и неудобство этого метода заключается в том, что в ударной волне сжатие происходит по ударной адиабате и для малоплотных сред большая часть энергии переходит в тепло. В частности, мало надежд наблюдать этим методом ожидаемую в водороде сверхпроводимость.

Во-вторых, можно использовать метод сжатия образца в металлическом контейнере магнитным полем, которое само находится внутри проводящей полости, сжимаемой взрывом. Можно показать, что этот процесс происходит не по ударной адиабате, а по адиабате Пуассона и сопровождается меньшим нагреванием.

К недостаткам импульсных методов относится невозможность сохранить полученные фазы; кроме того, в ряде случаев изучаемые фазовые переходы могут не успеть произойти за время существования высоких давлений.

Исследование возможности получения металлического водорода прежде всего представляет увлекательнейшую научную проблему, но очень заманчивы также и технические приложения нового материала, который совершил бы переворот в технике, если бы его удалось получить в метастабильном состоянии.

УДК 539.893; 546.11; 537.312.62

Запах свежего воздуха

М. Т. Дмитриев
Кандидат химических наук



Михаил Тимофеевич Дмитриев, заведующий лабораторией физико-химических и радиологических исследований Института общей и коммунальной гигиены АМН СССР; работает в области физической и радиационной химии, охраны внешней среды — главным образом атмосферного воздуха. Автор свыше 200 научных работ по метеорологии, физике атмосферы и химии природной среды.

Запах чистого воздуха для большинства людей, по-видимому, довольно неопределенная характеристика. Некоторые под запахом чистого воздуха подразумевают запахи цветов, травы или леса, почвенных испарений, талого снега и т. п. Казалось бы, проще считать, что совершенно чистый воздух вообще не должен обладать какими-либо запахами. И тем не менее, вдыхая чистый воздух, мы обычно ощущаем «запах свежести».

В чем состоит физико-химическая природа свежести чистого воздуха? Этот вопрос возник, в частности, во время проведения экспериментов в области радиационной химии и оказался далеко не таким простым. В нашей научной работе на его решение было затрачено около 20 лет, и более или менее определенный ответ удалось получить лишь в результате самых различных физико-химических исследований.

При работе с радиоактивными веществами нами было установлено, что, независимо от их химического состава, все они обладают своим специфическим запахом и, если доза облучения воздуха не слишком велика, запах радиоактивных веществ воспринимается как запах свежего воздуха. Если же радиоактивное излучение не действовало на воздух (радиоактивное вещество было закрыто свинцовым экраном), какого-либо запаха вообще не возникает. С другой стороны, если непосредственно воздействовать радиоактивным излучением на обонятельные рецепторы, ощущения запаха свежести не появляется.

Таким образом, было сделано заключение, что запах радиоактивных

веществ, тождественный запаху свежего воздуха, обусловлен образованием в воздухе качественно новых частиц или молекул. Спустя несколько десятков минут после радиоактивного воздействия облученный воздух полностью теряет запах свежести, что указывает на исчезновение в нем образовавшихся частиц.

Несложные эксперименты с облученным воздухом, проведенные около 20 лет назад, выдвинули новую задачу: исследовать специфичность запаха, присущего чистому природному воздуху. В этих целях нами был определен состав чистого воздуха горных, полярных и курортных районов, расположенных вдали от крупных городов и промышленных центров¹.

Состав природного воздуха

Природный воздух — это смесь большого числа различных веществ, каждое из которых при определенных условиях может обладать своим запахом. Поэтому целесообразно сначала рассмотреть в отдельности обычные компоненты атмосферного воздуха.

График, отражающий результаты масс-спектрометрического анализа атмосферного воздуха (рис. 1), хорошо иллюстрирует его многокомпонентность. В незагрязненном природном воздухе обнаружено в достаточном количестве 26 веществ (йод с молекулярным весом 254 на графике не приведен), а также еще около 15 га-

¹ См.: М. Т. Дмитриев, Н. А. Китросский. Физико-химические методы исследования в гигиене атмосферного воздуха. Вестник АМН СССР, 1970, № 12.

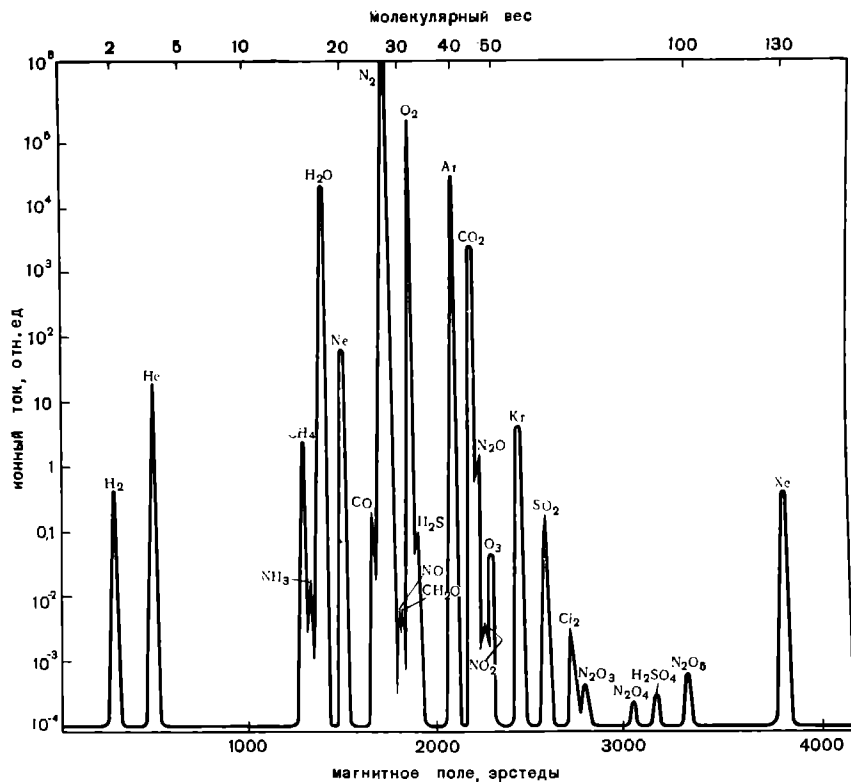


Рис. 1. Масс-спектрограмма чистого воздуха (зависимость тока ионов в масс-спектрометре от напряженности магнитного поля). Каждому пику на ленте прибора соответствует определенный компонент воздуха. Величина наибольшего пика, соответствующего молекулярному азоту, условно принята за 1 млн. Полная масс-спектрограмма воздуха, записанная на ленте длиной около 10 м, на рисунке представлена в упрощенном виде: здесь не приведены еще несколько десятков пиков, обусловленных молекулами другого изотопного состава, а также атомами и осколочными радикалами, образующимися в самом приборе. Высоты пиков непосредственно пропорциональны концентрации веществ в воздухе, с учетом эффективности ионизации каждого из веществ в ионном источнике масс-спектрометра.

зов, содержащихся в малых концентрациях; кроме того в воздухе — в микроконцентрациях — присутствует большое число различных радиоактивных веществ (которые, вероятно, на его свежесть непосредственно не влияют). Наибольший масс-спектрометрический пик дает, естественно, азот — основной компонент воздуха (78,09%). Однако физиологическое (наркотическое) действие азота на человека проявляется лишь при его парциальном давлении в 3 атм, хотя и при таком давлении человек не ощущает никакого запаха (табл. 1).

Второй по величине пик соответствует кислороду (20,95%), который также не обладает запахом. При вдыхании азотнокислородной смеси, в которой концентрация кислорода со-

ставляет не менее 80%, в течение часа начинают проявляться такие симптомы, как сухость в носу и горле, стеснение в груди. При обычной же концентрации этих газов в воздухе никаких неприятных ощущений не возникает.

Аналогично азоту и кислороду не может проявляться при вдыхании атмосферного воздуха и действие инертных газов. Аргон в воздухе содержится 0,93%, в то время как его биологическое действие (расстройство обоняния, оцепенение) наблюдается при концентрации лишь свыше 75%. Концентрация неона составляет 16,2 мг/м³, криптона — 4,1 мг/м³, гелия — 0,92 мг/м³, ксенона — 0,51 мг/м³, в то же время наркотическое действие криптона наблюдает-

ся при его концентрации 70%, а ксенона — при 50%; для неона и гелия какое-либо биологическое действие проявляется лишь при парциальных давлениях в несколько атмосфер.

Концентрация углекислого газа в природном воздухе составляет в зависимости от различных условий 0,4—0,8 г/м³ (обычно 0,03%), тогда как: раздражение слизистых оболочек дыхательных путей (их набухание, сухость в носу и горле) наблюдается лишь при его содержании свыше 2%. Концентрация окиси углерода в чистом природном воздухе не превышает 0,2 мг/м³, а ее запах, сопровождаемый рядом симптомов (сдавливание в области лба, боль в висках), проявляется лишь при концентрациях свыше 200 мг/м³. Молекулярный водород встречается в концентрациях 30—100 мкг/м³, и какое-либо его действие на организм также не может проявляться, поскольку по своей токсичности он приближается к гелию.

Влажность — одна из наиболее важных характеристик атмосферного воздуха. В зависимости от метеорологических условий концентрация водяного пара составляет от 20 мг до 50 г на 1 м³. Химически чистая вода, как известно, не обладает запахом, поэтому не обладают запахом и водяные пары. Однако теплопроводность водяного пара в 2,5 раза превышает теплопроводность воздуха; кроме того, молекулы воды интенсивно поглощают инфракрасное излучение в дыхательных полостях организма. В результате этого влажный воздух создает в носу ощущение прохлады. В камеральных исследованиях этот эффект легко заметен при не очень высоких температурах (<22°) и относительной влажности начиная с 12—15%, однако уже при 30—60% колебания влажности мало ощутимы. Таким образом, атмосферная влага запаха не имеет, хотя увлажненный воздух, кажущийся более холодным, создает определенное ощущение свежести (например, после дождя).

Данные о пороге запаха или биологического действия других компонентов воздуха также приведены в табл. 1. Если допустить слияние запахов по принципу простой суммации, все же их общая концентрация, выраженная в долях от порога запаха,

Таблица 1

Состав природного воздуха и пороги запаха или биологического действия его компонентов

Компонент	Концентрация	Порог действия
азот	78,09%	3 атм
кислород	20,95%	80%
аргон	0,93%	75%
неон	16,2 мг/м ³	4 атм
криптон	4,1 мг/м ³	70%
гелий	0,92 мг/м ³	6 атм
ксенон	0,51 мг/м ³	50%
углекислый газ	0,02—0,04%	2%
окись углерода	0,2 мг/м ³	200 мг/м ³
водород	30—100 мкг/м ³	5 атм
водяной пар	0,02—50 г/м ³	—
метан	0,8—1,5 мг/м ³	300 г/м ³
закись азота	2,0 мг/м ³	10 г/м ³
сернистый газ (вместе с серной кислотой)	60 мкг/м ³	3 мг/м ³
сероводород	20 мкг/м ³	0,8 мг/м ³
аммиак	30—40 мкг/м ³	15 мг/м ³
формальдегид	20 мкг/м ³	0,2 мг/м ³
хлор	8 мкг/м ³	2 мг/м ³
йод	1 мкг/м ³	0,6 мг/м ³
окислы азота (кроме закиси)	30 мкг/м ³	0,2 мг/м ³

составит лишь 0,45. Следовательно, присутствие в чистом воздухе различных его компонентов не может обусловить его запаха.

Запах свежести вызывается ионизацией

Естественно возникает вопрос: чем объяснить специфический запах радиоактивных веществ, ассоциирующийся со свежим воздухом? Ответ может быть только один: запах свежести обусловлен неустойчивыми состояниями обычных компонентов воздуха — озоном, ионами, возбужденными частицами, которые образуются в воздухе, в частности при воздействии ионизирующих излучений. После прекращения облучения эти частицы спустя некоторое время исчезают, вместе с ними пропадает и запах свежего воздуха.

Эксперименты с облученным воздухом были неоднократно повторены. Опыты проводились по следующей схеме. Камера объемом около 2 м³ заполнялась тщательно очищенной азотнокислородной смесью (4:1), после чего производилось облучение радиоактивным кобальтом. Комбинируя мощность дозы и продолжительность облучения, можно

получить строго заданные концентрации ионов, озона и окислов азота (рис. 2). Сразу после прекращения облучения в камеру входил испытуемый. Минимальные мощности дозы составляли около 1 мкр/сек; при этом концентрации ионов достигали 37000/см³, однако запаха свежести воздуха еще не появлялось. (Концентрация свободных электронов была в условиях опытов значительно ниже концентрации ионов — 0,04% последней при мощности дозы 1 р/сек.). Запах свежести появлялся при мощностях дозы 23—33 мр/сек, что соответствовало концентрациям озона всего лишь 15—22 мкг/м³; концентрации двуокиси азота составляли при этом 5,7—8,4 мкг/м³; закиси азота 2,5—3,7 мкг/м³, ионов (положительных и отрицательных) 6,1 млн в 1 см³; свободных электронов 330 в 1 см³.

В других опытах были применены β-излучатели (третий, стронций-90), а также использовалась динамическая система создания концентраций; при этом облученный воздух поступал непосредственно под маску к испытуемому. На пути своего движения облученный воздух в отдельных опытах подвергался воздействию электрических полей — для удаления ионов;

пропускался через хлопчатобумажную вату — для удаления ионов и озона; нагревался до 500° и снова охлаждался — для удаления озона и окислов азота при сохранении ионов и электронов.

Оказалось, что для появления запаха свежего воздуха в первую очередь необходимо, чтобы концентрация озона составляла около 20 мкг/м³; концентрация окислов азота — не менее 150 мкг/м³, а концентрация ионов ~1 мкг/м³. При γ-облучении по мере возрастания дозы сначала появляется озон, поскольку энергетический выход его образования (до 8 молекул/100 эв) выше энергетического выхода окислов азота (1,5 молекул/100 эв) и выхода ионизации (3,1 пар ионов/100 эв). Кроме того, концентрации образующихся ионов в результате процессов взаимной нейтрализации (рекомбинации), быстро уменьшаясь до стационарной величины, становятся на много порядков ниже концентрации озона. В зависимости от мощности дозы необходимые для появления запаха концентрации озона образуются при облучении воздуха дозой в пределах 20—100 р. Концентрации двуокиси азота при этом составляют 1,5—7,0 мкг/м³; ионов — от 2000 до 300 млн в 1 см³; свободных электронов — до 1 млн в 1 см³. Следовательно, основным фактором, вызывающий запах свежести воздуха при действии ионизирующих излучений, — это озон. Ионы и окислы азота существенно влияют лишь на оттенок запаха. В зависимости от соотношения между концентрациями этих трех основных компонентов запаха характер оттенка несколько меняется, однако все они воспринимаются как приятные запахи, ассоциирующиеся с запахом зелени, свежих фруктов, талого снега и т. п.

Озон, естественно, можно получить в воздухе не только путем воздействия радиоактивным излучением. В частности, были проведены опыты с облучением воздуха ультрафиолетовой радиацией от ртутно-кварцевых ламп. Поскольку при фотохимической реакции окислов азота образуется в 60—80 раз меньше, а ионов — в 500 млн раз меньше, чем озона, их присутствием можно пренебречь. Было установлено, что и в этом случае для

возникновения запаха достаточно концентрации озона 20 мкг/м^3 , однако характер запаха при этом несколько изменился. Запах «свежести» воспринимался скорее как неприятный, со своеобразным «аптечным» оттенком.

Были уточнены опыты с деионизацией воздуха. При пропускании облученного воздуха через заземленную трубку, заполненную нихромовыми спиралями, удавалось практически полностью устранять ионы с сохранением основной части озона. При этом запах озона в большей степени сохранялся, но ощущение свежести несколько терялось, дополнительно появлялся затхлый оттенок. Интересно, что при облучении ультрафиолетовой радиацией или радиоактивным излучением лишь одного азота также удается вызвать ощущение запаха свежести, обусловленного, по-видимому, атомами азота и возбужденными молекулами. Интенсивность запаха при этом резко возрастала по мере сокращения расстояния между областью ионизации и испытуемым, а также с увеличением скорости выдувания газа из области ионизации.

Итак, запах свежего воздуха возникает в результате комбинированного действия на органы обоняния озона, окислов азота, положительных и отрицательных ионов, хотя главным действующим началом является озон. В зависимости от соотношения между этими ингредиентами были отмечены самые различные оттенки запаха воздуха. Причем для разных испытуемых (автор был одним из них) оптимальный, наиболее приятный для восприятия запах свежести соответствовал весьма различным соотношениям между концентрациями озона, окислов азота, положительных и отрицательных ионов. Однако во всех случаях можно было считать, что ионы и окислы азота усиливают запах озона и в то же время несколько смягчают его, делают менее резким.

Искусственная свежесть

Мы выяснили, что для придания воздуху запаха свежести необходимо, чтобы в нем содержались неустойчивые в физико-химическом отношении частицы, обладающие некоторым запасом энергии, которая затем мо-

жет выделяться в процессе дыхания. По энергии различные ионы, атомы или возбужденные частицы существенно отличаются друг от друга, в результате чего могут значительно отличаться и пороги их запаха. Можно предположить существование связи между порогами запаха веществ и запасом имеющейся в них химической энергии (см. табл. 2). В энергетическом отношении для придания воздуху запаха, обусловленного химически неустойчивыми частицами, необходим запас $\sim 0,5 \text{ эрг/см}^3$ ($\sim 0,3 \cdot 10^{12} \text{ эв/см}^3$); это очень небольшая величина. Если она будет трансформирована в тепловую, температура воздуха повысится лишь на $0,0001^\circ$. Однако средняя тепловая энергия молекул воздуха всего $0,025 \text{ эв}$, т. е. в сотни раз меньше энергии химически активных или возбужденных частиц, что и обуславливает их высокую химическую и биологическую активность.

Искусственное освежение воздуха или азотнокислородных смесей представляет собой простейшую техническую задачу, осуществляемую, например, изменением дозы ионизирующего облучения. А раз так, нельзя ли применить искусственно освеженный воздух для лечебных или ги-

гиенических целей, усилить свежесть природного воздуха, сделать его еще более полезным и приятным? Действительно, как это было неоднократно замечено при специальных исследованиях, вдыхание воздуха, облученного дозами до $200\text{—}300 \text{ р}$, помимо создания приятного ощущения запаха свежести со сладковатым привкусом, положительным образом влияет на самочувствие и настроение: освежает, снимает усталость и головную боль и т. д.

Применение искусственно освеженного, или ионизированного, воздуха в медицине, безусловно, возможно и, как было показано, имеет определенное научное обоснование. Лечебные процедуры и их дозировка устанавливаются учеными-медиками и должны проводиться строго под наблюдением лечащих врачей¹. Однако в физико-химическом отношении необходимо все же предостеречь от чрезмерно больших доз воздействия ионизированным воздухом: подобно обычным лекарственным препаратам, резкое изменение дозировки может привести к совершенно противоположным результатам. Об этом свидетельству-

¹ См.: А. А. Минх. Ионизация воздуха и ее гигиеническое значение. М., Медгиз, 1963.

Таблица 2

Энергии химически активных частиц, вызывающих запах свежести воздуха

Вещество	Частица	Энергия, эв
озон	O_3	1,5
диоксид азота	NO_2	0,2
положительные ионы:		
окиси азота	NO^+	9,2
кислорода	O_2^+	12,2
водяного пара	H_2O^+	13,0
углекислого газа	CO_2^+	14,3
азота	N_2^+	15,6
отрицательные ионы:		
озона	O_3^-	4,0
атомарного кислорода	O^-	3,1
молекулярного кислорода	O_2^-	2,5
водяного пара	H_2O^-	1,5
возбужденные частицы:		
кислорода	O_2^*	4,8
азота	N_2^*	7,0
свободные атомы:		
кислорода	O	2,5
азота	N	3,5

ет и наш многолетний опыт работы с ионизирующими излучениями¹.

Следует подчеркнуть, что продукты радиолиза воздуха — озон, положительные ионы и электроны, отрицательные ионы (в меньшей степени) и окислы азота — обладают очень высокой реакционной способностью и, следовательно, сильным биологическим действием, а начиная с некоторых концентраций становятся чрезвычайно вредными для живых организмов. Так, исходя из величин ПДК (предельно допустимых концентраций), озон в 3 раза токсичнее синильной кислоты, в 5 раз — фосгена, в 10—15 раз — хлора или фосфина, в 50 раз — фенола или хлористого водорода, в 200 раз — окиси углерода, в 500 раз — метилового спирта, в 3000 раз токсичнее паров керосина. **Высокая токсичность озона при повышенных концентрациях и резко выраженные окислительные свойства в сумме приводят к его биологическому действию, весьма схожему с действием ионизирующего излучения** (в частности, на дыхательные ферменты). Так, для мелких животных летальная доза облучения радиоактивным излучением через воздух лишь в 2,5 раза больше, чем при прямом воздействии, т. е. биологическая эффективность озона в отношении ионизирующего поражения достигает 40%. Хотя для человека эта величина значительно меньше, имеются данные, что 30-минутное вдыхание озона в концентрации 0,8 мг/л эквивалентно облучению дозой 100 р. Установлено также, что **токсическое действие на животных повышенных концентраций озона резко усиливается при наличии в воздухе окислов азота**: совместно они действуют примерно в 20 раз сильнее, чем порознь.

Итак, лишь при дозах облучения до 150—200 р ионизированный воздух может быть полезным. При дозе 250 р концентрация озона в воздухе достигает 0,1 мг/м³ и является предельно допустимой. При облучении в пределах 250—500 р к запаху свежести добавляется сладковатый отте-

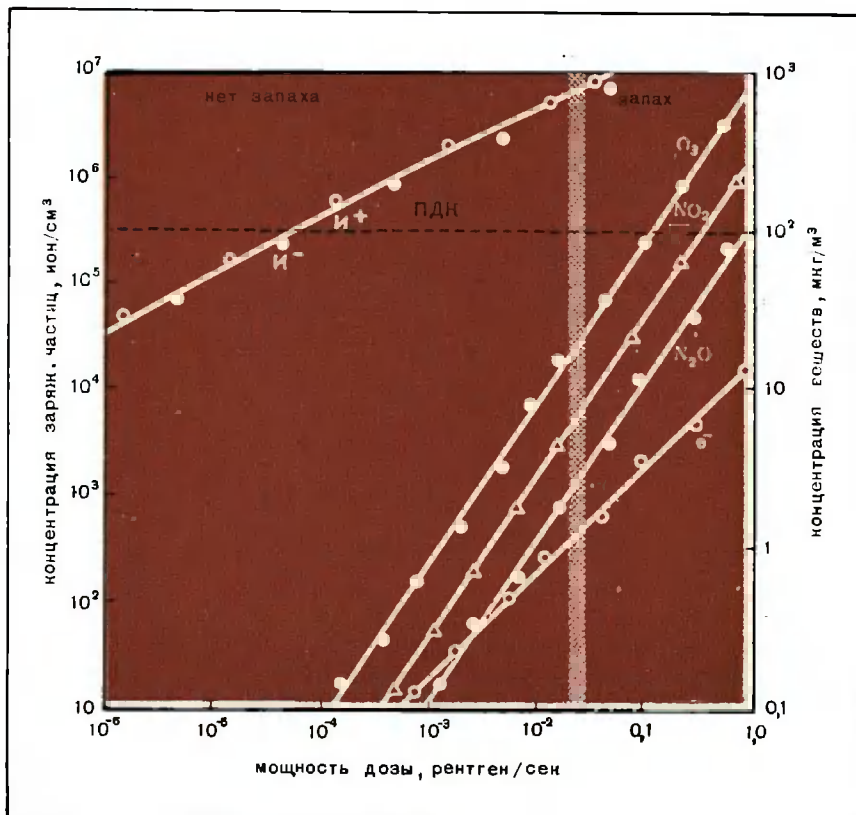


Рис. 2. Зависимость концентраций положительных ионов H^+ , отрицательных ионов H^- , свободных электронов e^- , озона O_3 и окислов азота NO_2 и N_2O в воздухе от мощности дозы при его облучении в течение 1 часа. ПДК — предельно допустимая концентрация озона для воздуха производственных помещений. Заштрихованная полоса — область появления запаха свежести воздуха по данным 67 опытов с пятью испытуемыми.

нок; у испытуемого ускоряются пульс и частота дыхания, наблюдается воздействие на психику (испытуемый становится разговорчивым). Только при дозах выше 500 р запах озона (в комбинации с запахом окислов азота) делается неприятно резким; появляется слезотечение, раздражение слизистых носа и горла. Длительное воздействие такого воздуха приводит к головным болям, хроническим катаральным состояниям верхних дыхательных путей, заболеваниям желудочно-кишечного тракта. Двухчасовое пребывание в воздухе, облученном дозой 1000 р, вызывает сухость во рту и зеве, за грудиные боли, неспособность сосредоточиться, в последующем — бессонницу и плохое самочувствие в течение нескольких дней.

При дальнейшем увеличении дозы

воздух становится еще более токсичным. Дозы 1500—3000 р летальны для мелких животных (при 4-часовом косвенном воздействии); у оставшихся в живых наблюдается отек и воспаление легких, почек и печени. При кратковременных систематических воздействиях на человека такой воздух вызывает катаральные состояния, покраснение слизистых верхних дыхательных путей, головную боль в области лба (в последующем — сосудистую гипотонию, астенические состояния). Воздействие воздуха, который облучен дозой 10 тыс. р и выше и напоминает по запаху хлор, приводит к рези в носу и горле, вызывает резкий кашель, рвоту, головокружение и головные боли, затруднение дыхания (сдавливание и стеснение в груди), жжение в желудке, упадок сердечной деятельно-

¹ М. Т. Дмитриев. Практические аспекты радиационной химии воздуха. «Изотопы в СССР», Атомиздат, 1970, № 17.

сти. Кратковременные воздействия воздуха, облученного дозами в несколько миллионов рентген, могут вызывать кровотечения из горла, паралич дыхания. Воздух при этом заметно желтеет, появляется сизый туман, напоминающий табачный дым. При 100 млн р воздух делается коричнево-черным, практически непрозрачным и, естественно, крайне токсичным.

Накопление опыта работы с облученным воздухом позволило рекомендовать средства безопасности и необходимые нормы воздухообмена в радиационных помещениях, при которых полностью устраняется какое-либо его вредное воздействие на обслуживающий персонал лабораторий и производств¹. Принято, что воздух, облученный дозой 250 р (предельно допустимая доза по воздуху), является вредным и непригодным для дыхания. Факты показывают, однако, что и дозы облучения воздуха ~200 р могут привести к нежелательным последствиям. Таким образом, искусственное освежение воздуха путем его ионизации может производиться без медицинского контроля только в строго ограниченных пределах.

Для освежения городского воздуха, воздуха служебных и общественных зданий можно рекомендовать его электрическую или ионизирующую обработку дозами до 50—80 р. При этом воздух обладает приятным освежающим действием; концентрации озона в нем не превышают 60 мкг/м³ (в среднем 40 мкг/м³), а окислов — 10 мкг/м³, т. е. значительно меньше ПДК (для воздуха городов ПДК окислов азота — 85 мкг/м³); в зависимости от длительности ионизирующей обработки концентрации ионов колеблется от 1000 до 50 тыс. и выше в 1 см³. Для ионизации можно использовать и специальные бытовые приборы — ионизаторы А. А. Микулина, А. Л. Чижевского, А. В. Вериги, И. А. Острякова, Н. И. Штейнбока, Я. Ю. Рейнета, М. А. Равича

и др., руководствуясь приложенными к ним медицинскими указаниями.

Хороший природный воздух, как будет показано дальше, в искусственном освежении не нуждается, более того, в природных условиях естественная свежесть воздуха может в некоторых случаях значительно превышать норму.

Запах свежести усиливается с высотой

Как известно, основным источником атмосферного озона служит нижняя стратосфера, где он образуется под действием солнечного излучения. Суммарное количество озона в атмосфере соответствует толщине 0,4 см (приведенной к нормальным давлению и температуре). Таким образом, средняя концентрация озона в атмосфере составляет $5 \cdot 10^{-5}\%$, что соответствует 1 мг/м³ при нормальных условиях. Это в 10 раз превышает ПДК воздуха рабочих помещений. При таких высоких концентрациях озона жизнь на поверхности Земли была бы невозможна, однако в атмосфере озон распределен резко неравномерно, что обусловлено наличием тропосферы. На рис. 3 приведены типичные концентрации озона в зависимости от высоты, полученные при помощи специальных радиозондов. Уже в приземном слое концентрация озона обычно повышается с высотой, хотя наиболее резкое ее увеличение наступает, как правило, выше тропопавзы. Максимум концентрации соответствует высотам 20—25 км.

Таким образом, ПДК озона наблюдается примерно на высотах 10 км и выше. Максимальная концентрация озона достигает 0,6 мг/м³, однако в результате уменьшения с высотой плотности воздуха его объемная концентрация при этом составляет $10^{-3}\%$. Постоянное присутствие в атмосфере воздушных масс с такими высокими концентрациями озона, по крайней мере в принципе, создает потенциальную возможность их появления у поверхности земли. При этом воздушные массы, занесенные уже с высот в несколько километров, могли бы создать у поверхности предельно допустимую концент-

рацию озона. Как показали наблюдения в приземном слое, такие резкие повышения концентрации озона довольно часты при скоростях ветра >2 м/сек и обусловлены вертикальными перемещениями воздушных масс (некоторое значение имеет и неравномерность подстилающей поверхности — в горных районах, на побережьях и т. д.).

Еще большую концентрацию озона у поверхности может вызвать крупномасштабное опускание воздушных масс из нижней стратосферы — в принципе до 20 мг/м³ (см. рис. 3). По-видимому, практически этого никогда не наблюдается, однако при низких высотах тропопавзы, разрывах в ней или ее полном отсутствии в отдельные периоды (что в большей степени характерно для высоких широт) вероятность частичного проникновения воздушных масс со столь высокой концентрацией озона всегда имеется. Так, В. Вильсон и др.¹ наблюдали на Аляске концентрации озона свыше 0,4 мг/м³ при полном отсутствии каких-либо загрязнений. Аналогичные резкие повышения концентрации озона в чистом воздухе (до 0,3—0,6 мг/м³) были неоднократно зарегистрированы и на территории СССР. С увеличением высоты над уровнем моря частота крупномасштабных опусканий возрастает, поэтому в горных районах повышенные концентрации озона — обычное явление. По-видимому, присутствие значительных количеств озона — одна из причин так называемой горной болезни, сопровождающейся эйфорией.

Резкое увеличение концентрации озона с высотой имеет непосредственное значение для авиации². При использовании наружного воздуха в самолетах концентрация озона в герметичной кабине (при давлении до 1 атм) может достигнуть предельно допустимого значения уже на высотах в несколько километров (см. рис. 3). В действительности этого не

¹ См. М. Т. Дмитриев. Дозы ионизирующего излучения, влияющие на состав атмосферы радиационных лабораторий. «Атомная энергия», т. 16. Атомиздат, 1964, № 3.

¹ W. S. Wielson, W. B. Guenther, R. D. Lowrey, J. C. Cain. Surface ozone at College, Alaska for 1950. Trans Amer. Geophys. Union. v. 33, 1952, p. 361.

² М. Т. Дмитриев. Авиация и атмосферный озон. «Авиация и космонавтика», 1971, № 5.

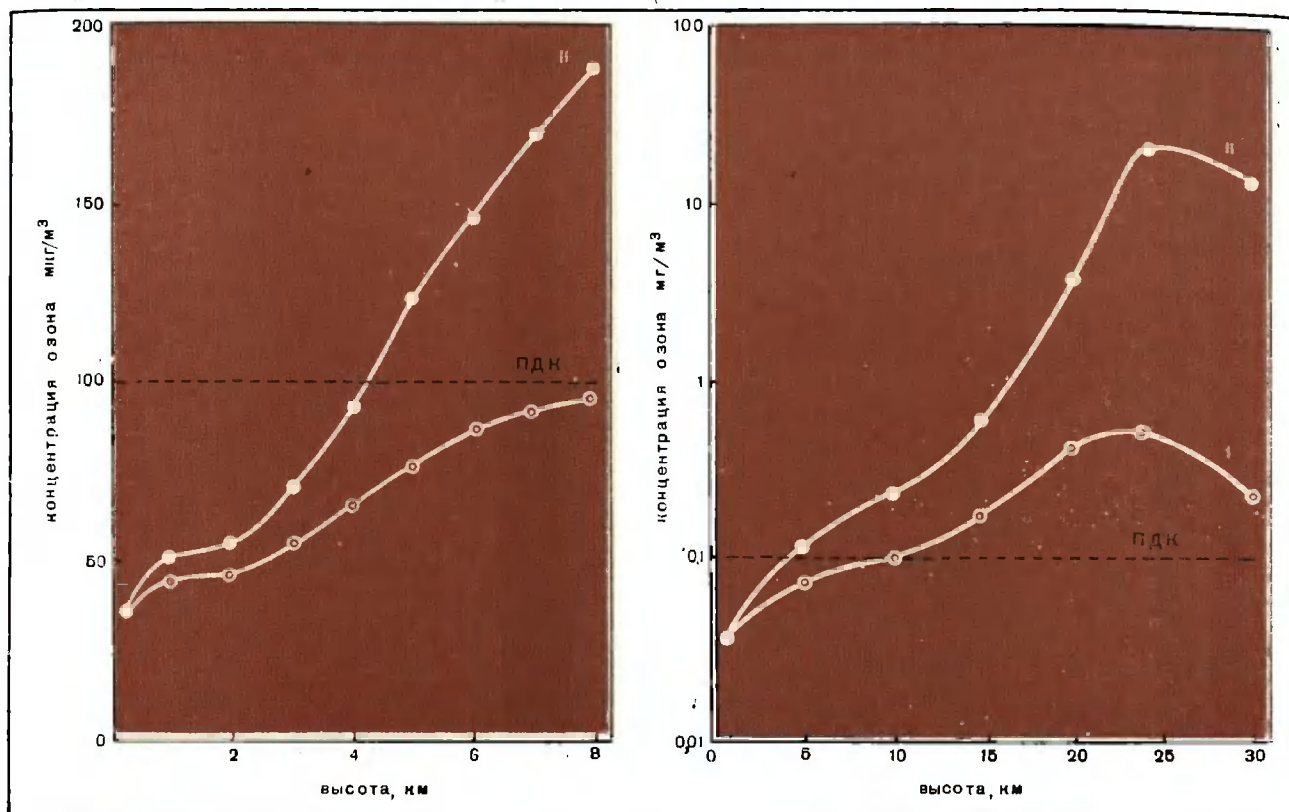


Рис. 3. Зависимость концентрации озона в атмосферном воздухе от высоты над уровнем моря (слева) и в нижней стратосфере (справа): I — фактическая концентрация; II — концентрация после пересчета на нормальное атмосферное давление и температуру 20° С.

наблюдается только потому, что перед поступлением в кабины пилотов и салоны наружный воздух, имеющий температуру на высотах около 10 км от —50 до —80°, предварительно нагревается в авиационных двигателях до температур 200° и выше: озон термически весьма неустойчив, и уже при температурах выше 100° основная его часть распадается. Однако для сверхзвуковой авиации, когда полет осуществляется на высотах 20—22 км, необходима специальная обработка воздуха. Не менее важной проблемой в этом случае оказывается защита от воздействия озона, обладающего чрезвычайно высокой химической агрессивностью, авиационных материалов (в основном органического происхождения). В результате такого воздействия отдельные детали летательных аппаратов становятся хрупкими, ломкими, теряют упругость, растрескиваются (так называемая «озонная усталость»). За-

щита обеспечивается включением в материалы специальных добавок — антиозонантов — веществ в основном органического происхождения. Беспрерывно испаряясь из объема материала, антиозонанты как бы образуют на его поверхности защитный слой, при взаимодействии с которым озон теряет свою активность.

Грозы влияют на свежесть воздуха

Постоянный приток стратосферного озона, несмотря на последующий его распад в приземном слое, обеспечивает его относительно устойчивую концентрацию у поверхности земли — нисходящий поток озона к поверхности в среднем составляет 5—6 $\text{мкг/м}^2 \cdot \text{мин}$. В зависимости от времени года и различных метеорологических факторов концентрация озона несколько меняется. Среднее его значение — около 30—40 мкг/м^3 ,

что в комбинации с окислами азота и ионами вполне достаточно для возникновения запаха свежего воздуха. Нередко, однако, концентрация озона за счет притока сверху достигает 70—90 мкг/м^3 , а в отдельных случаях — 0,2—0,3 мг/м^3 .

Помимо этого, главного, источника тропосферного озона существует еще несколько менее существенных источников, непосредственно расположенных в приземном слое. Из них самый значительный связан с грозовыми процессами¹. В период созревания кучевых облаков происходит значительное выделение электрической энергии в больших массах воздуха, что приводит к образованию в них озона, а также окислов азота и ионов. Обогащенные озоном и другими компонентами запаха, воз-

¹ См.: М. Т. Дмитриев. Прогноз грозных дождей. «Природа», 1965, № 7.

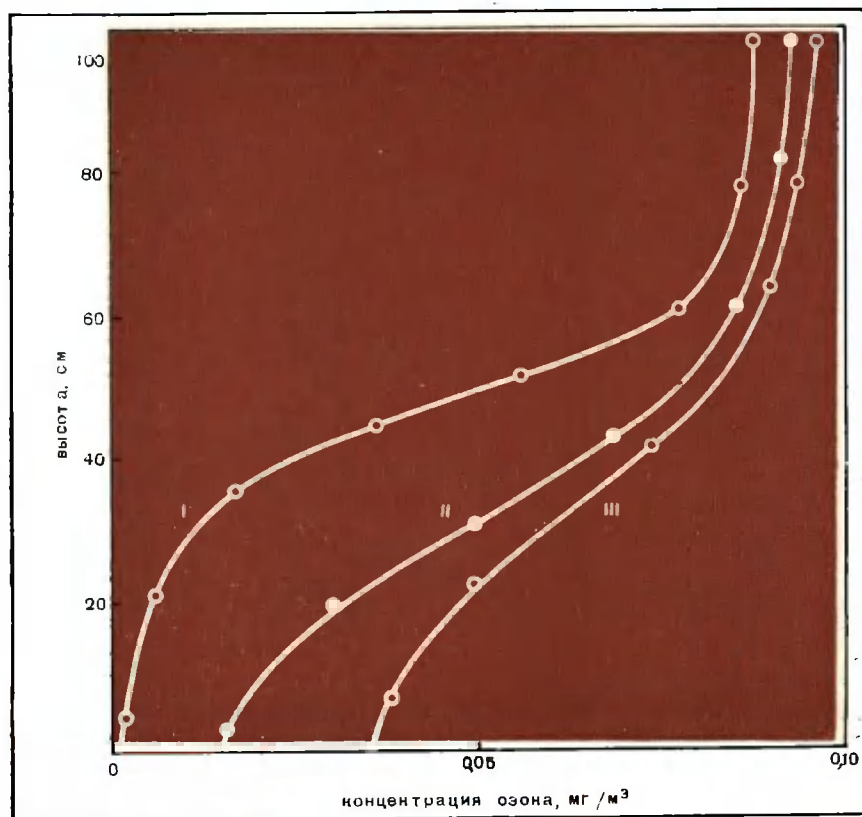


Рис. 4. Концентрации озона в приземном воздухе в зависимости от высоты над поверхностью (при скорости ветра менее 0,2—0,3 м/сек): I — над пойменным озером площадью 2 га; II — над нескошенным лугом; III — над картофельным полем.

душные массы затем увлекаются наклонно нисходящими воздушными потоками, достигая поверхности в нескольких десятках километров впереди облака; при этом концентрация озона обычно достигает 60—100 мкг/м³, но нередко 100—150 мкг/м³ и выше. Поскольку увеличение содержания озона, а также ионов в приземном воздухе за 2—3 часа перед грозами носит регулярный характер, интересно сопоставить концентрацию озона с другими наблюдаемыми в этот период явлениями.

В наших наблюдениях было установлено, что именно распространяющийся сверху воздух с повышенным содержанием озона — начиная примерно с 60 мкг/м³ — загоняет различных насекомых (комаров, мошек) в узкий приземный слой атмосферы, расположенный до высоты 40—60 см над поверхностью воды (или земли — над относительно ров-

ными участками и при маловетреной погоде). На рис. 4 приведены концентрации озона в зависимости от высоты над поверхностью. Озон прекрасно растворяется в воде (в 10—12 раз лучше кислорода, который, в свою очередь, в два раза более растворим, чем азот). Кроме того, озон довольно быстро разрушается при взаимодействии с растительностью, почвогрунтами. Как видно на рисунке, наиболее сильно влияет на уменьшение концентрации озона водная поверхность; в меньшей степени озон разрушается растительностью или поверхностью обработанной почвы. В результате этого эффекта вблизи поверхности воды или земли концентрации озона значительно ниже, чем на уровнях 1—2 м (максимальное уменьшение концентрации для поверхности водоема достигало 20 раз). Поэтому в летнее время перед грозой обычно можно отметить мас-

совое скопление летающих насекомых над поверхностью водоемов, а также охоту за ними птиц (в основном ласточек и стрижей, низко пролетающих над водой) и рыб (в основном головлей, язей, плотвы, почти беспрерывно выпрыгивающих из воды). Естественно, что образование у поверхности защитного слоя с меньшей концентрацией озона происходит лишь в относительно спокойных метеорологических условиях, при скоростях ветра менее 0,5 м/сек. Скопление насекомых в этом слое наблюдается лишь в теплое время, при их достаточном количестве и активности.

Повышенных концентраций озона и ионов избегают и другие насекомые, например муравьи, что легко доказать при воздействии на них озонатора, включаемого непосредственно у муравейника. Известно также, что перед грозами муравьи зарываются глубже в землю, тщательно закрывают входы и выходы или, выходя на поверхность, очень скоро снова укрываются в муравейнике.

Возбуждающее влияние на различных насекомых предгрозовых факторов, по-видимому, общепризнано¹. Перед дождем, особенно перед грозой, насекомые особенно интенсивно подлетают к источнику света, что указывает на их повышенную активность и возбудимость.

Воздействие повышенных концентраций озона и ионов на летающих насекомых легко подтвердить и в лабораторных условиях. Например, в камеру объемом 25 л помещалось несколько сотен различных летающих насекомых. Через одно отверстие в камеру поступал воздух, подвергнутый ионизирующему облучению; через других два — обычный воздух, но в меньших количествах. Примерно с доз 80—100 р насекомые испытывали беспокойство, начинали

¹ Высказывания автора относительно характера воздействия природных концентраций озона на насекомых, животных и растения предположительны. Этот вопрос, несомненно, интересен и с теоретической, и с практической точек зрения, но для достоверности выводов необходимо большее число наблюдений и их тщательное исследование. (Прим. ред.).

учащенно «умываться», беспорядочно летать. При дозах 120—150 р около 15% насекомых отыскивали отверстия с обычным воздухом и вылетали через них навстречу потоку. При 2—3 тыс. р насекомые выбивались из сил, оседая на стенках; при 7—8 тыс. р — падали крыльями вниз на дно камеры, подрагивая лапками, и затем погибали. Эти опыты, а также наблюдения при натурных исследованиях позволяют считать, что полеты насекомых над водой перед ненастьем, по крайней мере частично, обусловлены действием на насекомых ионов озона и окислов азота, образующихся перед грозами.

Озон в повышенных концентрациях воздействует и на растения¹ — угнетает их ассимилирующую активность, вызывает депрессию фотосинтеза, непосредственно повреждает листья, что приводит сначала к их водному набуханию, появлению на них белых налетов и пятнистостей, а затем — к быстрому увяданию. В предгрозовые периоды неоднократно наблюдались гибель урожая и повреждения даже больших лесных массивов.

Растения, вероятно, проявляют определенные защитные реакции против воздействия озона. Это заметно, например, по их поведению в предгрозовые часы, даже при еще совершенно чистом небе². Так, одуванчики перед грозой закрывают соцветия; у желтых кувшинок и белых лилий также тщательно закрываются лепестки. Когда невозможно просто закрыть чувствительную к озону часть растения, характер защитных реакций меняется. Например, перед грозами на длинных усах-остях овса или пшеницы повисают капли жидкости. Выделение влаги перед грозами хвоей сосен происходит настолько интенсивно, что их ветви сплошь покрываются каплями, и нередко еще при совершенно ясном небе из сосен выпадает своего рода дождь,

особенно заметный на ровной поверхности (на асфальте). Эта защитная реакция также совершенно очевидна, поскольку влажная пленка прекрасно защищает материалы от воздействия озона. (Сложенная в несколько слоев и смоченная водой марля была нами рекомендована и успешно применяется как защитная маска при воздействии повышенных концентраций озона на человека).

Однако многое в поведении растений перед грозами казалось неясным. Чем можно было бы объяснить интенсивное выделение растениями не только влаги, но и летучих органических веществ; их усиленное благоухание перед грозами? Точка зрения физико-химика и здесь вполне определена: душистые вещества растений — всего лишь естественные антиозонанты, выделяемые перед грозой для защиты от озона (чем больше в выделениях органических веществ, тем более интенсивным становится и запах). Эта точка зрения была недавно подтверждена специалистом по физиологии растений¹.

Вероятно, повышенные концентрации озона воздействуют и на птиц, вызывая их некоторое беспокойство. Так, замечено, что воробьи перед грозами «купаются» в пыли, слетаясь в большие стаи; утки, чайки и лебеди громко хлопают крыльями, ныряют как можно чаще.

Не исключено, что предгрозовой озон отрицательно воздействует и на людей, вызывая у больных или ослабленных значительное учащение пульса, головную боль, озноб, ломоту в суставах (как следствие предыдущих воздействий) и другие недомогания².

Фотохимический смог в хвойных лесах

Еще один относительно существенный источник образования озона в приземном слое связан с окислением в воздухе органических веществ. Припоминается такой случай. Небольшая экспедиция в конце июля 1961 г. пробиралась по редкому молодому сосняку севернее р. Сухоны (недале-

ко от пос. Нюксеница). Стоял тихий безоблачный день, температура воздуха была около 30°, влажность — примерно 35%. Несмотря на то, что было уже почти 2 часа дня и участники 5-часового похода буквально обливались потом, идти было удивительно легко, все дружно отказались от привала. Настроение у большинства было отличное, в поведении ощущалось какое-то повышенное веселье, нетерпение, взволнованность. Такое же несколько странное самочувствие испытывал и я. Пульс был учащен примерно на 40%, частота дыхания увеличилась почти втрое.

Присматриваясь к окружающим, можно было заметить, что все жадно втягивали в себя воздух, как при курении (кстати, при этом никто не курил). Дышать хотелось ртом и как можно глубже и чаще. Когда все же была сделана остановка для наблюдений, выяснилось, что концентрация озона составляла 196 мкг/м³, т. е. была в 6—8 раз больше обычной. Часа через три настроение у большинства существенно изменилось. При почти полном и мрачном молчании некоторые раздражались по пустякам, жаловались на головную боль, сдавливание в височных областях. Наутро многие жаловались на бессонницу. Такая резкая смена настроений, бодрости и недомогания отмечалась еще в течение нескольких дней, пока стояла тихая жаркая солнечная погода.

На другой день (такой же сухой и жаркий) наблюдения в основном бору проводились на протяжении целых суток. Результаты измерений концентраций озона, а также паров скипидара в воздухе приведены на рис. 5. В периоды максимального повышения концентраций озона над сосновыми массивами, расположенными в низинах, отчетливо просматривалась голубовато-желтоватая дымка, обусловленная возникновением фотохимических аэрозолей.

Представляет интерес оценить токсичность воздуха, воздействовавшего на участников экспедиции. ПДК при изолированном действии составляют для озона 100 мкг/м³, для скипидара 3 мг/м³. При комбинированном действии двух веществ токсичность воз-

¹ См.: В. А. Горбавцов, Влияние ионизированного воздуха и постоянного электрического поля на поступление углекислого газа в листья растений. Диссертация. Институт физиологии растений им. К. А. Тимирязева. М., 1971.

² См.: «Природа», 1965, № 7, стр. 65; 1964, № 9, стр. 120.

¹ В. А. Горбавцов. Указ. диссертация.

² См.: «Труды Высокогорного геофизического института», 1968, № 11, стр. 21.

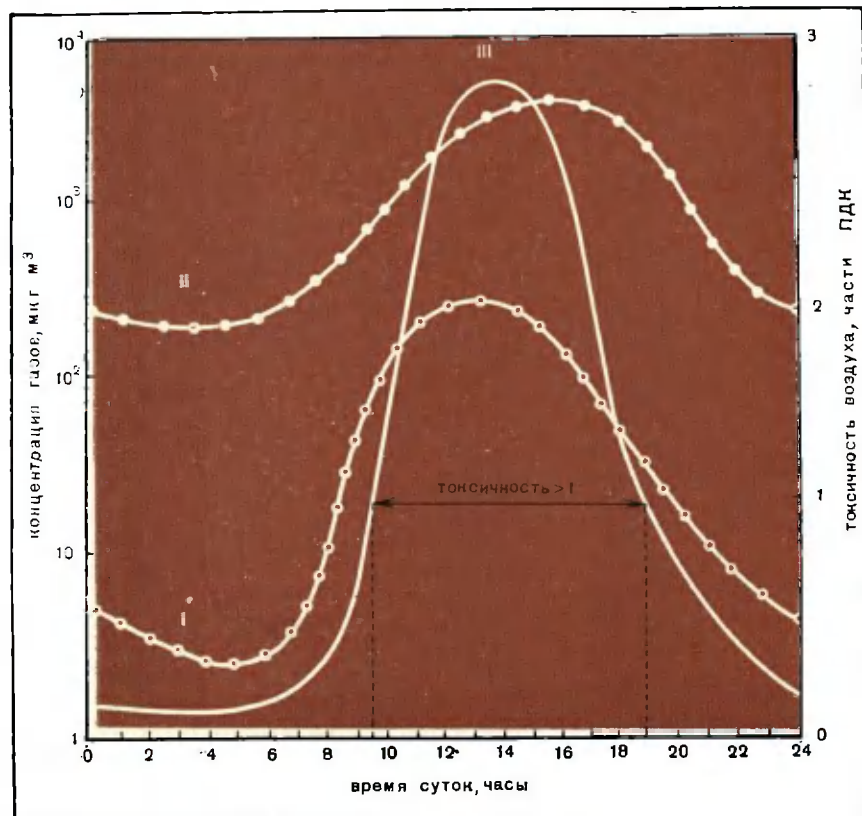


Рис. 5. Зависимость концентраций озона (I), скипидара (II) и токсичности воздуха (III) от времени суток в сосновом бору, где велись наблюдения. Кривые показывают, что в полночь концентрация озона не превышала 4 мкг/м³, скипидара — 0,21 мкг/м³; в течение ночи концентрация озона уменьшилась на 40%, скипидара — на 12%; с восходом солнца концентрации газов стали возрастать и уже к 9 час. достигли для озона 47 мкг/м³, для скипидара — 0,55 мкг/м³. Максимум концентрации озона (185 мкг/м³) отмечен в 13 час., скипидара (3,2 мкг/м³) — в 15 час. дня. В последующем концентрации обоих газов постепенно понижались, достигнув к полуночи 3,8 мкг/м³ для озона и 0,23 мкг/м³ для скипидара. Область повышенной токсичности воздуха, превышающей норму, ограничена на графике стрелками.

духа может быть выражена как сумма концентраций в величинах ПДК. Как видно на рисунке, уже примерно в 9 час. 30 мин. токсичность воздуха достигла единицы, т. е. допустимой нормы, после чего еще повышалась до 13 час. 30 мин. (~2,75). Лишь к 19 час. токсичность снова понизилась до единицы и далее уменьшилась до 0,12. По своему физико-химическому механизму образование озона в хвойных лесах аналогично так называемому фотохимическому смогу, наблюдающемуся в крупных городах при интенсивном загрязнении воздуха выхлопными газами автомобилей или промышленными вы-

бросами¹. Однако токсичность воздуха при фотохимических реакциях в лесах в 30—70 раз ниже, чем при фотохимическом смоге, хотя первое явление и продолжается в течение дня несколько дольше, что обусловлено меньшей подвижностью воздуха в лесных массивах.

Хорошо известно, что воздух хвойных лесов благотворно влияет на практически здоровых людей и детей всех возрастов, оказывает чрезвычайно целебное действие на легочных больных, страдающих гипото-

нией, астенией, неврастенией. Пребывание больных в хвойном лесу, как правило, дает хороший лечебный эффект, способствует более быстрому восстановлению сил. Вместе с тем образование в борах фотохимического смога в определенных случаях сказывается отрицательно. В настоящее время считается доказанным, что сосновый бор, особенно из молодых деревьев, в летнее время противопоказан больным гипертонией, стенокардией, бронхиальной астмой, кардиосклерозом и пороком сердца¹. Повышенные концентрации озона в сочетании со скипидаром и фитонцидами, раздражая сверхчувствительные рецепторы таких больных, вызывают сердцебиение, одышку, спазмы мельчайших бронхов и приступы удушья (у астматиков); сосудистые спазмы и болевые приступы в области сердца и за грудиной (у страдающих стенокардией). Нередко возникает головокружение, ухудшается сон, человек становится раздражительным. Как показали наблюдения, чем тяжелее сердечный недуг, тем хуже чувствует себя больной в хвойном лесу. Такое ухудшение самочувствия обычно отмечается через 10—15 дней, однако у особенно чувствительных больных подобное состояние развивается уже с первых минут пребывания в хвойном лесу. В другие времена года, примерно с сентября по апрель, образования фотохимического смога в хвойных лесах практически не наблюдается, поэтому их воздух может считаться весьма полезным не только для здоровых, но и для всех людей с самыми различными заболеваниями.

Свежесть воздуха — важный природный фактор

Вся наземная живая природа развивается в постоянном контакте со свежим воздухом — содержащим озон и ионы в их естественных концентрациях. Это имеет огромное значение для оздоровления внешней

¹ См.: М. Т. Дмитриев, Фотохимический смог, «Природа», 1971, № 2.

¹ См.: Ю. Я. Керкис, А. М. Полищук. Цивилизация и наследственные болезни. «Природа», 1969, № 1.

среды. Например, небольшие концентрации озона увеличивают скорость роста растений, их биомассу, интенсивность дыхания (особенно в ночное время), повышают содержание в них ряда пигментов (каротиноидов)¹. При воздействии малых концентраций озона или ионов наблюдается усиленный рост цыплят, молодняка сельскохозяйственных животных².

Нельзя пренебрегать также и бактерицидным действием свежего воздуха. Озон резко тормозит рост плесени и грибковых организмов, практически полностью в течение часа (при концентрации 0,3 мг/м³) убивает вирусы гриппа в воздухе и на поверхности стен. Повышенные концентрации озона и ионов быстро снижают число микроорганизмов в воздухе до нормы, что используется для стерилизации воздуха, например в операционных палатах (установлено, что в небольших камерах, где производится искусственная ионизация или озонирование, воздух абсолютно стерилен). Кроме того, атмосферный озон уничтожает в загрязненном воздухе неприятные запахи, разрушает высокотоксичные, канцерогенные вещества (например, 3,4-бензпирен).

Положительное значение факторов свежести воздуха может проявляться самым различным образом. Вот один из примеров. Основные положительно заряженные ионы в атмосферном воздухе—это ионы окиси азота NO⁺. Вследствие отрицательного заряда земли (при напряженности поля в среднем 1 в/см) в приземном слое происходит постоянный приток к поверхности именно ионов окиси азота, имеющей минимальный потенциал ионизации по сравнению с другими компонентами чистого воздуха (9,2 эв). В то время как нейтральная окись азота с водой химически не взаимодействует (а также плохо в ней растворяется), ионы окиси азота непосредственно реагируют с водой, фиксируются различными увлажненными

поверхностями. Прямыми экспериментами нами было доказано, что ионы окиси азота непосредственно поглощаются листьями растений. Поскольку в естественных условиях растения находятся под отрицательным потенциалом до нескольких сотен вольт¹, поток ионов NO⁺ на занятых растительностью участках полностью ею поглощается. Таким образом, ионизированная окись азота служит внекорневым путем подкормки растений (полностью поглощаются ионы NO⁺ также и животными в процессе дыхания).

Качества природного воздуха, обуславливающие его свежесть и запахи, жизненно необходимы для всей живой природы, в том числе для человека. Механизм биологического действия свежего воздуха на организм человека сложен и включает целый комплекс физиологических связей. Первичное его воздействие, очевидно, сводится к непосредственному возбуждению активными частицами поверхности дыхательных путей—обонятельных рецепторов, мерцательного эпителия, нервных окончаний в слизистых оболочках, к повышению активности дыхательных ферментов.

К вторичным воздействиям следует отнести изменение функционального состояния центральной нервной системы, повышение амплитуды некоторых ритмов биотоков мозга, увеличение световой чувствительности зрительного анализатора и другие реакции организма, обнаруженные при концентрациях озона менее 20 мкг/м³. При этом улучшается и общее состояние организма человека. Известно также, что кратковременные воздействия озона и ионов повышают уровень газообмена, увеличивают содержание кислорода в крови, ускоряют восстановление сил после физической нагрузки, повышают работоспособность, уменьшают количество сахара и фосфора в крови (что указывает на повышенную утилизацию этих веществ в тканях). Через 1—2 часа пребывания на свежем воздухе проходят симптомы утомления, обусловленные работой в душном помещении. В обычно встре-

чающихся концентрациях, характерных для курортных местностей, морских побережий, лесных массивов, озон и другие компоненты свежести оказывают прямое целебное действие на человека—стимулируют дыхание, сердечную деятельность, снимают усталость, повышают настроение, успокаивают нервную систему, улучшают сон и аппетит. Лечебные качества свежего природного воздуха совершенно бесспорны и составляют основу курортологии и климатотерапии.

Нетрудно доказать **благоприятное действие искусственно освеженного воздуха**, если в помещении незаметно для окружающих включать озонатор или ионизатор, создающий концентрации озона менее 20 мкг/м³, не вызывающие запаха. В частности, нами установлено, что в результате освежения воздуха число ошибок при перепечатывании текста уменьшается на 15%; скорость переписывания увеличивается на 12%; проведение арифметических действий—на 8% (данные статистически достоверны).

В заключение следует подчеркнуть, что с биологической точки зрения воздух, благодаря его участию в процессе обмена веществ в организме, представляет собой важнейший пищевой продукт, без которого нельзя прожить и нескольких минут. С точное потребление воздуха (для взрослого человека в среднем около 25 кг) значительно превышает потребление воды и пищи (в сумме 2—3 кг). А воздействие его на самочувствие, настроение, производительность труда и эффективность отдыха мы уже отмечали.

Дальнейшие углубленные физико-химические исследования состава природного воздуха, его свежести и запахи, различных реакций и процессов, непрерывно происходящих в нем, влияния способов обработки и кондиционирования воздуха в целях сохранения его свежести и естественного запаха, изучение различных приемов искусственного освежения воздуха позволяют в еще более полной мере использовать этот ценнейший природный фактор.

¹ См.: В. А. Горбачев. Указ. диссертация.

² И. П. Кривошипин. Влияние малых концентраций озона на эмбриогенез. Диссертация. Центральный институт птицеводства, 1971.

¹ См.: «Природа», 1968, № 7, стр. 102.

Современные движения земной коры

А. А. Никонов
Кандидат географических наук



Андрей Алексеевич Никонов, старший научный сотрудник Института физики Земли им. О. Ю. Шмидта АН СССР, занимается геоморфологией и неотектоникой Средней Азии, закономерностями проявления современных движений земной коры. Автор многих научных и ряда научно-популярных работ.

Кажется, что рельеф и геологические структуры не меняются на протяжении жизни многих поколений, и не задумываясь, мы говорим: «твердь земная» и «незыблем как гора». Вплоть до начала нашего века даже многие геологи были уверены, что движения земной коры закончились альпийским циклом—в третичный период. А области, подверженные землетрясениям, где «земля ходила под ногами», считали исключениями.

На самом деле земля «ходит под ногами» практически в любом пункте поверхности планеты. И если мы этих движений не замечаем, то только потому, что они протекают большей частью медленно и плавно.

Геологическая история Земли—это непрерывное и повсеместное, но вместе с тем неравномерное во времени и пространстве перемещение вещества внутри земного шара и на его поверхности. Недаром основные структурные и морфоструктурные элементы в значительной мере выделяются по степени их подвижности и характеру движений.

Среди движений земной коры различают новейшие, отвечающие длительности новейшего геологического этапа (30 млн лет), четвертичные, возраст которых до 1—3 млн лет, и молодые—10—12 тыс. лет. К современным относят измеряемые инструментально движения последних столетий. Трудно сомневаться в тектонической природе новейших, четвертичных и молодых движений. Они зафиксированы в доступных изучению осадочных толщах и структурах земной коры. Современные же движения—текущий процесс, результат которого либо еще отсутствует, либо

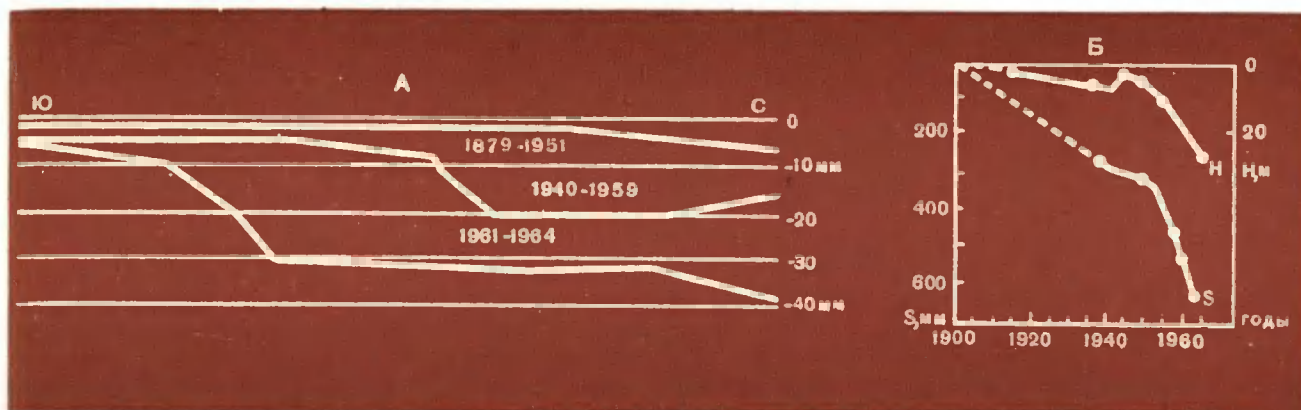
столь мал, что обычными геологическими и геоморфологическими методами не выявляется. Как же удалось получить доказательства перемещения земной поверхности?

Как можно измерить движения земной поверхности

Первые свидетельства относительного движения суши и уровня моря были получены на берегах Балтики в XVII—XVIII вв. А. Цельсием, К. Линнеем и др. В 1731 г. Шведская Академия наук нанесла на скале первую марку, которая положила начало уровнемерным наблюдениям. Они были вызваны жизненными интересами северных стран. Опускание и затопление берегов заставляли строить морезащитные дамбы, отступление моря—переносить порты и менять фарватеры. Ученые полагали, что происходит понижение уровня Балтийского моря, и лишь в начале XIX в. утвердилось мнение о поднятии земной коры Фенноскандии.

В наше время сеть уровнемерных постов на морях дает важный материал для изучения современных движений. Величина средней ошибки определения скорости обычно не превышает $\pm 0,3 \div \pm 0,4$ мм/год.

В последние десятилетия наряду с океанографическими данными для выявления современных движений стали использовать результаты повторного нивелирования вдоль линий государственного нивелирования. Длина линий повторного нивелирования первого класса только в Европейской части СССР измеряется десятками тысяч километров при средней



Оседание земной поверхности на территории Таллина в связи с откачкой грунтовых вод и увеличением территории города. А — график увеличения размеров площади оседания и скорости оседания поверхности города по профилю от торгового порта к югу (составлен Р. В. Лутсаром, 1965). Б — снижение напора в водоносном горизонте (Н) и наибольшее оседание земной поверхности (S) в районе торгового порта (составлен Л. К. Валлане-ром, 1965).

квадратической ошибке $\pm 0,2 \div \pm 0,3$ мм/км и систематической $\pm 0,02 \div \pm 0,04$ мм/км. Около 20 лет назад ошибки достигали $\pm 1 \div \pm 2$ мм/км.

Благодаря усилиям коллектива специалистов, возглавленного известным геоморфологом Ю. А. Мещеряковым, уже в 1958 г. был создан и опубликован первый вариант карты современных движений земной коры значительной части Европейской территории СССР¹. В 1963 г. вышел уточненный ее вариант. Наконец, в 1971 г. Генеральной Ассамблее Международного геофизического и геодезического союза представлена карта современных движений Восточной Европы. Усовершенствование геофизических, океанографических и геоморфологических методов, с одной стороны, и необходимость комплексного изучения современных движений в областях особой сейсмической активности в районах разработки полезных ископаемых и крупных инженерных сооружений — с другой привели к созданию комплексных геофизических (или геодинамических) полигонов в разных районах Советского Союза. Инициатива создания полигонов и координация проводимых на них исследований принадлежит известному геофизику Ю. Д. Буланже.

На территории СССР создано около 20 полигонов, где проводится изучение современных вертикальных и горизонтальных движений земной коры, особенностей геологического строения и рельефа, геофизических полей, сейсмических проявлений. Наибольшее развитие получили исследования современных движений на полигонах в сейсмоактивных районах Средней Азии, исследования в Донбассе, Крыму, на Байкале, Камчатке и Кольском полуострове.

Но не будем забывать, что пока мы в состоянии измерить только перемещения поверхности, а не земной коры. А они отражают движения разного происхождения, интенсивности и периодичности. Кроме собственно тектонических, современные движения включают гидротермические изменения поверхности, происходящие в результате колебания уровня грунтовых вод, сезонных просядков и пучений рыхлых пород, погружения в результате преобразования рыхлых пород, колебания поверхности под влиянием гидрометеорологических факторов.

При изучении современных движений приходится учитывать еще и антропогенные и техногенные факторы, потому что человек все более изменяет процессы, влияющие на высоту земной поверхности. Так, в разных местах штата Калифорния в США откачка грунтовых вод за 20—30 лет привела к оседанию поверхности на

2,7—4,4 м, а откачка нефти и газа — на 6 м. Из-за откачки грунтовых вод земная поверхность в районе г. Ниигата в Японии ежегодно оседает на 0,5 м. Вблизи старейших в нашей стране нефтяных промыслов на Апшеронском полуострове некоторые участки поверхности опустились за 50 лет (1912—1962) на 2,5 м. Даже на сводах антиклинорных структур отмечаются опускания — 15—20 мм/год. В Подмосковном угольном бассейне и Донбассе поверхность над выработками осела более чем на 2 м.

Оседают и многие крупные города, территория которых не подвержена ни оползанию, ни карстовым процессам. Скорость понижения Таллика, например, $-10 \div 30$ мм/год, хотя в целом северозападное побережье поднимается на 2,5 мм/год. В Москве «чаша» оседания расширяется и меняет конфигурацию по мере застройки города. За пределами «чаши» возникла полоса комплексационного поднятия, скорость которого 1—1,8 мм/год. Проседание старых городов можно частично объяснить понижением уровня грунтовых вод при длительных откачках или уплотнением рыхлых пород под строительными нагрузками. Но вот еще один пример: молодой город Апатиты по мере строительства понижается на 0,2—1,0 мм/год. А между тем заложен он на коренных кристаллических породах, грунтовые воды здесь не откачиваются. Оседание этого города

¹ «Природа», 1958, № 9.

трудно объяснить иначе, чем локальным прогибом верхней части кристаллического фундамента.

В конечном счете, экзогенные и техногенные движения могут быть учтены при оценке современных движений земной коры. Они — локальные, кратковременны, нестационарны.

Наиболее трудны учет и количественная оценка роли длительных гидрогеологических изменений, диагенеза рыхлых осадков и экзогенного перераспределения вещества по поверхности Земли. Поэтому приходится принимать во внимание, что результаты измерений, даже освобожденные от гидрометеорологических и техногенных факторов, не везде дают чистую картину собственно тектонических движений.

Собранный в последние годы материал позволяет сделать некоторые выводы о различиях в интенсивности перемещений земной поверхности в тектонически активных и в относительно стабильных платформенных областях, сопоставить горизонтальные и вертикальные современные движения, выявить пространственную и временную связь между современными движениями и землетрясениями. Рассмотрим, как происходят вертикальные движения земной поверхности в наши дни.

Вертикальные перемещения земной коры

Исследования вертикальных движений относятся преимущественно к Русской, Западно-Европейской, Северо-Американской платформам, Балтийскому и Канадскому щитам. Появились также данные о современных движениях в областях горообразования в пределах Альпийского горного пояса Европы, Тянь-Шаня, Северо-Американских Кордильер, части территории Японии. Реальной стала количественная оценка современных движений в областях с разным тектоническим режимом. Нами оценены современные движения крупных структурных элементов земной коры, таких как плиты, щиты, синеклизы, антеклизы, антиклинории, синклинории. Эти движения относят

к региональным. Они охватывают площади в сотни и тысячи километров. Движения более мелких структур — внутрипоровых складок и разрывов условно называют локальными. Они проявляются на участках шириной не более десятка километров.

Основные количественные характеристики современных движений земной коры — скорость и градиент скорости. Величину скорости современных движений по геодезическим и океанографическим данным определяют в среднем за 20—50 лет (при этом средняя квадратическая ошибка составляет $\pm 0,5 \div \pm 1,0$ мм/год). Естественно, что участки, где было установлено влияние экзогенных факторов, исключаются из обработки. Градиент скорости — это частное от деления приращения скорости между двумя изолиниями скорости или пунктами на кратчайшее расстояние между ними. Тогда размерность получаемой величины градиента будет:

$$\frac{\text{расстояние}}{\text{время} \times \text{расстояние}} = \frac{1}{\text{время}}$$

или «величиной», обратной времени, что записывается в расчете на год так: год⁻¹.

Количественные характеристики современных движений показывают, что к малоподвижным, спокойным областям относятся платформы. К высокоподвижным областям, т. е. областям горообразования, относятся геосинклинали и активизированные области на месте геосинклиналей и платформ. Оказывается, скорости региональных движений мало- и высокоподвижных областей нередко соизмеримы. Между тем скорости локальных движений в высокоподвижных областях на 0,5—2 порядка выше таких скоростей на платформах и достигают десятков и сотен миллиметров в год. Еще более различны между собой мало- и высокоподвижные области по градиенту скорости локальных движений.

Чтобы более надежно судить об эндогенной природе движений, можно привлечь данные о молодых движениях за последние 2000—5000 лет, полученные с помощью геоморфо-

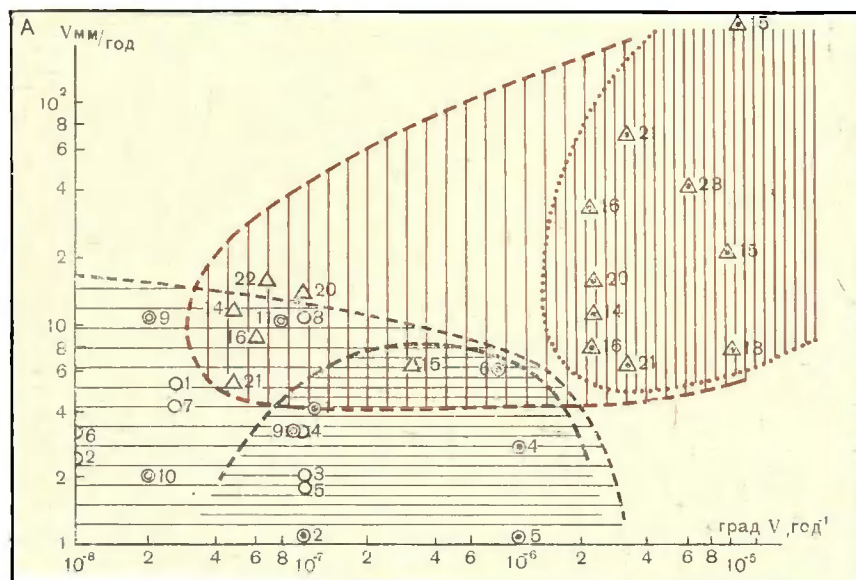
логических, археологических, палеогеографических и других методов, почти свободных от возможного влияния короткопериодических (в десятки и сотни лет) атмосферных и космических воздействий. Оказывается, молодые движения подчиняются тем же закономерностям распределения, что и современные. Основное их отличие от современных заключается в меньших величинах скорости, что может быть связано с неравномерным ходом и переменной знака движений.

Несомненно, современные движения имеют различную интенсивность в пределах материковых платформ и горных областей. Повышенная тектоническая активность орогенных областей проявляется в большей скорости движения — до нескольких см/год. Еще более это различие видно в резко дифференцированном, контрастном характере движений (градиент скорости до $10^{-7} \div 10^{-5}$ год⁻¹).

Внутри крупных геотектонических областей имеются более активные локальные структуры и зоны разломов, где величины скорости соответственно возрастают в несколько раз, а градиент — на порядок. В пределах платформ величины скорости обычно меньше в 2—3 раза, а градиент в 10—100 раз.

Следует отметить любопытную деталь: ряд «точек» на платформах нарушает картину четкого распределения современных движений на малоподвижные и высокоподвижные области. Это — Балтийский и Канадский щиты, Шпицберген. Скорости современных движений здесь более высоки, чем обычно на платформах — до 10 мм/год. Однако эти исключения не нарушают, а скорее подтверждают общее правило. Заметим, что все эти районы подвергались последнему покровному оледенению. Оно и является причиной повышенных скоростей воздымания.

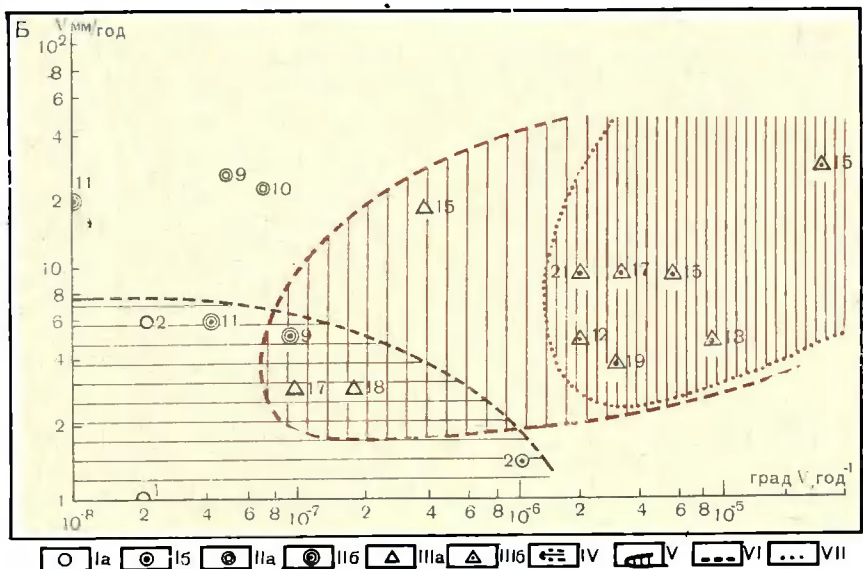
Концепция гляциозостази — восстановления равновесия участка земной коры, нарушенного нагрузкой материковых льдов, развивается в течение многих десятилетий. Факты, собранные в Фенноскандии, Канаде, на Шпицбергене, подтверждают, что центральноледниковые области последние 12—16 тыс. лет испытывают



Различия интенсивности движений платформенных (черная горизонтальная штриховка) и геосинклинальных и активизированных областей (коричневая вертикальная штриховка). А — современные движения. Б — молодые движения. Графики составлены в логарифмическом масштабе А. А. Никоновым, 1969 г. По вертикальной оси — максимальные скорости движений, по горизонтальной — максимальные градиенты скоростей.

Ia — региональные движения платформ, не подвергавшиеся последнему оледенению или рано от него освободившиеся:

1 — центральные части Русской платформы, 2 — территория Эстонии, 3 — Польская низменность, 4 — Северо-Германская низменность, 5 — территория Нидерландов, 6 — Парижский бассейн, 7 — Западно-Сибирская плита, 8 — Туранская плита. IIa — региональные движения платформенных областей, недавно освободившиеся от ледниковой нагрузки: 9 — Фенноскандия, 10 — Шпицберген, 11 — Канадский щит. IIb — локальные движения тех же областей. IIIa — региональные движения высокоподвижных областей земной коры, геосинклинальных и активизированных: 12 — Северные Аппенины, 13 — Скопленская котловина Македонии, 14 — Карпаты и Предкарпатье, 15 — Предкавказье, частично Закавказье, 16 — Копет-Даг, 17 — Месопотамская низменность, 18 — Афгано-Таджикская депрессия, 19 — Ферганская депрессия, 20 — северные предгорья Тянь-Шаня, 21 — Японские острова, 22 — Кордильеры Северной Америки, 23 — Камчатка. IIIb — локальные движения тех же областей. IV — поле мало подвижных областей; V — поле высокоподвижных областей; VI — граница поля локальных движений мало подвижных областей; VII — граница поля локальных движений высокоподвижных областей.



сводовое поднятие, максимальное над теми участками, где бывшие ледниковые покровы достигали наибольшей мощности.

После составления первой карты современных движений на территории Карелии и Кольского полуострова появилась возможность оценить современные движения Фенноскандии в целом. Максимальное поднятие в бывшей центральноледниковой области достигает в настоящее время 9,5 мм/год (в пределах СССР — до 4—6 мм), между тем в перифериче-

ских частях Фенноскандии поднятия сменяются опусканиями.

Сначала в 50-х годах в Фенноскандии, а затем в СССР (Кольский полуостров) появились данные о замедлении скорости поднятия в поздне- и послеледниковое время. Недавно проведены исследования с применением радиоуглеродных датировок морских уровней и введением поправки на эвстатические повышения уровня Мирового океана в послеледниковое время. Они показали убывание скорости голоценового поднятия

Фенноскандии и Канады. Суммарная скорость послеледникового воздымания этих областей уменьшалась по мере сокращения площади оледенения и упала от 4—6 см/год до миллиметров и десятых долей миллиметра в год.

Таким образом, куполообразный характер поднятия областей бывшего оледенения, сокращение площади поднятия и уменьшение его скорости, отсутствие, как правило, тесного согласования с морфоструктурами кристаллического фундамента — все



Схема современных движений Фенноскандии по гидрографическим и геодезическим данным. Скорости движений даны в мм/год. Эвстатическое повышение уровня Мирового океана учтено путем добавления $+0,8$ мм/год. (Зарубежная территория — по Л. Асплунду, Т. Куккамяки, Э. Кялярайнену, О. Симонсену, территория СССР — по А. А. Никонову, Ю. Ю. Рандарву и Л. Р. Серебряному.)

это свидетельствует о ведущей роли гляциоизостатического фактора в современных движениях этих областей.

Все это, однако, не значит, что собственно тектонические, как региональные, так и локальные движения в областях недавнего покровного оледенения не проявляются. Установлено, что гляциоизостатические движения в периферических частях Фенноскандии переходят в тектонические. На восточной окраине, в зоне переходной к Русской платформе, движения поверхности имеют блоковый характер с разным знаком и согласуются с морфоструктурами, что можно считать показателем тектонической природы современных движений. Имеются и другие факты в пользу тектонических движений. При решении этих вопросов задача, видимо, заключается в том, чтобы найти

верное соотношение гляциоизостатической и тектонической природы движений.

Таким образом, некоторые закономерности вертикальных движений можно считать установленными. Гораздо меньше изучены горизонтальные движения земной коры.

Горизонтальные движения земной коры

Когда заходит речь о горизонтальных движениях земной коры, большинство собеседников в первую очередь готовы обсуждать проблему дрейфа континентов. Эта проблема в последнее время стала актуальной и модной темой, благодаря появлению новых данных.

Может создаться впечатление, что проблема дрейфа континентов ре-

шена окончательно. Однако ученые, изучающие современные движения, так не считают. Уверенно говорить о происходящих на наших глазах движениях материков, измеряемых метрами в год, как это предполагал А. Вегенер, не позволяют данные повторных триангуляций и астрономические наблюдения. Возможные движения со скоростью в несколько сантиметров или десятков сантиметров в год пока что не выявлены, так как находятся в пределах точности применяемых методов.

Гораздо более определенные и не менее важные данные относительно величин горизонтальных движений земной коры получены на отдельных активных участках. Наиболее длительные и подробные измерения проводились на разломе Сан-Андреас в Калифорнии. В сущности, здесь не один разлом, а целая система разломов, большей частью параллельных Тихоокеанскому побережью США, реже — косых и секущих. После катастрофического землетрясения 1906 г. была проведена повторная триангуляция территории на 270 км вдоль разлома. Было выявлено правостороннее сдвигание ряда пунктов на 2—6 м в направлении разлома и возникших на поверхности трещин. По мере удаления к западу и востоку от трещин величина вектора смещения уменьшалась. Детальная обработка материалов наблюдений показала, что до землетрясения пункты смещались со средней скоростью 5,2 см/год, во время землетрясения они скачком переместились в среднем на 3 м в обратном направлении, после чего опять началось их медленное движение на север.

В настоящее время осуществляется комплексная программа наблюдений за современными движениями и сейсмичностью, которая охватывает измерениями территорию протяжением около 600 км вдоль главного калифорнийского разлома. Отдельные участки системы за 1959—1966 гг. смещались на 1,4—2,5 см/год, другие участки были практически неподвижны. Показательно, например, что одна из ветвей разлома, разлом Хайвард, за 1961—1965 г. правосторонне смещалась со скоростью 1,4—1,5 см/год. В последние четыре года

(1968—1971) скорость смещения вдоль этого разлома в районе залива Сан-Франциско составляет 4—6 мм/год, южнее, в окрестностях г. Холлистера — 13 мм/год, на расстоянии 85 км к юго-востоку — 35 мм/год, и, наконец, у соединения с разломом Гарлок близ г. Гормен движения сходят на нет. В то же время вертикальные смещения в этой области незначительны.

В последние годы измерения современных горизонтальных движений проводятся и в нашей стране. В пределах Украинского кристаллического щита расположен древний глубинный разлом (сбросо-сдвиг), он ограничивает с запада Криворожский железорудный бассейн. При сравнении триангуляций 1950 и 1970 гг. здесь выявлено максимальное горизонтальное смещение, связанное с правосторонним криворожским сбросо-сдвигом, скорость которого 21 см/год. Амплитуда относительных вертикальных движений здесь всего 2—5 мм/год.

В сейсмоактивной зоне на Гармском полигоне вблизи пос. Гарм в Таджикистане было установлено, что векторы смещения крупного Сурхобского (Гиссаро-Кокшаальского) разлома за 1948—1949 гг. направлены на эпицентр произошедшего между триангуляциями разрушительного Хатинского землетрясения. Смещения здесь достигают десятков миллиметров (до 108 мм), что втрое превосходит ошибку измерений. В следующем году было отмечено попятное движение ряда точек к положению 1948 г.

При сравнении триангуляций 1949—1950 и 1968—1970 гг. выяснилось, что южное крыло придвинулось к северному на 30—40 см, т. е. среднегодовая скорость горизонтальных движений была от 12 до 17 мм/год. А среднегодовая скорость вертикальных движений на той же линии не превышает 3,5—4 мм, т. е. в три—пять раз меньше. Отмечен и еще один любопытный факт. На южном, активном крыле разлома низко расположенные в рельефе точки сместились меньше, чем высокорасположенные — соответственно на 13 и 17 мм/год. Можно предположить, что уже на глубине около полукилометра вертикальные

движения преобладают. Это наводит на мысль, что в данном случае горизонтальное движение — только поверхностное, т. е. мы имеем здесь дело с так называемым «козырьковым» надвигом, плоскость которого на глубине приближается к вертикальной.

По-видимому, приведенных примеров достаточно, чтобы заключить, что горизонтальные движения во многих случаях имеют скорости, на порядок большие по сравнению с вертикальными, осуществляются неравномерно во времени и вдоль разломов, и в сейсмичных районах тесно связаны с землетрясениями.

Современные движения и сейсмичность

Сейсмологи и геофизики считают, что землетрясения являются мгновенной разрядкой напряжений, накапливающихся в определенных, обусловленных геологическим строением участках земной коры.

Каким бы внезапным ни представлялось нам землетрясение, оно всегда имеет период подготовки, период концентрации внутриземной энергии в определенных тектонических зонах. Несомненно, и тектонические процессы, в том числе и современные движения земной коры, вызваны накоплением и проявлением внутриземных тектонических напряжений. Естественно поэтому искать корреляционную связь между землетрясениями и современными движениями земной коры. Советский геофизик М. В. Гзовский исследовал связь между максимальной интенсивностью землетрясения и величиной градиента скорости тектонических движений. Она осуществляется через скорость деформации пород на определенной глубине, величину максимальных касательных напряжений и вязкость вещества.

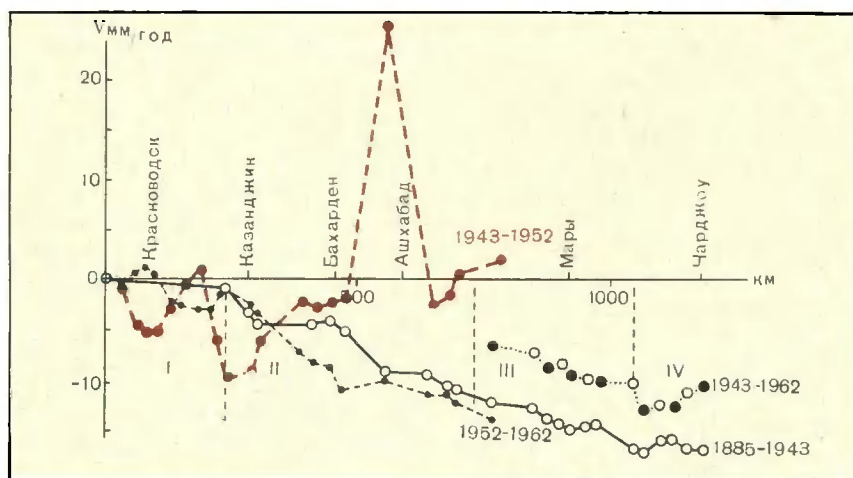
До недавнего времени геологи и сейсмологи сопоставляли области с различными сейсмической активностью и режимом и геоструктурные области, тектоническая активность которых была известна за десятки — сотни, в лучшем случае — за единичные миллионы лет. Такие сопоставле-

ния правомерны, необходимы, но недостаточны. Образно говоря, это похоже на сопоставление средних климатических показателей прошлого столетия с погодными характеристиками текущей недели. И только изучение современных движений земной коры позволяет сравнивать в количественном выражении сейсмические и тектонические явления одного временного диапазона.

Очевидно, наибольшая современная тектоническая активность присуща геосинклиналям и активизированным областям земной коры, которые одновременно и наиболее сейсмоактивны.

В случае недостатка инструментальных данных о каком-либо районе, по графикам градиента современных движений, построенным с учетом других факторов, можно приближенно определить сейсмическую опасность района. Но, как правило, необходим более детальный прогноз участков возможных землетрясений. Очень важным может быть выявление зон с повышенной скоростью и градиентом скорости современных движений, т. е. активных в настоящее время локальных структур. В Средней Азии, например, измерениями на полигонах установлено, что движения над рядом активных разломов земной коры имеют скорость на порядок больше скорости региональных движений (от нескольких миллиметров до нескольких десятков миллиметров в год, а градиент — на один-два порядка больше ($10^{-6} \div 10^{-5}$ год $^{-1}$)). Конечно, о сейсмической опасности нельзя судить по одним только движениям поверхности, хотя бы потому, что соотношения между этими явлениями зависят от механизма деформирования земной коры, степени развития разрывов, структуры и механических свойств деформируемой области.

М. В. Гзовский выделил несколько типов соотношения сейсмичности с современными движениями на поверхности, в том числе такие, когда высокие касательные напряжения (и, следовательно, высокая сейсмическая опасность) в земной коре или под ней не проявляются в повышенных значениях градиента скорости или высокие значения скорости и гради-



Графики изменения величин скорости вертикальных движений земной коры по трассе Красноводск — Чарджоу. I — Балхано-Кубадагская антиклинальная зона; II — Предкопетдагская предгорная впадина; III — Мургаб-Тедженская зона четвертичного поднятия; IV — Восточно-Каракумская зона четвертичного погружения. В период 1943—1952 гг. вблизи Ашхабада, где в 1948 г. произошло катастрофическое землетрясение, скорости современных движений резко возросли. (График составлен И. Н. Мещерским в 1968 г.)

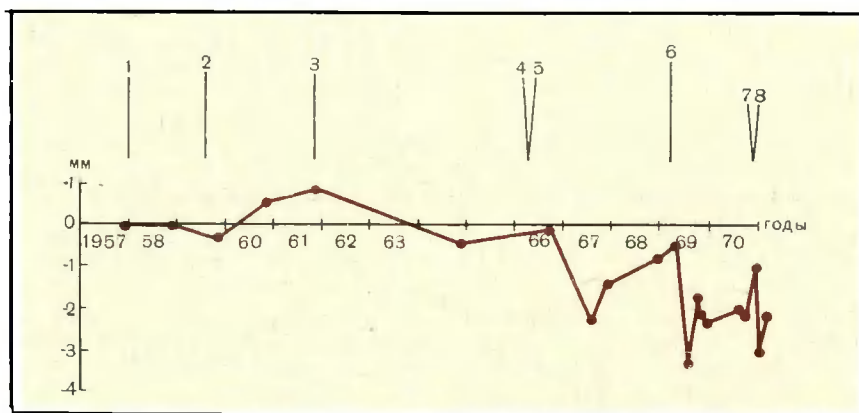


График современных движений сейсмоактивного района Средней Азии, Гармский полигон в Таджикистане (по В. Б. Энману, 1971). Среднее смещение северного крыла Сурхобского разлома в миллиметрах за 1957—1970 гг. и моменты землетрясений 12—14 энергетических классов (вверху). Поднятия предшествуют, опускания следуют за моментами землетрясений. (1—8, последовательность землетрясений).

ента в одном месте соответствуют накоплению напряжений и сейсмической опасности в другом участке.

Например, в окрестностях г. Гарма в Таджикистане сотрудники Института физики Земли АН СССР установили вертикальные смещения южного крыла одной из ветвей Сурхобского разлома со скоростью 11—16 мм/год. Однако землетрясений на этом участке не зафиксировано, они происходят в 25—30 км южнее и связаны

с другой, параллельной Сурхобской зоной разломов.

Обычно специальные нивелировки показывают смещения поверхности после сильных землетрясений. А при катастрофических землетрясениях даже разрывы коренных пород достигают на поверхности десятков километров, а смещения крыльев разломов — десятков метров. Подобные сейсморазрывы и смещения сопровождали все катастрофические зем-

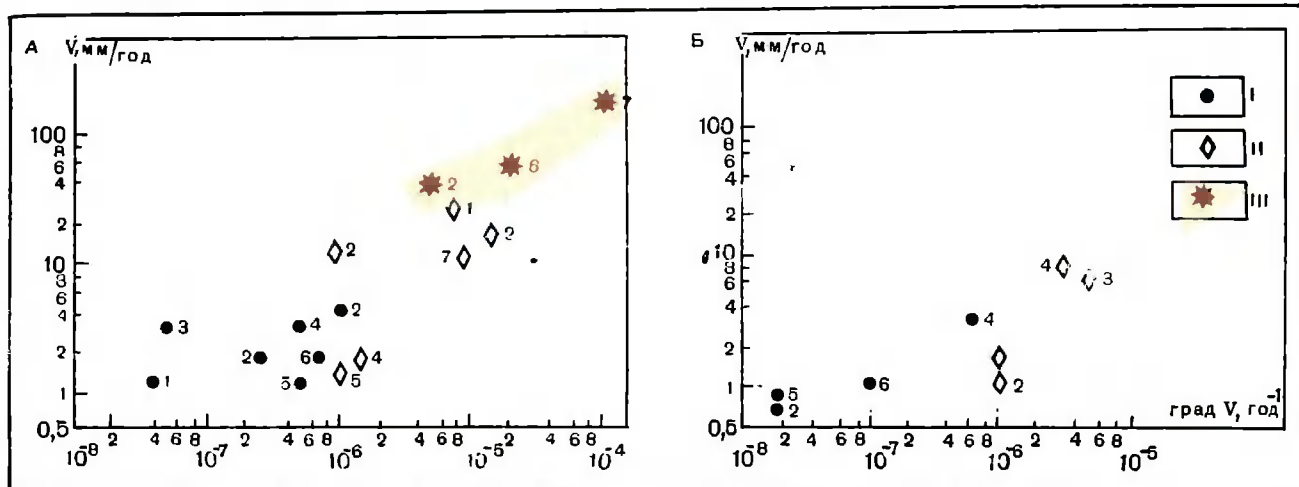
летрясения (Ашхабадское 1948, Гоби-Алтайское 1957, Чилийское 1960, Аляскинское 1964 и др.) и зафиксированы точными измерениями. Сейчас важнее изучить динамику современных движений перед землетрясениями и на этой основе предсказать время землетрясений.

На пути к прогнозу землетрясений

Тектонисты полагают, что скорость тектонических движений неравномерна во времени, а сами движения меняют знак на протяжении миллионов или сотен тысяч лет. Но нынешние скорости движений на несколько порядков превышают скорости, рассчитанные для прошлых геологических эпох и периодов. Поэтому некоторые исследователи делали вывод о нарастании темпов тектонических движений и процесса горообразования. На самом деле такое «ускорение» происходит от алгебраического суммирования и усреднения движений разного знака и разной скорости.

Последние данные показывают, что в ряде случаев современные движения как в мало подвижных, так и в высокоподвижных областях неравномерны и знакопеременны. Материалы, собранные в высокоподвижных областях, позволили подразделить современные движения на медленные — вековые и быстрые — сейсмические. Основы такого деления заложены еще известным сейсмологом Б. Б. Голицыным. В последние годы, когда была выявлена тесная связь медленных и быстрых движений в сейсмоактивных областях, началось комплексное их изучение. Многие специалисты теперь близки к пониманию генетического единства современных медленных (десятилетия, годы, месяцы) тектонических и быстрых (недели, часы, секунды) сейсмических движений и рассматривают те и другие как проявления единого процесса накопления напряжений в земной коре и их разрядки.

Какие же факты положены в основу этих представлений? В 30-х годах нашего столетия в Японии обратили внимание на ускорение и аномальный ход движений земной поверхно-



Графики максимальных скорости и градиента скорости современных (А) и молодых (Б) движений земной коры на среднеазиатских полигонах (в логарифмическом масштабе, составлены А. А. Никоновым, 1971).

Медленные движения: I — региональные движения, II — локальные движения (над разломами).

Быстрые движения: III — движения, связанные с землетрясениями. Названия полигонов: 1 — Алма-Атинский, 2 — Ашхабадский, 3 — Гармский, 4 — Нимичский, 5 — Талгарский, 6 — Ташкентский, 7 — Руноу. Хорошо выделяются группы точек, характеризующие региональные и локальные движения, а также движения, близкие по времени крупным землетрясениям.

сти перед крупными землетрясениями и во время них. За несколько лет перед крупными землетрясениями (магнитуда больше 5) отмечались то поднятия, то опускания поверхности на несколько десятков сантиметров. Наиболее известен в литературе пример Ниигатского землетрясения 1964 г. с магнитудой 7,5, за десять лет до которого начались аномальные поднятия реперов. Величины поднятия на расстоянии 40 км от эпицентра достигла 7—8 см, во время землетрясения движения изменили знак на противоположный. В Японии наблюдали около 20 случаев аномальных движений перед землетрясениями амплитудой в 5—15—20 см. Подобные наблюдения производились и в других странах, и теперь в активе исследователей имеются аналогичные данные по Аляске (землетрясение 1964 г.), Венгрии (землетрясение 1956 г.).

В нашей стране на Алма-Атинском и Ашхабадском полигонах выявлена тесная связь медленных движений с сейсмическими проявлениями. Налинии повторного нивелирования Красноводск — Чарджоу, в период 1943—1952 гг. вблизи Ашхабада, где в 1948 г. произошло разрушительное землетрясение, скорость современных движений пикообразно возросла

до +25 мм/год против —5 ÷ —10 мм/год в предшествующий и последующий периоды. Эту аномалию вполне естественно связывают с землетрясением.

На Гармском геофизическом полигоне, где повторное высокоточное нивелирование ведется с 1957 г. ежегодно, а с 1968 г. по несколько раз в год, установлено, что поднятия поверхности на несколько миллиметров предшествуют, а опускания — следуют за землетрясениями 9—14 классов, происходящими на расстоянии 25—30 км¹.

Полученные на полигонах Средней Азии данные позволили сделать некоторые обобщения и выразить их графически (см. рис. на стр. 31). К сожалению, пока мы имеем лишь алгебраическую сумму каждого показателя связанных с землетрясениями движений, которая включает предварительные, сопутствующие и последующие за землетрясением движения. Тесная связь современных движений с землетрясениями в высоко-

подвижных областях, таким образом, становится несомненной. Но прежде чем вплотную подойти к прогнозированию землетрясений на этой основе, предстоит решить немало научных, методических и технических вопросов, собрать и обработать большой статистический материал.

Заглянем в глубь Земли

Современные движения земной коры, фиксируемые на поверхности, имеют свои глубокие причины. Трудно сомневаться в том, что движения поверхности связаны с перемещением вещества в земной коре или верхней мантии. Недаром изучение движений земной коры велось в рамках международного проекта «Верхняя мантия». Изучение современных движений все еще находится в стадии накопления фактов, но рядом советских ученых уже были предприняты попытки генетического истолкования имеющихся данных, выявления связи поверхностных движений с глубинными.

Гляциостатическая природа вертикальных движений в бывших ледниковых областях уже отмечалась. Естественно было искать общие причи-

¹ В. Б. Энман, А. К. Певнев. Об изменении скоростей современных движений земной коры на Гармском и Нимичском полигонах. В сб.: Изучение современных движений земной коры на стационарных геофизических полигонах. Ашхабад, 1970.

ны движений в изостатическом уравновешивании земной коры и в других местах. Для этого, прежде всего, необходимо было сопоставить распределение современных движений с гравитационным полем¹.

Выяснилось, что наиболее ярко выраженные максимумы поднятий и опусканий территориально соответствуют близким к нулевым изостатическим аномалиям. То есть можно говорить лишь о приближении к изостатическому равновесию в одной части и удалении от него в другой части одного и того же района, нередко в пределах одной геологической структуры. Следовательно, современные вертикальные движения не имеют прямой связи с изостатическим выравниванием земной коры.

Для вертикальных движений новейшего времени, по данным М. Е. Артемьева, характерно преобладание движений против сил изостатического выравнивания. Аномалии в десятки миллигал, фиксируемые на платформах, не могут быть связаны с плотностными неоднородностями в литосфере и непосредственно подстилающем ее слое. Эти факты заставили искать причины движений более глубоко, в верхней мантии, и не только в процессах перемещения вещества, но и в изменениях его объема. Но и на этом пути встало весьма существенное затруднение. С одной стороны, трудно принять неизменность знака движений в течение даже короткого геологического времени в десятки — сотни тысяч лет. С другой стороны, геофизики считают невозможной смену знака движений или вызвавших их изменений температуры в мантии менее чем за 10—100 тыс. лет. Действительно, время ослабления напряжений (релаксации) для слоя толщиной в 1 км составляет 10 тыс. лет, движения конвекции в мантии также не могут происходить быстрее.

Выход из этого затруднения был предложен советским геофизиком Е. В. Артюшковым. Движения верхних частей мантии передаются зем-

ной коре через астеносферу — слой пониженной вязкости на глубинах 60—250 км. Отличаясь по своим физическим качествам от выше- и нижележащих слоев, астеносфера, благодаря ускоренному боковому растеканию вещества, способна так трансформировать свои движения, что простое изменение скорости первичного поднятия у подошвы астеносферы может привести к остановке поднятия земной коры и даже к ее опусканию. Иными словами, изменение знака движений на поверхности не требует изменения направления первичного движения в верхней мантии. Значит, величина поднятия на поверхности зависит не от величины поднятия нижней границы астеносферы, а от скорости ее поднятия.

По расчетам Е. В. Артюшкова, скорость движения мантии под астеносферой составляет несколько сантиметров в год. За сотни тысяч лет это может вызвать (с учетом влияния эрозии и аккумуляции на поверхности) смещение коры на несколько сот метров, что совпадает с амплитудой новейших движений на платформах. Интересно, что для перемещения в вертикальном направлении блока литосферы в несколько сот кубических километров достаточно нагрузки в 10 кг/см².

Но что же все-таки служит причиной появления дополнительных нагрузок и перемещений вещества в мантии? Согласно гипотезе советского геофизика В. А. Магницкого, движения коры связаны с процессами ее создания, а именно, с изменением температуры и объема глубинного вещества в процессе выделения из мантии относительно легких и легкоплавких веществ. Осуществляется такая дифференциация путем зонной плавки вещества мантии (перехода ромбического оливина в шпинель) на глубине около 400 км. Изменение плотности и объема при этом составляет около 10%, что, по расчетам, может обеспечить реально существующие на поверхности скорости и амплитуды движений.

Характер современных движений в высокоподвижных областях, а также горизонтальные движения земной коры ждут еще объяснения с геофизической точки зрения.

Появление новых данных о современных движениях земной коры в скором времени, по всей вероятности, вызовет к жизни новые гипотезы и теории происхождения современных движений, обеспечит прогресс в познании закономерностей их проявления. Все это даст надежную основу геологической теории и практике строительства и освоению прибрежных, тектонически подвижных, сейсмоактивных территорий, а также районов крупных инженерных сооружений. А строительство и эксплуатация таких сооружений, как гигантские синхрофазотроны, лазерные установки для дальних локаций, установки для космических стартов требуют столь точного знания и учета относительной и абсолютной высоты поверхности и их изменений, которые еще недавно показались бы фантастическими.

УДК 551.24

Рекомендуемая литература

ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННЫХ ДВИЖЕНИЙ ЗЕМНОЙ КОРЫ. Третий Международный симпозиум. Л., 1968; М., 1969.

СОВРЕМЕННЫЕ ДВИЖЕНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ. Сб. статей, № 1, М., Изд-во АН СССР, 1963.

СОВРЕМЕННЫЕ ДВИЖЕНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ. Сб. статей, № 2. Тарту, 1965.

СОВРЕМЕННЫЕ ДВИЖЕНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ, № 3 и № 4, М., 1968.

¹ Такую работу на территории Русской платформы выполнили геофизики В. А. Магницкий и И. В. Калашников, используя данные М. Е. Артемьева по аномалиям силы тяжести.

Таинственный остров Лорд-Хау

М. А. Ахметьев

Кандидат геолого-минералогических наук

...Вряд ли удастся найти еще где-нибудь остров сходных размеров со столь богатой и разнообразной флорой, как Лорд-Хау.

Джон Дафф. 1882 г.

Лорд-Хау и Норфолк — ...два наиболее интересных океанических острова в мире.

Рональд Гуд. 1956 г.



Михаил Алексеевич Ахметьев, работает в Геологическом институте АН СССР. Занимается изучением древних растений, стратиграфией и палеогеографией кайнозоя. Многие годы работал в Приамурье и Приморье. Участник 49-го рейса «Витязя». Автор многих научных статей по палеоботанике и геологии различных районов Дальнего Востока, а также научно-популярных статей в журнале «Природа».

Пятидневная стоянка в Сиднее — и «Витязь», совершающий свой 49-й рейс, снова в Тасмановом море. Начало второй половины лета. Направляемся к Новой Зеландии. Но прежде чем спуститься в «ревушие сороковые» широты и обойти Южный остров, идем сначала северо-восточным курсом к маленькому скалистому островку Лорд-Хау.

Раннее утро. С порывами ветра по палубе барабанит дождь. Остров уже где-то рядом, но тяжелые облака, почти сливающиеся с морем, скрывают его. Только часа через два слева и справа от судна в просветах неожиданно выступили горы. «Витязь» почти вплотную подходит к рифам и останавливается. Начинаются сборы, обычные перед высадкой...

О загадках острова Лорд-Хау

В официальных справочниках сведения о Лорд-Хау весьма скудны.

Несравненно больше внимания уделено ему в научной литературе. Предварительное знакомство с ней до выхода в рейс убеждает, что Лорд-Хау принадлежит к числу наиболее интересных островов земного шара. Его смело можно считать одним из ключевых звеньев в решении таких важных проблем, как происхождение впадины Тасманова моря и выяснение геологической истории части Тихого океана, расположенной к северо-востоку от Лорд-Хау.

Впервые советским ученым представляется возможность своими глазами увидеть таинственный остров, попытаться подойти к расшифровке его геологической истории путем анализа исторических связей флоры и фауны Лорд-Хау.

750 км отделяют Лорд-Хау от Сиднея, свыше 1500 км — от Окленда, расположенного на севере Новой Зеландии. Длина острова 9,6 км, максимальная ширина 2,9 км, а в средней, низменной части она не достигает и километра.

На географической карте Лорд-Хау появился на закате «эпохи великих географических открытий». Во время второго путешествия Джеймсу Куку на пути из Новой Каледонии попался никем не отмеченный ранее лесистый островок. Его окрестили Норфолком. Когда в 1787 г. первый австралийский губернатор Артур Филлип получил указания об организации английских поселений в Тихом океане, корабль с колонистами был отправлен из Сиднея на Норфолк. На второй день после выхода судно прошло мимо группы скалистых необитаемых островков. Самый крупный из них был назван Лорд-Хау в честь первого лорда Адмиралтейства конца XVIII в. Позднее имя адмирала Хау стало известно не только кругу географов и историков. Геологам, геофизикам и особенно океанологам хорошо знакомо «поднятие Лорд-Хау» — крупная структура океанического дна, протянувшаяся на тысячи

километров от юга Новой Зеландии до Большого Барьерного рифа у северо-восточной оконечности Австралии. Как раз в средней части этого поднятия, на его западном склоне, и находится остров Лорд-Хау. Ботаники знают пальму говею (*Howea*). Вот уже десятки лет она украшает оранжереи, ботанические сады и парки тропиков и субтропиков, но не все помнят, что свой путь она начала с этого маленького острова и тоже названа в честь Хау.

Кто-то из ученых удачно заметил, что океанические острова — это лаборатория природы. Длительная их изоляция приводит к созданию своеобразной фауны и флоры. И так в любом океане, где бы эти острова ни находились. Подтверждение этому — архипелаги Галапагос и Хуан-Фернандес, Сейшельские о-ва и Новая Каледония, Гавайи и о. Святой Елены. В полной мере это относится и к Лорд-Хау. Именно об этом острове мелькают в научной печати броские заголовки — «Мадейра Тихого океана», «Рай для натуралистов», «Лорд-Хау — загадка Тихого океана».

Что же загадочного таит в себе остров и пространство, окружающее его?

Геологам предстоит объяснить природу валлообразного подводного поднятия Лорд-Хау, отделенного от Австралийского континента глубоко-водным Тасмановым морем. Для поднятия характерен субконтинентальный, а местами и континентальный тип земной коры, при средней толщине ее 15—20 км и максимальной — 36 км. Это наводит на мысль, не является ли оно частью гипотетического материка Тасмании (или Пацифиды), ныне скрытого водами Тихого океана¹. На самом острове интересно выяснить происхождение посторонних включений в базальты, состоящих из ультраосновных щелочных пород с крупными кристаллами оливина и пироксена. Ничего подобного на других островах нет. Но, по-



Местоположение острова Лорд-Хау.

жалуй, еще более загадочны фауна и флора острова. Несмотря на то, что он находится вблизи австралийского континента, на нем почти нет растений, образующих основное ядро австралийской флоры — казуарин, акаций, эвкалиптов. Протеиные¹, представленные на континенте сотнями видов, здесь также почти отсутствуют. Конечно, нельзя сказать, что на острове вообще нет растений и животных, общих с австралийским материком. Они есть, часть их принадлежит к той группе видов, ареалы которых занимают обширные пространства в Южном полушарии, а иногда и в обоих полушариях. Это так называемые космополиты, для расселения которых океан не является серьезной преградой. Собственно же австралийских растений значительно меньше. В то же время на острове растут белорозовые «свадебные» лилии *Morgaea robinzoniana* (Moore et Muell.) Bentham, ближайших родственников которых можно встретить только... в Южной Африке. Еще более удивительны черты сходства флоры о. Лорд-Хау с флорой о-вов Хуан-Фернандес, расположенных у берегов Чили, хотя тысячи миль разделяют эти острова.

Гипотезы происхождения острова и его органического мира

Необычность острова быстро привлекла к нему внимание ученых. Во

¹ Казуариновые и протеиные — семейства двудольных растений, деревьев или кустарники (среди протеиных).

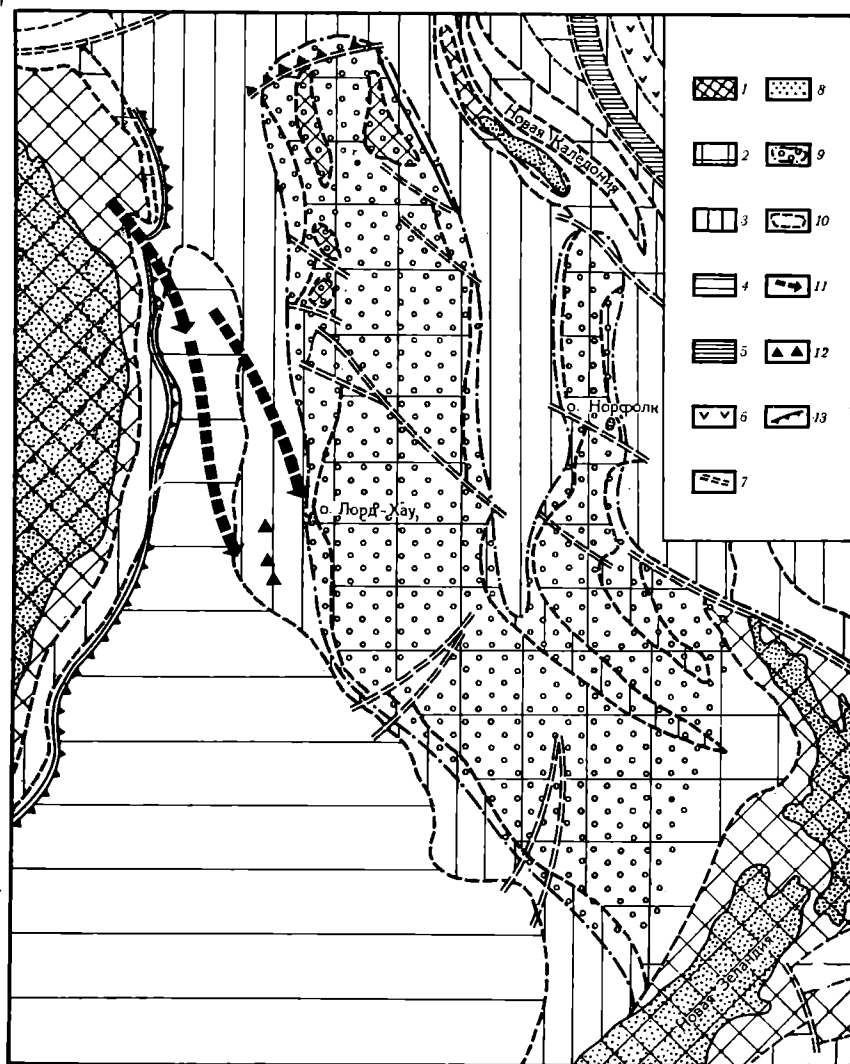
второй половине прошлого века организуется более десятка научных экспедиций. Прибывают и одиночки-энтузиасты. В печати чуть ли не ежегодно сообщается о результатах исследований, обсуждаются проблемы происхождения растительного и животного мира острова. Первыми учеными, посетившими Лорд-Хау, были открыты представители местной флоры и фауны, близкие новозеландским. С последующими работами всякий раз число таких находок возрастало. Сейчас родство органического мира острова и Новой Зеландии никем не оспаривается. Оно подчеркивается орнитологами и энтомологами. Многие ботаники, в том числе советский ботаник А. Л. Тахтаджян, относят флору о. Лорд-Хау к Новозеландской области, включая его вместе с соседним островком Болс-Пирамид, о-вами Норфолк и Кермадек в отдельную Кермадекскую провинцию. Обнаружив флористические и фаунистические связи острова с Новой Зеландией, ученые, естественно, попытались найти объяснение этому явлению в геологической истории самого острова. Вот тогда-то и родилась одна из гипотез происхождения поднятия Лорд-Хау и вулканического комплекса острова. В свете современных геологических представлений (П. Н. Кропоткин, 1965, Ю. М. Пушаровский, 1965) поднятие Лорд-Хау — не что иное, как погруженный пояс позднепалеозойских и раннемезозойских складчатых структур, обрамляющий с востока Австралийскую платформу. Фрагменты этих структур можно видеть в Восточной Австралии, Тасмании и на юге Новой Зеландии. Подтверждением сказанному в какой-то степени служат поперечные профили поднятия, не характерные для более молодых поздне-мезозойских и кайнозойских складчатых зон, обычно с более контрастным подводным рельефом (П. Н. Кропоткин, 1965). Складчатые сооружения, образуя хребты, возвышающиеся над уровнем океана, длительное время в мезозое разрушались, поставляя на восток обломочный материал в глубоко прогибавшиеся тропы на дне океана. Именно он служил источником мощных граувакковых серий Южного острова Новой

¹ Предполагалось, что эта суша имела треугольные очертания и занимала обширную площадь. В ее пределы входили Новая Зеландия, Норфолк, Новая Каледония, Лорд-Хау и ряд других островов. На северо-востоке она простиралась до Фиджи.

Зеландии. Фауна и флора этих хребтов и явилась тем первичным ядром, из которого впоследствии сформировались главные компоненты органического мира Новой Зеландии и о. Лорд-Хау. По-видимому, в конце мезозоя или в начале кайнозоя на западном флане поднятия Лорд-Хау возникли вулканические постройки гор Гувер и Лингбурд, составляющие костяк современного острова. Вскоре, однако, снос обломочного материала с поднятия Лорд-Хау прекратился, так как оно было поглощено океаном. Постепенно терялась и связь между органическим миром острова и Новой Зеландии, а на последних этапах третичной истории все больше начинает сказываться влияние Австралийского континента.

Однако в настоящее время только что рассмотренная гипотеза ставится под сомнение. Австралийский геолог Дж. Стэндрд (1961, 1963, 1967) высказывает предположение, что группа вулканических островов в Тасмановом море, включая и о. Лорд-Хау,— новообразование, возникшее в позднем кайнозое. Новозеландские связи острова, с его точки зрения, объясняются миграцией фауны и флоры в недавнем прошлом через архипелаг островов (между Новой Зеландией и о. Лорд-Хау), исчезнувший в результате последнего эвстатического изменения уровня Мирового океана с ледниковую эпоху. С прежним стоянием океана, по его мнению, связано формирование абразионной платформы, на которой расположен сам остров, а также ряда «банок» в Тасмановом море, в том числе «банки» Ванганелла, расположенной как раз между островом и Новой Зеландией и погруженной, как предполагает Стэндрд, в плейстоцене. Как видно из данной концепции, происхождение фауны и флоры острова сводится, по существу, к признанию непродолжительной по времени миграции новозеландской флоры на остров в позднем кайнозое через гипотетические островные архипелаги в восточной части Тасманова моря.

Итак, мы рассмотрели несколько гипотез происхождения острова Лорд-Хау. Может быть экскурсия по острову поможет их оценить.



Характер строения земной коры в пределах акватории Тасманова моря (по Д. Каллену) и предполагаемые очертания суши, существовавшей в мезокайнозое на месте современного поднятия Лорд-Хау. 1— континентальный тип коры мощностью свыше 30 км, приуроченный к континенту, крупным островам (Новая Зеландия, Новая Каледония и др.) и прибрежной зоне океана с глубинами до 500 м. 2— субконтинентальная кора мощностью 15—20 км; приурочена к океаническим плато и хребтам, с глубинами в интервале 500—2500 м. 3— субокеаническая кора мощностью 10—15 км; приурочена к прогибам и трогам в океане с глубинами 2500—4000 м. 4— океаническая кора мощностью 5—10 км; приурочена к центральным частям крупных океанических впадин с глубинами 4000—6000 м. 5— океанические желоба с глубинами свыше 6000 м. 6— вулканические дуги с мощностью коры свыше 10 км; зоны современного островного вулканизма. 7— предполагаемые разломы. 8— современная суша. 9— проблематичные очертания суши в мезокайнозое на месте современного поднятия Лорд-Хау. 10— границы участков с различными типами земной коры. 11— современные пути миграции растений. 12— гайоты. 13— резкие уступы океанического дна.



Образец базальта с долеритовой структурой. Остров Лорд-Хау, западный склон горы Лингбурд. Хорошо заметны кристаллы пироксена (п), оливина (о) и скопления цеолитов (ц).



Маршрут по острову 17–18 января 1971 г. (пунктир). Заштрихована полоса рифов. Флажком показано место стоянки «Витязя». П — причал. Основные участки полевых наблюдений: 1 — бухта Нед-Бич; 2 — бухта Мидл-Бич; 3 — западный склон горы Лингбурд.

Маршрут по острову

Моторная лодка с представителями местной администрации причаливает к борту судна. Несколько человек поднимаются по трапу и проходят в малый салон кают-компания. Гости с интересом слушают информацию о нашем судне и о рейсе. Советских моряков и ученых на Лорд-Хау видят впервые. Непродолжительные переговоры, и уже дана команда маршрутной группе спуститься в лодку. Заработал мотор, и шлюпка медленно направилась к северной оконечности острова. Какое-то время движемся параллельно берегу. Только в обход рифов можно зайти в лагуну. Десятки лет подход к острову был сопряжен с большими опасностями и оказывался возможным лишь в полный штиль.

В 80-х годах прошлого столетия местным жителям пришлось взорвать часть рифовой полосы, чтобы создать в ней неширокий проход. Почти вплотную подходим к острову. Весь облик растительности наводит на мысль, что мы находимся в Новой Зеландии, хотя ближайший сосед Лорд-Хау — Австралия. Вместо тропической гилеи¹, неизменно встречавшей нас на окружающих северо-восточное побережье Австралии островах, взору открываются щебнистые осыпи и кустарниковые заросли с разбросанными кое-где невысокими деревцами. Вверх по склону кустарник редет и все чаще мелькают выходы базальтов. Только внизу у самой кромки воды — стена высоких деревьев. Среди них пальмы, панданусы, баньяны и норфолкские араукарии, которые здесь великолепно прижились.

Еще какое-то время идем вдоль берега, но уже повернув на юг. Волнение моря прекратилось — мы незаметно оказались в лагуне. На берегу все четче вырисовываются причальная эстакада и строения около нее. Видна группа встречающих. Подходим. Ветер слегка колышет транспорант на пакгаузе — «Добро пожаловать на Лорд-Хау». На причальную стенку выбрасываем рюкзаки, и вот мы уже на острове. Справа вдоль

¹ Тропический дождевой лес.

берега видны невысокие обрывы, сложенные коралловыми песками и узкая полоска желтого пляжа. Пологий склон над обрывами покрыт травой и напоминает издали футбольное поле. Впереди и слева зеленый массив с редкими пальмами и араукариями на переднем плане.

Остров мало посещается туристами. В небольшом магазинчике, снабжающем местных жителей всем необходимым, удалось купить лишь тоненькую книжечку о нем, написанную еще в 30-годах, да карту для маршрута. Последние десятилетия здесь, видимо, были небогаты событиями. Может быть, поэтому с особой гордостью нам сообщили, что «Мисс Австралия 1950» — уроженка острова.

Для экскурсии по острову администрация Лорд-Хау выделила нашей группе открытый с низкими бортами грузовик. Быстро размещаемся в кузове, изучая на ходу карту, намечаем на ней маршрут и под escortом двух юных островитянок на мопедах трогаемся с места.

Маршрут по острову начинается с его северо-восточной части — с бухты Нед-Бич, места традиционных пикников жителей Лорд-Хау. После небольшого подъема от причала дорога уходит в заросли. Все дружно нагибаем головы, то и дело проскальзывая под лианами и бахромой воздушных корней баньянов. Моментально включается хор цикад. Не проходит и пяти минут, как вновь открывается море. Останавливаемся на широкой поляне. Чуть левее нас базальтовый мыс, закрывающий всю северную часть острова, справа — густой кустарниковый бордюр, перемежку с невысокими деревьями. Большая часть растений мелколистны. Чаше других встречается *Lagunaria patersoni* (сем. Malvaceae) с ярко-зелеными сверху и почти белыми снизу листьями, как у некоторых наших ив. Австралийцы называют это растение «белым дубом» — у него очень прочная древесина. В папку для гербария ложатся первые образцы растений с острова. Осматриваем небольшой карьер. Здесь добываются те же коралловые пески, которые мы только что видели на западном берегу у причала. Любопытно, что



Остров Лорд-Хау.

Вверху — на юге острова высятся древние базальтовые вулканы Лингбирд и Гувер. Низкие желтые обрывы слева у пирса — выходы коралловых известняков. Внизу — пальмы и араукарии на побережье придают острову особое очарование.



*Кокосовые пальмы и говей на западном побережье у подножья горы Лингбирд. На заднем плане видны обрывы, сложенные наиболее древними породами острова — оливковыми базальтами и долеритами с ксенолитами ультраосновных щелочных пород. Их возраст — раннекайнозойский. На переднем плане — полоса пляжа и морская терраса, сложенная коралловыми песками. Именно в таких песках в бухте Нед-Бич были обнаружены остатки черепахоподобных существ — *Meiolania*.*

Фото П. В. Русанова

именно отсюда, из этого карьера, еще в прошлом веке были извлечены остатки черепахообразных существ, населявших остров в начале четвертичного периода. Эти экспонаты сейчас можно видеть в Австралийском национальном музее в Сиднее.

Андерсон Роад — главная дорога острова — приводит нас к его средней части. Очередная непродолжительная остановка около строящегося аэродрома (пока на остров можно попасть гидросамолетом). Состав прибрежных зарослей здесь иной. Много пальм *Howea forsteriana*. С помощью молотка удается сбить один из листьев и щетку незрелых плодов размером с небольшую сливу, с опаловидным ядром, крепким как камень. Сквозь кустарник пролезть невозможно. Все увито лианами. Среди них сассапариль — *Smilax australis* (сем. *Smilacaceae*) с крупными кожистыми округлыми листьями и крючковатыми шипами на стебле, которыми эта лиана цепляется за другие растения. Песчаный береговой вал покрыт распланными лианами, захватывающими ноги. По крупным мясистым листьям с веерообразно расходящимися жилками и ярко-голубым розеткам цветков узнается *Ipomoea pes-caprae* (сем. *Convolvulaceae*).

Двигаемся дальше. Вскоре дорога подходит к базальтовым уступам, круто обрывающимся в море. По полосе прибоя видно, что здесь кончается и лента коралловых рифов. Дальше проехать нельзя. Среди камней и редких кустиков протейных, похожих на вереск, едва видна тропинка, уходящая на юг. По ней пошли наши геологи, отсюда начинается и мой маршрут с корреспондентом «Правды» Л. В. Почиваловым, который предложил свою помощь в сборе гербария.

Прежде чем начать крутой подъем по склону горы Лингбирд, преодолеваем полосу древесных зарослей. Здесь те же пальмы, невысокие деревца *Sorgosma*, которые легко узнаются по крупным желёзкам в пазухах вторичных жилок листьев, а также *Bubbia howeana* (сем. *Winteraceae*) из наиболее примитивных покрытосеменных, населяющих нашу планету.

Причудливы панданусы с винтообразно закрученным стволом и ходульными корнями. У одного из наиболее крупных экземпляров удалось насчитать свыше тридцати дополнительных подпорок. В наземном покрове — обилие папоротников. Начинается открытый склон. От него веет сухостью. С трудом отыскиваем проходы в кустарниковых зарослях. Солнце печет немилосердно. С высоты около 200 м открывается удивительная по красоте панорама острова. Живописны уходящие в море базальтовые мысы, а также небольшие островки и группы кекуров¹. Чуть-чуть ниже под нами опускается в лагуну гидросамолет, прилетевший из Сиднея. Мелькают в зелени отдельные строения. Поднимаемся еще немного вверх, а затем, пройдя вдоль склона, начинаем спуск к пляжу. Ноги скользят по базальтовому щебню. Сухим колючим кустарником не воспользуешься как опорой, и мы предпочитаем сидеть прямо на землю. Среди окружающих растений, разнообразных на первый взгляд и различающихся лишь оттенками зелени, удается отыскать не менее двадцати различных видов: *Metrosideros nervulosa*, родственник *M. kermadecensis*, который из-за цветков, распускающихся к Новому году, называют «рождественским» деревом; *Pittosporum erioluma* — небольшое деревцо с темно-зелеными кожистыми листьями и черными ягодами, выделяющими маслянистый ароматичный сок, *Cassipia tenuifolia*, — мелколистный кустарник из семейства сложноцветных; *Dodonaea viscosa* — кустарник с ярко-зелеными ланцетовидными клейкими листьями и плодами с перепончатыми крыльями, как у наших вязов, и др. На сухом склоне растут не только покрытосеменные, но и некоторые папоротники. У самых корней ютятся *Platycerium bifurcatum* с широкими слабоизрезанными листьями, как бы вложенными друг в друга. Вторично протискиваемся среди панданусов, и мы опять у моря. Приводим в порядок собранную коллекцию. Начало пятого... Вот-вот должны вернуться геологи. И действительно, едва мы

закончили упаковку, они явились, сгибаясь под тяжестью рюкзаков.

Назад возвращаемся пешком, собирая попутно новые образцы растений. Наконец, все маршрутные группы уже у причала. Под одной из араукарий складываем рюкзаки и обмениваемся впечатлениями. Вскоре корабельная шлюпка перевозит всех на «Витязь».

Эндемики флоры и фауны

Знакомство, хотя и кратковременное, с фауной и флорой острова Лорд-Хау, а также с результатами исследования ботаников, ранее побывавших на нем, позволяет критически отнестись к гипотезе Стэндарда. К сожалению, очень часто при рассмотрении геологической истории того или иного участка земного шара, совершенно игнорируется населяющий его органический мир, забывается, что он является прямым ее отражением. При этом принято обычно ссылаться на случайные факторы, участвующие в его формировании. Однако, когда речь идет об океанических островах, где объем геологических данных оказывается совершенно недостаточным для реставрации геологической истории, анализ флоры и фауны позволяет более глубоко вскрыть исторические связи, которые невозможно выявить другими методами исследований. Лорд-Хау в этом отношении — прекрасная модель. Заметим, что в конкретном случае геологическая информация, полученная на острове, настолько ограничена, что ни в коей мере не раскрывает его истории. Можно лишь говорить о двух разновозрастных базальтовых толщах, участвующих в его строении (Стэндард, 1961, 1963). Более древний эффузивный комплекс (раннетретичный или дотретичный) обнажается на юге острова. Им сложены горы Гувер и Лингбирд. Базальты этого комплекса отличаются высоким содержанием оливина. Структура их обычно долеритовая. Именно с этим комплексом и связаны ксенолиты ультраосновных пород. Возраст вулканитов северной части острова более молодой. В отличие от первого комплекса здесь встречаются пирокластические разности, причем актив-

¹ Отдельные скалы в море недалеко от берега в форме обелисков.

	Гипсометрические уровни занимаемые различными группами растений	Эндемичные виды Лорд-Хау	Общие виды с Австралией	Общие виды с Новой Зеландией	Общие виды с островами тропической части Тихого океана	Общие виды с Норфолком	Общие виды с Новой Каледонией	Виды широкого географического распространения / космополиты /
Lycopodiales (Ликоподиевые)	Водораз- дельные пространства							1
	Склоны							2
	Прибрежная зона							
Filicales (Папоротники)	Водораз- дельные пространства	8	1	4	2		1	1
	Склоны	8	1	1		1	1	10
	Прибрежная зона	2	1		1		1	4
Monocotyledones (Однодольные)	Водораз- дельные пространства	5	1	3	1		1	1
	Склоны	7	3	2		1	1	5
	Прибрежная зона	1	2	1		1		8
Dicotyledones (Двудольные)	Водораз- дельные пространства	9		4	1		1	1
	Склоны	23	10	6	3	2	2	5
	Прибрежная зона	7	11	3	3	3	2	32

Таблица распределения отдельных видов флоры острова Лорд-Хау по поясам растительности в зависимости от изогеографических связей. Цифры в кружках — количество видов.

ные взаимоотношения с коралловыми песками свидетельствуют, что, по крайней мере, часть пирокластов имеет четвертичный возраст.

Фауну, как и флору, о. Лорд-Хау отличает прежде всего высокий эндемизм, выходящий за рамки «обычного» островного эндемизма, свойственного большинству островов Тихо-

го океана¹. Эндемичные виды имеются практически во всех группах живых организмов, составляя в некоторых из них свыше 50% от общего количества видов. Недавно это было обстоятельно разобрано в ряде ста-

¹ Имеются в виду острова, площадь которых как и о. Лорд-Хау, невелика.

тей австралийским натуралистом И. Парамоновым (1958, 1960, 1963), данные которого частично использованы в настоящей статье. Характерно, что большинство видов обладает ограниченными возможностями передвижения и адаптирована к местообитаниям.

Коротко остановимся на наиболее

интересных представителях животного мира острова, часть из которых, к сожалению, не сохранилась до наших дней.

Среди эндемичных видов птиц¹ о. Лорд-Хау — белая болотная курочка* (*Porphyrio albus*), голубь* (*Janthoenas godmanae*) и попугай (*Cyanoramphus novaezeelandiae subflavescens*). Их ближайшие родственники обитают в районах, расположенных восточнее о. Лорд-Хау (Норфолк, Новая Каледония, Новая Зеландия) и неизвестны в Австралии. Среди других интересных птиц острова — древесная курочка*, дрозд (*Turdus xanthropus*) скворец (*Aplonis fuscus huiianus*), коричневоголовый буревестник (*Pterodroma melanopus*) и др. Всего на острове, включая перечисленные, около 15 видов птиц, находящихся в относительной изоляции, но образ жизни которых тесно связан с сушей. Сравнительный анализ орнитофауны о. Лорд-Хау и соседнего Норфолка показывает, что оба они имеют много местных элементов и обычно включаются орнитологами в новокаледонский ареал со вторичным влиянием Новой Зеландии. Влияние же Австралийского региона рассматривается как незакономерное и связывается со случайными иммигрантами.

Млекопитающие и амфибии на острове отсутствуют, что, по-видимому, находится в прямой связи с дефицитом пресной воды. Из рептилий известно два-три вида ящериц, причем один из них — *Liolopisma lichengigega* — несомненно местный элемент. Он был обнаружен на изолированном скалистом островке Болс-Пирамид, изредка посещаемом людьми. Пресноводная фауна беспозвоночных из-за недостатка влаги также бедна, но своеобразна. Интересны крабы *Nuphosoma lacustris*, живущие как в пресной, так и в соленой воде. Вместе с ними часто встречаются пресноводные креветки (*Paratya*). Обе формы, по мнению зоологов, свидетельствуют о древних сухопутных связях острова. Несомненно реликтовое происхождение имеют водный скорпион (*Belostoma indicum*) и «древес-

ный рак» (*Dryococelus australis*) — малоподвижное существо, недавно найденное на островке Болс-Пирамид. Среди пресноводных моллюсков выделяются крупные *Placostylus bivaricosus* длиной свыше 10 см. Это также древний эндемичный элемент островной фауны. Большинство современных видов этого рода сосредоточено в Новой Каледонии. Характерно, что ареал рода включает большинство островов юго-западной части Тихого океана, однако в Австралии этот моллюск отсутствует.

По мнению И. Парамонова (1960, 1963), для о. Лорд-Хау характерен крайне высокий эндемизм энтомофауны, особенно на родовом и видовом уровне. Наиболее интересны архайчные Homoptera (Peloridiidae), с очень ограниченными возможностями передвижения. Два вида этих насекомых были найдены на вершине горы Гувер, среди мхов-ореофитов. В других частях ареала (Чили, Новая Зеландия, Восточная Австралия) эти насекомые обычно встречаются в ассоциации с южными буками — нотофагусами, а вернее со мхами, растущими на них. Показательно, что на о. Лорд-Хау именно мхи подобного типа превратились в ореофитов, обитающих на скалах. Разорванность ареала этой группы насекомых свидетельствует в пользу ее древнего появления на острове. Большинство энтомологов приходит к выводу о тесной связи эндемичных видов острова с новозеландской энтомофауной и включает о. Лорд-Хау в Новозеландскую провинцию.

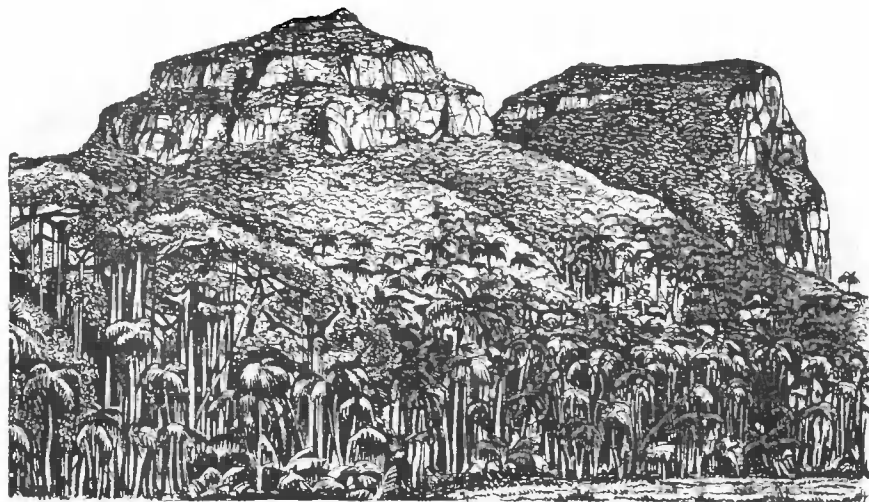
Дальнейшие исследования острова зоологами, возможно, выявят для науки новые виды живых организмов, проливающих дополнительный свет на исторические связи фауны о. Лорд-Хау с другими районами Тихого океана. Но и сейчас можно со всей определенностью говорить, что появление на острове целого ряда видов, близких новозеландским и в то же время адаптированных к местообитаниям, могло произойти только при единственном условии — наличии на каком-то этапе геологической истории устойчивых сухопутных связей острова с Новой Зеландией.

Растительный мир острова не менее интересен, хотя и изучен еще совер-

шенно недостаточно. На составе флоры и характере растительного покрова, несомненно, отразился горный рельеф острова, обусловивший высотную климатическую дифференциацию. Зональность растительного покрова выражена достаточно четко. Древесная растительность занимает прибрежную зону (до 20—50 м над ур. м.), лишь по распадкам поднимаясь выше. Склоны поросли кустарниковыми зарослями, а на вершинах гор — царство древовидных папоротников и мхов с разнообразными кустарниками и кустарничками покрытосеменных («moss forest»). В наиболее полной сводке австралийского ботаника У. Оливера (1917) отмечено 209 видов сосудистых растений — папоротникообразных и покрытосеменных (голосеменных на острове нет). Однако эта цифра значительно занижена. Как отмечает сам Оливер, его пребывание на острове было непродолжительным и ряд его участков им не посещался. Предварительная обработка нашего гербария показала, что он включает не менее четверти от общего количества видов, указанных Оливером, хотя сборы производились только на побережье и на склоне г. Лингбурд. Все 209 видов растений принадлежит 169 родам¹, из которых 4 рода и 70 видов эндемичны, т. е. больше нигде не встречаются за пределами острова. Оливер установил, что во флоре о. Лорд-Хау присутствуют австралийские (к которым тесно примыкают космополиты), новозеландские и полинезийские элементы. По количеству видов первые преобладают, тогда как среди эндемичных растений больше родственных новозеландским. Используя данные Оливера и свои собственные наблюдения, удалось выяснить приуроченность отдельных видов растений к тем или иным элементам рельефа.

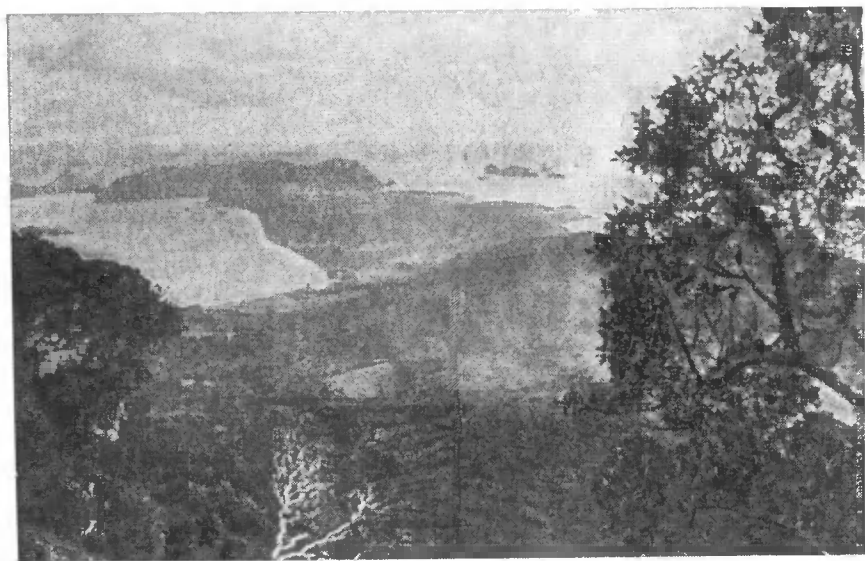
¹ Т. е. практически каждый род представлен только одним видом и лишь в редких случаях двумя-тремя. Это отличает Лорд-Хау от других островов Тихого океана, для которых при значительной обедненности родового состава, некоторые растения представлены большим количеством видов (например, на Гавайских островах род *Suaeda*, сем. *Lobeliaceae* и др.). Та картина, которую мы видим на о. Лорд-Хау, указывает на древнее происхождение его флоры.

¹ Виды птиц, обозначенные звездочкой, были уничтожены на острове еще в конце прошлого века.



Горы Лингбурд и Гувер в южной части острова. Древесную растительность подножий склонов сменяет широкий пояс кустарников.

Рис. В. Д. Овчининского



Северная часть острова.

Мы попытались сгруппировать растения в зависимости от географических связей, и получили любопытную таблицу (см. стр. 38), анализ которой наглядно показывает следующее.

Большинство эндемичных видов о. Лорд-Хау приурочено к верхним частям склонов и вершинам гор Лингбурд и Гувер (соответственно 32% и 55% от их общего числа) и лишь 10 видов, составляющих 13%, встречается

в прибрежных формациях. Точно такая же ситуация и в распределении видов, общих с новозеландскими (11—приурочены к верхнему поясу растительности и лишь 5 обитают на побережье).

Распространение австралийских растений и космополитов как раз обратное. Принимая во внимание, что о. Лорд-Хау находится значительно ближе к Австралии, чем к Новой Зе-

ландии и на материке на широте острова в системе Восточно-Австралийских гор находится хребет Нью-Ингленд, высотой до 1600 м, следовало бы ожидать появления австралийских растений и на вершинах гор Лингбурд и Гувер, высота которых не достигает и 1000 м. В действительности этого нет, и здесь господствуют эндемичные растения острова, близкие новозеландским, или реже сами новозеландские виды. Австралийские растения доминируют в прибрежных формациях (соответственно 14 и 44 вида), в то время как их роль в составе горной флоры ничтожна (соответственно 2 и 3 вида). Такая их локализация станет понятной, если учесть в их миграции с континента на остров активную роль Восточно-Австралийского течения, в сфере которого последний находится. Этим же путем на о. Лорд-Хау попало и большинство космополитов, так как в их расселении главнейшая роль океанических течений давно доказана. Не случайно ряд растений этой группы — *Hibiscus filia-seus* и *H. diversifolius*, родственные известной комнатной «китайской розе», травянистые лианы *Ipomoea palmata*, *I. pes-caprae*, *Avicennia officinalis*, который является важнейшим компонентом мангровых зарослей, и другие — наиболее распространены в береговой полосе любого острова в юго-западном секторе Тихого океана. В этом была возможность убедиться при заходах «Витязя» на другие архипелаги этого региона.

Если состав прибрежных растительных формаций о. Лорд-Хау и его происхождение достаточно ясны, то этого нельзя сказать о местных элементах флоры. Эндемичные роды, за исключением пальмы *Howea*, на побережье не встречаются. Одно из этих растений — *Negria rhabdanthoides* — небольшой кустарник — было найдено у водопада на горе Гувер, среди древовидных папоротников и низкорослых древесных покрытосеменных во мшистом лесу пояса туманов. Оно настолько близко новозеландскому *Rhabdanthus solandri* (сем. *Gesneriaceae*), что некоторые ботаники не признают негрию как самостоятельный род. В аналогичных условиях обитает и другой

эндемичный род о. Лорд-Хау — *Colmeiroa* (*C. carpodetoides*). Характерно, что единственное родственное ему растение известно также только из Новой Зеландии (*Carpodetus serratus*, сем. *Escalloniaceae*). Эндемичная пальма *Nedyscepe canterburyana* в своем распространении тяготеет к верхним частям склонов, не спускаясь ниже 300 м над ур. м. По экологии она очень сходна с родственной ей пальмой *Rhopalostylis*, растущей на Норфолке и в Новой Зеландии.

Если главнейшие австралийские роды, такие как эвкалипт, акации и др., о которых уже упоминалось, во флоре острова отсутствуют, то среди новозеландских представлены как раз те, которым в растительном покрове Новой Зеландии принадлежит основная роль, прежде всего *Sorbus* (сем. *Rubiaceae*). Из 80 видов этого рода по меньшей мере четверть — в Новой Зеландии и три вида — на о. Лорд-Хау. *Metrosideros* (сем. *Myrtaceae*) представлен во флорах южного полушария 20 видами, из которых половина новозеландских. Из 41 вида рода *Carmichaelia* (сем. *Papilionaceae*) 40 известны только в Новой Зеландии и лишь один — *C. exsul* — эндемичный вид о. Лорд-Хау, встречающийся на острове на высотах 300—600 метров над ур. м.

Некоторые выводы

Из флористического анализа следует один главный вывод. Во флоре острова четко обособляются две генерации. Их происхождение и время появления на Лорд-Хау различны. Если первую генерацию, образующую основной фон прибрежных формаций, можно рассматривать как молодую, окончательное становление которой не закончилось и по сей день, то история возникновения второй уводит нас в далекое геологическое прошлое. С древним флористическим ядром острова тесно связана и его реликтовая фауна. Склоны и вершины гор Лингбирд и Гувер представляют, по существу, не что иное, как рефугиумы (убежища), где долгое время в изоляции сохранялся удивительный мир живой природы. В значительной мере этому, вероятно, способствовал мало изменяющийся кли-

мат острова. Формирование этой флоры произошло, очевидно, еще в мезозое. Сухопутный мост между о. Лорд-Хау и Новой Зеландией существовал, по-видимому, длительное время. Во всяком случае, он служил миграционным путем в начале эры кайнофита, когда покрытосеменные только начали завоевывать планету (около 100—120 млн лет назад). Формирование древнего вулканического комплекса острова также, скорее всего, предшествовало окончательному нарушению связей между о. Лорд-Хау и Новой Зеландией. С исчезновением суши на месте поднятия остров какое-то время находился в изоляции и лишь затем начал обогащаться выходящими из Австралии. Можно согласиться со Стэндардом, что еще в плейстоцене (т. е. не более 1 млн лет назад) площадь Лорд-Хау значительно превышала современную. Превращение большей части острова в подводный массив не могло не отразиться на органическом мире, и время не донесло до нас многих растений и животных, населявших его. Об этом говорят находки в коралловых песках у бухты Нед-Бич ископаемых позвоночных *Meiolania*, напоминающих современных черепах.

Изучение флоры и фауны острова, анализ их происхождения поднимают и еще один важный вопрос. По-видимому, лишь двумя причинами можно объяснить тот факт, что влияние австралийского континента на органический мир о. Лорд-Хау начало сказываться только на последних этапах геологической истории. С одной стороны, это может явиться следствием изменения направлений господствующих ветров и течений в юго-западном секторе Тихого океана, с другой — представлять собой результат последовательного сближения континента и острова в течение последних 50—60 млн лет.

Нам удалось побыть на острове только один день, но и такой короткий срок подарил много впечатлений и, самое главное, возбудил огромный интерес к решению далеко еще не понятых загадок этого таинственного уголка нашей планеты.

Рекомендуемая литература

Л. Кинг. МОРФОЛОГИЯ ЗЕМЛИ. Изучение и синтез сведений о рельефе Земли. «Прогресс», 1967.

П. Н. Кропоткин, К. А. Шахварстова. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ТИХООКЕАНСКОГО ПОДВИЖНОГО ПОЯСА. Труды ГИН, вып. 134, «Наука», 1965.

Ю. М. Пуцаровский, Р. А. Афремова. ОЧЕРК ТЕКТОНИКИ НОВОГВИНЕЙСКО-НОВОЗЕЛАНДСКОГО СЕКТОРА ТИХООКЕАНСКОГО КАЙНОЗОЙСКОГО ТЕКТОНИЧЕСКОГО КОЛЬЦА. Труды ГИН, вып. 139, «Наука», 1965.

D. A. Gullen. TECTONIC ANALYSIS OF THE SOUTH — WEST PACIFIC. «New Zealand Journal of Geology and Geophysics. Third special Pacific issue», v. 13, March 1970, N 1.

V. R. B. Oliv. THE VEGETATION AND FLORA OF LORD HOWE ISLAND. Transaction and Proceedings of the New Zealand Institute, v. XLIX, 1917.

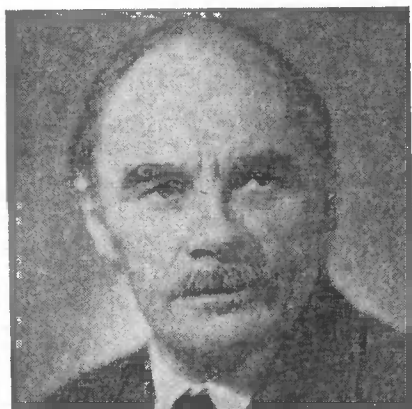
S. I. Paramonov. LORD HOWE ISLAND, A RIDDLE OF THE PACIFIC, PART I, II, III. «Pacific Science», 1958, № 12, 1960, № 14, 1963, № 17.

J. C. Standard. GEOLOGY OF THE LORD HOWE ISLAND. Journal and Proceedings Royal Society of New South Wales, v. 96, 1963.

J. C. Standard. ISLANDS AND SEAMOUNTS TO THE EAST OF AUSTRALIA. Austral. «Natur. History», 1967. N 12.

Наука об организации и организация науки

Профессор А. А. Малиновский



Александр Александрович Малиновский, доктор биологических наук; преподает во 2-м Московском медицинском институте. Основные работы относятся к эволюционной и медицинской генетике, к анализу патогенеза некоторых заболеваний, к теории биологических систем. Опубликовал ряд работ по психологии творчества.

В последнее время большое внимание уделяется вопросам поиска рациональной организации управления сложными системами, такими как предприятие, система взаимодействующих предприятий, отрасль производства, коллектив людей, занятых общим делом, и т. п. Все эти вопросы, грубо говоря, можно подразделить на две группы: качественное и количественное рассмотрение процессов управления.

К первой группе относится выяснение того, какие потоки информации необходимы, в какой степени важна иерархическая организация управления системой, какие относительно автономные звенья управления необходимы и каковы должны быть их функции, т. е. права и обязанности. Ко второй группе вопросов относится выявление тех параметров, от которых зависит качество управления, выработка методов присвоения им численных значений и их измерения, выработка критериев качества управления как функций этих параметров и, наконец, построение математических методов, позволяющих находить такие процессы управления, которые хотя бы приближенно оптимизируют эти критерии.

В этой связи возникает масса вопросов, связанных с кодированием информации, изучением строения управляющих алгоритмов, а также с изучением управляющих систем. Весь комплекс этих вопросов в широком смысле относится к области кибернетики, однако нередко первую группу вопросов рассматривают как самостоятельную область науки, которую называют общей теорией систем. Впрочем, ясно, что обе группы вопросов между собой органически связаны и что невозможна рациональная трактовка количественных вопросов, пока должным образом не рассмотрены вопросы качественные.

В настоящей статье А. А. Малиновский, который давно занимается проблемами общей теории систем, рассматривает существующую у нас организацию науки с точки зрения общей теории систем и на основе проведенного анализа формулирует целый ряд вопросов, заслуживающих самого пристального внимания.

Чл.-корр. АН СССР
А. А. Ляпунов

Контуры новой науки

За последние 10 лет возник целый ряд новых наук. И среди них — наука об организации систем, столь важная для различных областей знания. Эта наука тесно связана с другими науками подобного типа (начиная с кибернетики), которые А. И. Уемов называет науками «об отношениях вещей»,

в отличие от ранее возникших наук — наук о вещах.

Хотя учение о системах — наука еще очень молодая, однако можно уже говорить об успешном применении ее принципов в некоторых областях. Это относится и к ряду теоретических вопросов биологии, как, например, организация генетического

или рефлекторного аппарата, и к таким актуальным широким проблемам, как теория планирования. Важность системных исследований была отмечена Л. И. Брежневым в докладе на XXIV съезде КПСС: «Наука серьезно обогатила теоретический арсенал планирования, разработав методы экономико-математического моделирования, системного анализа и другие»¹.

На настоящем этапе развития теории систем одной из основных задач ее является рассмотрение типов систем и выяснение тех функциональных особенностей, которые соответствуют каждому типу.

Существует два крайних типа систем: дискретные (или корпускулярные), с одной стороны, и жесткие — с другой, с их функциональными характеристиками, вытекающими из строения этих систем². Дискретные или корпускулярные системы можно охарактеризовать как системы, построенные из элементов в принципе однотипных и взаимозаменяемых как качественно, так и по положению в системе. Таковы жидкости и газы с их взаимозаменяемыми молекулами, песок, эритроциты крови, аллельные гены, особи одного вида животных и т. д. Здесь возможна не только взаимная замена, но и комбинаторика, а также (в случае неполной идентичности элементов) их отбор под влиянием внешних факторов — по устойчивости или по расположению.

Жесткие системы — прямая противоположность им. Здесь характерно взаимное дополнение элементов как необходимое условие строения системы. Это взаимное дополнение может быть связано или с качественным различием элементов, или с их расположением, или с тем и другим одновременно. Так, свойства молекулы характеризуются и качеством атомов и их расположением. Например, молекула CH_4 коренным образом изменит свои свойства, если H заменить на

Cl. Но, с другой стороны, если даже не менять атомного состава органической молекулы, но изменить лишь расположение радикалов, она также изменит свои свойства. К жестким типам связей элементов относятся взаимоотношения органов в организме (сердце, центральная нервная система, система выделения и т. д.), частей машины и др. Но к ним же относятся и взаимоотношения звеньев цепи, которые хотя сходны по форме, но не поддаются перемещению без разрыва цепи и необходимы каждое на своем месте. В жестких системах невозможна комбинаторика элементов и их отбор — в том смысле, что нарушение имеющихся связей или разрушит систему или коренным образом изменит ее свойства.

В чистом виде оба крайних типа систем встречаются не всегда. Более того, реально существующая система часто может рассматриваться в одном аспекте как корпускулярная, в другом — как жесткая. Так, вид животных может рассматриваться до известной степени как система корпускулярная, но взаимоотношение полов, взятых как целое, уже имеет жесткий характер, поскольку оба пола дополняют друг друга в функции размножения. Указанная классификация, конечно, еще очень элементарна. Однако уже давно известны факты, и не только в биологии, но и в гуманитарных науках, когда такое деление оказывается важным.

В биологии это было важно, в частности, в связи с вполне понятной в свое время психологией неприятия и непонимания современной теории наследственности многими (в том числе даже хорошими) биологами. Вызывала удивление элементарность и механистичность такой системы наследственности. Но она становится вполне понятной, если учесть, что как раз дискретные системы наиболее эффективны в процессе отбора и эволюции. А нам известно, что наследственность важна именно в эволюционном разрезе как предпосылка успешного естественного отбора¹.

¹ А. А. Малиновский, Типы управляющих биологических систем и их приспособительное значение. «Проблемы кибернетики», 1960, № 4.

Аналогична — с точки зрения теории систем — и поведенческая проблема. В свое время за рубежом некоторыми физиологами подвергалось критике учение И. П. Павлова о рефлекторной деятельности как о «корпускулярной» теории поведения. Со времени И. П. Павлова были развиты новые идеи, связанные с интеграцией поведения, с физиологической активностью и др. Но они, конечно, нисколько не отменяют того, что было сделано И. П. Павловым. И также совершенно очевидно, что дискретность поведенческой реакции на низшем поведенческом уровне является не случайным приспособлением к непредвиденным воздействиям среды, заранее организмом не прогнозируемым. И та же дискретность — лучшее приспособление для последующей интеграции на более высоком уровне. Грубо говоря, построить сложное архитектурное сооружение легко из кирпичей и невозможно из каменной глыбы.

В социологии уже были опыты по выяснению различных связей общественной психологии как корпускулярного строения системы, в противовес идеологии как системе более жесткой¹. Действительно, общественная психология развивается путем постепенного накопления мнений, эмоций, привычек, обычаев, обусловленных социальными причинами, но не сложившихся еще в отточенные формулировки. Они не связаны между собой в целостные образования и не приобретают почти обязательного характера, как это имеет место в сложившейся идеологии. В общественной психологии отдельные мнения, настроения и привычки появляются и исчезают, не влияя существенно на другие, которые могут сравнительно независимо от них оставаться или изменяться своими путями. Идеология, напротив, — это оформленная система осознанных взглядов, связанных внутренними связями и в известной степени обязательных для определенного класса и эпохи.

Но системный подход не ограничи-

¹ Л. И. Брежнев. Отчетный доклад ЦК КПСС XXIV съезду КПСС. В кн.: Материалы XXIV съезда КПСС. М., 1971, стр. 67.

² О простейшем делении на дискретные и жесткие системы см., например: А. А. Малиновский. Типы управляющих биологических систем и их приспособительное значение. «Проблемы кибернетики», 1960, № 4.

¹ См., например: И. Я. Матковская. Проблемы этики в трудах Г. В. Плеханова (автореферат канд. диссертации). М., 1968.

вается объяснением известных уже фактов. Имеются конкретные предложения по анализу патогенеза инфекционных заболеваний, исходящие из указанных двух типов систем и из учета различных типов обратных связей. С позиций теории систем делаются попытки рассмотрения проблем общей психологии и ряда других вопросов¹.

Как уже говорилось, теория систем родственна кибернетике. Однако кибернетика резко выделилась среди других наук «об отношениях вещей» благодаря своему довольно быстро выявившемуся практическому значению. В биологии известно, что гибриды, как правило, сильнее родителей. Кибернетика родилась как гибрид нескольких наук, и она, действительно, во многом сильнее своих родителей. Из конкретных наук ее родителями были техника и биология, в результате обобщения закономерностей которых и возникла кибернетика. Если же говорить об абстрактной, теоретической стороне, то ее родителями были математика и зарождавшаяся теория систем. Но положение их в происхождении кибернетики было неодинаковым. Если математика была уже развившейся дисциплиной с очень долгой историей и огромным аппаратом, то другой из родителей — учение о системах — пока только зародок.

Учение о системах не получило признания, пока не развилась кибернетика. Между тем любая постановка вопроса, любая постановка задач, в том числе и кибернетических, начинается с определения типа взаимоотношений тех объектов, которые изучаются, т. е. с определения типа системы. Даже в обычной арифметической задаче для школьников младших классов первое, что должен решить ученик, это — какого типа система ему дана и с какими взаимоотношениями объектов. Лишь исходя из этого, он может решить, что ему надо делать с заданными цифрами: сложить или умножить, разделить или вычесть. Но обычно это решение по-

лучается у учащегося интуитивным путем именно потому, что теория систем недостаточно используется в педагогике¹. Между тем известная, хотя бы чисто словесная, формализация определения типов систем сразу облегчила бы учащимся правильную постановку вопроса и, конечно, еще более помогла бы в решении уже не школьных, а более трудных проблем, когда нет возможности воспользоваться многократным опытом аналогичных задач (поскольку эти проблемы — новые) и где мало может помочь интуиция.

Именно поэтому из задач, стоящих теперь перед наукой, едва ли не основная задача заключается в развитии как раз данного источника кибернетики, т. е. структурной теории систем, включая и теорию организации. Это очень важно в целом ряде отношений. Так, в частности, значение кибернетики в многообразных областях науки связано не только с ее технической стороной и даже не только с собственно теорией управления. Не менее важное значение ее в том, что она дает новый обобщенный научный язык, который позволяет явления, наблюдающиеся в разных областях и изучающиеся разными науками, излагать в одних и тех же понятиях и терминах. Еще полнее эту функцию способна обеспечить общая теория организации систем, в которую организация управляющих систем входит как важная часть. Например, различные механизмы, способствующие стабилизации определенных процессов в технике, в неживой природе или в живом организме, как правило, имеют в основе сходное строение и описываются на этом языке как «отрицательная обратная связь». Это случай, когда одно звено системы стимулирует (усиливает) деятельность второго звена, а второе звено тормозит первое более или менее пропорционально своей активности. На этом принципе построены элементарные приборы, поддерживающие стабильную температуру (термостаты); механизм обратной связи (температура — испарение) ведет к смягчению сезон-

ных колебаний температур в приморских районах; отрицательная обратная связь обуславливает стабильность артериального давления крови, функций эндокринных желез и других параметров в организме животного.

Точно так же, — исходя из одного и того же принципа, — можно объяснить дискретный характер наследственных механизмов и относительной взаимной независимости рефлекторных реакций животного. Явление, понятое в одной области, переведенное на обобщенный абстрактный язык теории систем, позволяет легче понять явления в другой области.

Новый язык дает возможность проще ставить задачу и экономнее изучать различные области, более того, он дает возможность шире применить логические принципы в различных науках. Учение о системах и их организации, по существу, дает новую практическую логику, которая позволяет решать те задачи, которые раньше даже не ставились.

Правда, язык этот надо улучшить и уточнить. Например, часто ставится знак равенства между понятиями упорядоченности и организованности. Между тем эти понятия совершенно различны. Упорядоченность легко, в принципе по крайней мере, измерять количественно и не зависит от точки зрения, с которой мы к ней подходим. Ее рассматривают как своего рода структурную негэнтропию, т. е. величину, в некотором смысле обратную энтропии. Организованность же говорит об эффективности системы и всегда должна рассматриваться по отношению к тем направлениям, в которых мы изучаем эффективность системы. Она характеризует систему по отношению к чему-то определенному, а не в общей форме.

Между этими понятиями есть известная корреляция. Организованность невозможна без определенной упорядоченности, но упорядоченность здесь в ряде случаев не должна быть максимальной. Для большей организованности нужна известная — оптимальная, а не максимальная упорядоченность. Так, в генетических системах и в системах элементарных рефлексов имеется своего рода «корпус-

¹ Подробнее см.: А. А. Малиновский. Типы управляющих биологических систем и их приспособительное значение. «Проблемы кибернетики», 1960, № 4.

¹ О некоторых идеях применения системных исследований в педагогике см.: «Природа», 1971, № 7, стр. 2—7.

кулярность», или дискретность. Упорядоченность их небольшая. Элементы этих систем иногда просто суммируются в определенных конкретных условиях. Но это — необходимая предпосылка для приспособления к неопределенной среде. Если бы упорядоченность была выше, это означало бы создание более жесткой связи между отдельными генетическими факторами или отдельными рефлексам. Упорядоченность требует вполне определенного сочетания элементов — менее вероятного, чем случайная комбинация этих элементов. Но такая слишком упорядоченная система не смогла бы столь успешно функционировать в процессе эволюции и индивидуального приспособления, так как здесь задача заключается именно в постоянной перестройке системы, а она возможна только в отсутствие чрезмерно жестких связей. В других же случаях нужно обратное.

Необходимость найти какие-то методы для измерения организации была ясна уже давно. Однако удовлетворительных методов оценки организованности пока не было, и лишь недавно В. А. Геодакяном сделана попытка подойти к организации с количественной мерой. Однако отдельные положения в теории систем уже достаточно разработаны. Таковы некоторые классификации систем (о простейшей из них было сказано выше), а также связь каждого типа с определенными функциональными особенностями. В применении к биологическим объектам были рассмотрены: определенные сочетания того и другого типа систем, которые позволяют синтезировать преимущества жестких систем (существенные для онтогенеза) и дискретных (что важно в эволюционном процессе); значение трех типов обратных связей и их сочетаний; выделение оптимальных форм активных систем и т. д. Это позволяет, исходя из общесистемных положений, рассматривать целый ряд проблем. К числу последних относится и проблема организации науки — как в отношении выделения наиболее важных областей, так и в отношении методов рациональной стимуляции исследований, путей внедрения достижений в практику и т. д.

Системные проблемы организации науки

Вопросы организации науки в настоящее время тщательно изучаются в науковедении, и данная статья не ставит задачи излагать все полученные результаты. Мы коснемся лишь некоторых сторон этой проблемы исключительно с позиций теории организации систем. Как же можно рассматривать науку с системной точки зрения?

Каждую систему можно изучать как часть, или подсистему, системы более обширной. Для науки это означает ее рассмотрение как части системы социальной. Она необходима обществу всегда, а на данном этапе уже стало общепризнанным, что наука приобрела значение производительной силы. Она является порождением общества, выполняет определенные общественные функции, зависит от общества и влияет на него. Но, кроме того, она обладает определенной собственной структурой, в значительной степени обусловленной ее собственными закономерностями и, в немалой степени, — влиянием на нее общества как целого. Мы будем говорить, в основном, о некоторых проблемах, связанных со структурой самого процесса научной деятельности, хотя при этом нельзя не коснуться и ее внешних связей с различными сторонами общественной жизни. Система науки извне получает средства и кадры и сама воздействует на подготовку кадров, а рентабельность научной деятельности для общества в значительной степени определяет размеры затрат на нее. Как производительная сила, она влияет на развитие общества в целом. Она связана с производством и с печатью, которые служат для нее и источником информации, и практической проверкой ее достижений. Это все лишь некоторые из связей науки с обществом.

Что касается структуры самой науки, то здесь надо вспомнить сказанное выше о том, что любая реальная система может рассматриваться в ряде аспектов, причем в разных аспектах она распадается на иные элементы и обладает иными типами связей, т. е. иной структурой. Так, вид животного, рассматриваемый в экологиче-

ском разрезе, может выглядеть как целое, характеризующееся определенными пищевыми, энергетическими и другими прямыми и обратными связями с внешней средой. Рассматриваемый с популяционной точки зрения, он окажется дискретной системой разной степени дробления (особи, популяции и т. д.). Взятый в разрезе большого эволюционного масштаба, вид будет представлять собою цепь поколений с характерным типом последовательных изменений — в одних случаях более или менее закономерно направленных, а в других — с преобладанием случайной смены направлений, типа смены идиоадаптаций.

То же относится и к науке как системе в ее разных аспектах. Так, взятая в разрезе узко управленческом, система науки в СССР представляет собою неполно централизованную иерархическую структуру, состоящую из различных категорий сотрудников (элементов системы), входящих в различные институты; из руководящих ими ведомств (звенья или подсистемы); из центральных организаций в виде Академии наук СССР, Государственного комитета Совета Министров СССР по науке и технике. При этом, помимо иерархичности, можно отметить цепь сложных обратных связей — как вертикальных, между элементами и звеньями различного уровня (сотрудники, директор, министерство или Президиум АН СССР и т. д.), так и горизонтальных (между сотрудниками, лабораториями, институтами и пр.). Наличие таких множественных отношений увеличивает прочность связей и приближает организационную схему к неполно жесткому типу.

Взятая в разрезе научного процесса (например: предварительная информация — эксперимент — информация о результатах — практическое приложение), наука представляет собою цепь процессов, т. е. типичную жесткую систему, где каждое предыдущее звено лимитирует развитие последующего (мы здесь для сокращения изложения упростили картину, не упомянув роли материальных — финансирования, снабжение, оборудование — и других предпосылок процесса).

Возможно рассматривать научную

систему как состоящую из элементарных единиц — отдельных исследований. Тогда она имеет разную типологию при подходе к ней как к планово-отчетной системе (определяемой иерархической управленческой структурой) и как к системе публикаций (последний подход часто принят в науковедении). В первом случае это система довольно жестких отношений, во втором — сравнительно дискретного типа.

Не имеет смысла в небольшой статье перечислять все возможные аспекты, в которых может рассматриваться организация науки и научная деятельность. Важно то, что при рассмотрении каждой проблемы здесь возможен адекватный системный подход с соответствующей обобщенной характеристикой связей и вытекающими отсюда выводами. Ниже мы постараемся показать, как могут решаться отдельные, важные для нашей науки вопросы в свете системного подхода.

Наука: слабые и сильные звенья

Бесспорно, что ни один из крупных научных организмов (типа нынешних академий наук) не может быть построен по принципу энциклопедии, т. е. включать в себя институты, охватывающие все разделы науки. Однако главные разделы в такой научной системе должны быть. К сожалению, при обсуждении вопроса о создании тех или иных новых институтов трудно бывает решить, какие из них необходимы в первую очередь, ибо и за и против приводятся достаточно убедительные аргументы. Эта трудность выбора объясняется тем, что при рассмотрении проблем по отдельности обычно упускаются задачи развития науки в целом, т. е. к вопросу подходят без учета теории систем. Между тем если научные области рассматривать не изолированно, а как звенья более широкой системы наук, это позволяет подойти к вопросу с более общих позиций, использовать структурный анализ.

В. И. Ленин говорил о необходимости найти решающее звено в каждой проблеме и ухватиться за это звено. Там, где мы имеем дело с системой

невыясненного типа, решение этого вопроса в значительной степени зависит от одаренности исследователя и полноты его знаний о частных особенностях данной системы. Но там, где общий тип организации уже можно определить, теория систем дает некоторые обобщенные рекомендации — какое именно звено считать решающим. Для любой системы жесткого типа (а наука, как говорилось, в ряде аспектов относится к более или менее жестким системам) одним из важнейших звеньев является слабое¹: отставание (или, тем более, отсутствие) этого звена сдерживает развитие всей системы, в данном случае — научной.

Так, в Академии наук СССР до сих пор не были представлены — как самостоятельные дисциплины — психология и биология человека, что неизбежно отрицательно отражалось на всей системе наук — естественных и гуманитарных. В настоящее время человек, как наиболее изученный объект, становится важнейшим источником наших представлений в общей генетике (молекулярные основы осуществления признака, проблема генокопий и т. д.). В физиологии у нас практически угасло важнейшее направление типологии высшей нервной деятельности, заложенное И. П. Павловым, угасло потому, что дальнейшее его развитие было возможно именно только путем сочетания эксперимента на животных и исследований на человеке.

Среди гуманитарных наук изучение проблем психологии творчества, литературоведения, этнической психологии (имеющей практическое значение при соприкосновении с народами иной культуры) хотя и проводится в отдельных, специальных институтах, но без фундаментальных исследований по общей психологии, что снижает уровень работ и вносит элемент кустарности. Изучение наиболее развитых форм высшей нервной деятельности, свойственных человеку, может сыграть существенную роль и в таких областях, как передача ин-

формации, распознавание образов и т. д. Это лишь немногие примеры того значения, которое имеет и в смежных и в далеких областях развитие фундаментальных исследований по биологии человека и психологии. Не приходится говорить о собственном значении фундаментального развития этих областей, которое не может быть подменено частными исследованиями в отраслевых академиях и институтах. К таким проблемам относятся: проблема продления жизни, увеличения творческого потенциала нормального взрослого человека и ряд других проблем, интересующих каждого человека и важных для государства. Но, разумеется, развитие любой области несет и много важных непредсказуемых результатов. В этом отношении интересен один старый пример.

В раннюю эпоху английского господства в Индии ряд ученых, английских и индийских, из интереса к «чистой» науке занялись исследованием старинных священных текстов. Неожиданным результатом было открытие того, что обычай сожжения вдов после смерти мужа, который брахманы мотивировали ссылками на Веда, в действительности не имеет основания в этих текстах. Такое открытие ускорило и облегчило законодательную отмену этого жестокого обычая. Примеров подобного рода много в любых областях. Изучение взаимоотношения плесени и микроорганизмов — вопроса, интересного, по-видимому, лишь с чисто познавательной точки зрения, — привело к открытию пенициллина и развитию производства антибиотиков. Это лишь небольшие иллюстрации системной целостности науки. Тем более в наше время все увеличивающегося сближения и взаимодействия наук нельзя уже надеяться на то, что успех на отдельных направлениях науки как бы прикроет отставание на других направлениях.

Но сказанное не отменяет требования и к усилению наиболее сильных звеньев науки. Любая активная система, т. е. система, разрушающая противостоящие ей препятствия, определяется в своей эффективности в равной степени и по слабейшему звену и по наиболее сильному. Если сла-

¹ Подробно см.: А. А. Малиновский, Общие вопросы строения систем и их значение для биологии. В сб.: Проблемы методологии системного исследования. М., 1970.

бость первого тормозит ее развитие (или делает ее уязвимой), то развитие второго определяет успех разрушения противостоящих систем. Наименее существенным является укрепление звеньев, имеющих более или менее средний уровень развития. В биологических объектах исключительная роль сильнейших звеньев хорошо иллюстрируется тем, как многие виды животных особенно мощным развитием лишь одной из систем обеспечивают свое существование в борьбе с другими видами. Способность к полету птицы, древесный образ жизни обезьян и ленивцев, яд змеи — все это обеспечивает этим животным разрушение системы нападения на них многих более мощных (в других отношениях) хищников. Прорыв противостоящего фронта на наиболее перспективном направлении часто дает возможность одним ударом повысить эффективность всей активной системы. За последнее время в биологических науках таким направлением был переход на молекулярный уровень; в точных и технических науках их эффективность была сразу умножена введением машинной вычислительной техники. Можно думать, что в ближайшую эпоху такую же роль в логике ряда наук сыграет развитие теории систем, позволяющей решать самые различные вопросы в обобщенном виде, а в организации науки — развитие науки о самой науке.

Другие аспекты дифференциации научного творчества

Развивающаяся система обычно подвергается дифференциации, т. е. разделению на отдельные, качественно различные подсистемы. В системах биологического и более высокого уровня, если этот процесс сопровождается интеграцией, он приводит, как правило, к более эффективному функционированию системы. Такова дифференциация зиготы в онтогенезе, приводящая к образованию развитого организма, дифференциация вида на подвиды, занимающие экологически различные ареалы (а далее — и ниши одного ареала); в поведении — переход от недифференцированной формы реакции личинки ам-

фибий к более сложному поведению; на социальном уровне — дифференциация социальных функций, дифференциация элементов языка и т. д. Выше мы говорили о роли дифференциации науки, так сказать, по горизонтали — о дифференциации различных областей теоретического знания, о преимуществах дифференциации и о преодолении интеграцией ее отрицательных сторон. Теперь остановимся на дифференциации науки в другом аспекте.

В ряде наук, в том числе естественных (физика, астрономия, отчасти химия), произошла дифференциация на теоретическую и экспериментальную (или описательную) ветви. Это, как всякая дифференциация в обществе, имеющая форму разделения труда, повышает конечную эффективность научных исследований за счет взаимного дополнения: с одной стороны, — большей точностью и глубиной экспериментальных исследований, с другой — за счет большей самостоятельности теоретической мысли, позволяющей на более широком (не личном) материале свободно строить новые оригинальные мысленные конструкции.

Однако это разделение коснулось еще не всех естественных наук. В некоторых из них процесс задержался вследствие неблагоприятных условий для формализации знаний. Поэтому в биологии, географии и связанных с ними науках теоретические построения хотя и пользуются иногда уважением у коллег, но, за исключением математики и физических наук, почти никогда не являются основой для официального признания ученого, если они не вкраплены в какую-то более «обстоятельную» эмпирическую или изобретательскую работу. Сама по себе удачно созданная гипотеза или оригинальная мысль в глазах большинства представителей этих естественных наук существенной ценности не имеет, так как традиция (всегда связанная с инерцией положительной обратной связи) ведет к упорной недооценке всего, что не обосновано накопленным эмпирическим материалом.

Это, между прочим, сказывается и в создавшемся традиционном отношении к заимствованию чужих мыс-

лей. Я позволю себе не приводить примеров, но можно сказать с полным основанием: хотя плагиаты и заимствования морально осуждаются (что находит отражение в печати), юридической ответственности лица, занимающиеся намеренным и явно злостным заимствованием, тем не менее иногда не несут. Между тем такое отношение, помимо моральной стороны, имеет и чисто практическую, задерживая выделение теоретических методов в особую целостную область. Высказывание новых мыслей, которое, несомненно, могло бы происходить гораздо чаще и быть более продуктивным, способствуя образованию самостоятельной области теории, сдерживается тем, что теоретические публикации, так сказать, в «обнаженном» виде, т. е. без сопровождения большим собственным фактическим материалом, во-первых, неохотно принимаются редакциями многих журналов и, во-вторых, не вызывают уважения у коллег. Последнее, кстати, дает полный простор для любителей заимствований, которые, уязвляя такую новую мысль в какой-то мере со своими исследованиями, повышают этим их ценность, зачастую невысокую.

В настоящее время гипотезы как таковые часто не имеют того признания, на которое они в принципе могли бы и должны были бы рассчитывать. Поэтому в биологии и географии из-за своего рода скепсиса к «чистой» теории и в какой-то мере из-за официальных трудностей нарушается возможность полезной дифференциации системы науки на теорию и эксперимент, что приводит к ограничению теоретических публикаций, к снижению уровня теоретической работы. И здесь мы вновь встречаемся, уже совершенно в ином разрезе, с науками «об отношениях вещей» — с теорией систем и другими. Являясь основным интегрирующим фактором в науке, они связаны главным образом (а иногда исключительно) с теоретическим аспектом всех этих наук, они связывают все научные области именно через теорию. Поэтому, как это ни парадоксально, дифференциация отдельных наук на область теоретическую и описательно-экспериментальную способствует усилению связей

различных наук между собой в одно целое.

Дифференциация научной деятельности имеет прямое отношение и еще к одному крайне злободневному вопросу.

Как реализовать открытие

Очень остро стоит ныне вопрос о внедрении целого ряда удачных исследований и открытий, не находящихся пока себе применения в практике, хотя такое применение они явно могли бы найти. Известно, что иногда дело ограничивается открытием или формулировкой новых принципов, которые детально излагаются в статьях, но не доводятся до практической реализации. Это прежде всего относится к биологии, но примерно такое же положение и в других науках. В чем тут дело?

Рассматривая этот вопрос с системной точки зрения, вероятно, можно найти рациональные подходы к его решению. Как говорилось, современная дифференциация наук привела к столь сильной специализации, что ученые, даже работающие в близких друг другу областях, не всегда достаточно информированы о содержании смежных наук. С этим мы примирились, хотя, несомненно, это приносит значительный ущерб исследовательской работе. К сожалению, однако, мы совершенно не признаем значения того же самого явления, когда дело касается внедрения. Дифференциация коснулась ведь не только расчленения каждой науки по горизонтали — от науки к науке, но, как мы видели, и по вертикали: от теории к эксперименту, от эксперимента к литературной информации, от литературной информации к техническому приложению и от этого приложения к производственному внедрению. Если мы часто не требуем от специалиста-химика, чтобы он знал смежные области даже в химии так же совершенно, как свою, то очень странно требовать от ученого, чтобы он, кроме теории и эксперимента, знал технические методы, позволяющие создать проект, знал бы административные условия и всевозможные юридические и технические тонкости, связанные со всеми этапами дальнейшего внедрения открытия в производство.

Известно, что за рубежом многие конструкторы, занимающие видное положение, содержат специальный штат лиц, которые оформляют патентование их изобретений. У нас же эта обязанность (в целом институте!) обычно возлагается на нескольких или даже на одного человека, притом занятого нередко другим, основным делом (исследованием или конструированием), малоопытного во всех тонкостях как патентования, так и передачи предложений в производство. Благодаря этому нарушаются все преимущества разделения труда, и, как правило, дело в результате такого подхода останавливается на ранней стадии создания чисто научных достижений, в лучшем случае — с опубликованием, но без какой-либо доработки и подготовки к передаче в производство.

Эти маломощные, часто созданные из непрофессионалов, а то и на общественных началах группы по патентованию и внедрению не только слабо подготовлены, но и мало заинтересованы в результатах. А если в отдельных больших организациях и институтах имеются хорошо работающие группы, то они и обслуживают только эти организации. Поэтому подавляющее большинство организаций или не обслуживаются, или обслуживаются чисто формально.

Какой же из этого может быть выход? На большие группы научных учреждений, например на все учреждения Академии наук СССР или хотя бы отдельно на каждую ее секцию, стоило бы, вероятно, создать специальное учреждение, единственной задачей которого было бы отыскание завершенных тем, пригодных к внедрению, и доведение их до этого внедрения (будет ли это патентование или окончательный пуск в производство). Оценка же работы этого учреждения должна производиться прямо по количеству и качеству внедренных предложений. Только при такой — профессиональной — подготовленности и прямой, а не косвенной заинтересованности можно ожидать значительных успехов в процессе внедрения тех больших достижений, которые дает наука. Всякое же частичное решение будет, естественно, менее рентабельным.

Некоторые пути регуляции в системе науки

Высокоорганизованные системы — биологические, технические, социальные, — как правило, характеризуются той или иной степенью способности к саморегуляции. В обществе ряд систем может прямо регулироваться самим обществом. Но и в обществе, и в живых системах более экономичный и эффективный путь — развитие в подсистемах собственных регуляторных механизмов, которые лишь в особых случаях подвергаются внешним воздействиям, изменяющим направление их регуляции¹. Наука, как одна из подсистем общества, регулируется и непосредственным воздействием общества, и собственными механизмами. Последние могут быть развиты в большей или меньшей степени, от чего и зависит коэффициент полезного действия научных организаций в целом. Для иллюстрации мы коснемся только одной из проблем, связанных с саморегуляцией науки, оставив в стороне ряд других, не менее важных (в частности, может быть и наиболее важную проблему, — о прямой заинтересованности ученого в научном эффекте своих исследований).

Системы, подобные науке, не могут развиваться без эффективной обратной связи, которая, как следует из элементарных кибернетических представлений, служит основным условием любого целенаправленного процесса. Для науки одна из основных форм эффективной обратной связи идет через публикации и критику научных работ². Из-за недостаточного развития научной печати страдает уровень науки, так как происходит отставание публикаций, и, как одно из следствий этого, более позднее их практическое и теоретическое использование. Страдает и эффективность исследования, ибо из-за неос-

¹ См.: А. А. М а л и н о в с к и й. Некоторые вопросы организации биологических систем. В сб.: Организация и управление. М., 1968, стр. 105—138.

² В дальнейшем мы вкратце остановимся и на других формах обратной связи.

ведомленности возникает ряд ненужных параллелизмов в работах учреждений и, следовательно, возрастают неоправданные затраты. И наоборот, некоторые нужные параллелизмы отсутствуют, например те, которые необходимы для взаимной проверки проделанных исследований. Наконец, особое значение имеет то, что печатать, в отличие от системы административной организации науки, по типу приближается к системам дискретным.

Как уже говорилось, при внутренней жесткости системы отбор элементов в ней ослаблен, так как затруднено их свободное перемещение. В управленческом отношении организация науки приближается к жесткому типу, следовательно, уже по одному этому отбор ее элементов на различных уровнях (сотрудники, учреждения) несколько затруднен, в первую очередь — соответствующий задачам подбор кадров. Эти трудности возрастают еще больше благодаря слабому проникновению в жесткие системы (здесь — институты) отбирающего фактора, т. е. адекватной критики научных результатов, так как сотрудники и их работы как бы прикрыты всей системой учреждения в целом¹. Конкретно мы знаем, насколько трудно проводить в них внутренний отбор кадров. Работа одного сотрудника дается на рецензию другому сотруднику, тот, не желая подводить друга или обострять отношения с врагом, признает ее достаточно ценной. Одновременно, не желая прослыть плохим рецензентом, он обязательно находит в ней недостатки. И все это — независимо от реальной ценности самой работы. В результате оценка многих работ оказывается нивелированной. Выделить

ценные очень трудно, а это, естественно затрудняет и отбор кадров.

Между тем подбор кадров — одна из важнейших проблем в организации науки, так как эффективность системы зависит от трех факторов: качества элементов, их количества и общей структуры системы. Качественно высокий состав кадров — одно из основных условий эффективной работы научных учреждений. Решение этой проблемы — одно из основных условий повышения эффективности науки, почему вопрос этот и был столь остро поставлен на XXIV съезде КПСС.

В докладе А. Н. Косыгина указывается: «Следует, видимо, совершенствовать и систему оплаты труда ученых, которая учитывала бы в большей мере действительный вклад каждого работника в дело научно-технического прогресса. Это будет способствовать улучшению состава научных кадров и повышению результативности исследований»¹.

Более подробно и несколько в другом аспекте на вопросе подбора кадров остановился в своей речи на съезде М. В. Келдыш: «Для улучшения подбора кадров у нас еще недостаточно используются конкурсы и переквалификация сотрудников института, хотя эти средства могут быть очень эффективными. Не полностью используются также возможности экономического и морального поощрения и меры по усилению ответственности за работу по научно-техническим проблемам»².

Мне думается, что для повышения ответственности этих мероприятий важна также широкая и быстрая публикация по возможности всех работ, завершенных в научных учреждениях. Это обеспечивает эффективную обратную связь в виде независимой критики со стороны и, следовательно, правильный дальнейший отбор этих работ. Система печати достаточно дискретна по типу, и отбор, т. е. научная оценка работы, в результате такой критики происходит легче и бо-

лее объективно. А возможность объективнее отбирать хорошие работы позволяет и лучше оценивать создающие их кадры. Следует поэтому, вероятно, печатать даже сравнительно слабые работы (пусть в сокращенном виде) — хотя бы для надлежащей их критики. Здесь было бы обеспечено независимое мнение о них неофициальных рецензентов из других учреждений, лично почти (или совсем) не знающих автора и оттого более объективных.

*

В настоящей статье невозможно было сколько-нибудь полно охватить те актуальные проблемы развития науки, разрешению которых может в известной степени способствовать рассмотрение их с позиций системного подхода. Целый ряд проблем не был затронут в статье, другие были освещены неполно, поскольку приходилось одновременно, хотя бы кратко, останавливаться и на тех положениях системного подхода, которые имели значение для данных научных проблем.

Тем не менее даже вкратце рассмотренные иллюстрации, на наш взгляд, позволяют думать, что системный подход к проблемам организации науки может быть полезен и в постановке актуальных вопросов, и в их разрешении, а сама общая теория организации систем должна найти более заметное место в науке.

УДК 001

Рекомендуемая литература

И. В. Блауберг, В. Н. Садовский, Э. Г. Юдин. СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД: ПРЕДПОСЫЛКИ, ПРОБЛЕМЫ, ТРУДНОСТИ. М., 1969.

Н. Винер. КИБЕРНЕТИКА. Изд. 2-е, М., 1968.

Г. М. Добров. НАУКА О НАУКЕ. Киев, 1966.

НАУКА О НАУКЕ. Сб., М., 1966.

НАУЧНОЕ ТВОРЧЕСТВО. Сб., М. 1969. ПРОБЛЕМЫ МЕТОДОЛОГИИ СИСТЕМНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ. М., 1970.

СИСТЕМНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ. Ежегодник. М., 1970.

ФИЛОСОФСКИЕ И СОЦИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ. Сб., Л., 1967. У. Р. Эшби. ВВЕДЕНИЕ В КИБЕРНЕТИКУ. М., 1959.

¹ Аналогичные явления в биологических системах можно видеть в замедлении отбора органов, не соприкасающихся прямо с внешней средой (А. Н. Северцов) и, особенно, паразитических форм экзогенного (т. е. собственно паразитов) и эндогенного (злокачественные новообразования) характера, многие из которых чрезвычайно неустойчивы во внешней среде (например, спирохеты), но весьма жизнеспособны под защитой пораженного ими организма.

¹ А. Н. Косыгин. Директивы XXIV съезда КПСС по пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР на 1971—1975 годы. В кн.: Материалы XXIV съезда КПСС. М., 1971, стр. 142.

² М. В. Келдыш. Речь на XXIV съезде КПСС. «Правда» 2 IV 1971.

Химия «невозможного»

Профессор Б. Вегель

Последние десятилетия ознаменовались широким внедрением в органическую химию современных физических методов, в частности оптической и микроволновой спектроскопии. Параллельно в ней со все возрастающим успехом стали применяться квантовомеханические представления, позволившие объяснить многие из накопленных ранее фактов и стимулировавшие постановку новых экспериментов.

Вооруженное мощными, заимствованными из физики методами, современное поколение органиков-синтетиков смело взялось за поиски соединений, считавшихся — с точки зрения традиционных представлений органической химии — невозможными и, действительно, не поддававшихся ранее синтезу. Создание новых соединений с необычными типами связей и своеобразной геометрией представляет, конечно, значительный теоретический интерес: перед исследователями как бы открывается опытное поле для проверки современных теорий валентности, для изучения механизмов реакций и стимулирующих их катализаторов. Наконец, как будет видно из дальнейшего, считавшиеся еще недавно «невозможными» вещества немедленно находят промышленное применение.

Устойчивость молекул — энергетические и геометрические факторы

Органическая химия — это химия соединений углерода. Конфигурация органических соединений определяется геометрическим характером атома углерода. Для выяснения этих конфигураций углерод изучался как экспериментально (методами электронной дифракции, рентгенографии, различными спектроскопическими методами, методом ядерного магнитного резонанса), так и теоретически (теория молекулярных орбиталей). В большинстве соединений углерод имеет четырехвалентный характер. Валентные углы, образуемые в таких соединениях углеродными связями, принимают строго определенные значения. Если связи между атомами углерода одинарные, т. е. осуществляются одной парой валентных электронов, то углы между связями равны 110° ; атом углерода при этом находится в центре правильного, образованного C—H связями, тетраэдра (примером может служить этан C_2H_6) (рис. 1). Если эти связи двойные, как, например, в этилене C_2H_4 , то валентные углы составляют 120° . Наконец, в случае тройных связей между атомами углерода, как в ацетилене C_2H_2 , этот угол составляет 180° (линейные молекулы).

Указанные валентные углы отвечают направлениям, в которых плотности распределений связывающих электронов максимальны. Соответствующие структуры являются, следовательно, наиболее устойчивыми. Од-

нако мыслимы и такие конфигурации углеродсодержащих молекул, в которых валентные углы отличаются от приведенных выше значений. Подобные, «невозможные» по традиционным представлениям молекулы, могут, однако, при некоторых условиях существовать, хотя и отличаются от носительной нестабильностью — они как бы обладают внутренними «напряжениями», возникающими из-за того, что углы между связями в них отличаются от наиболее устойчивых.

Другой тип «невозможных» соединений возникает в результате появления в молекулах различных «конформаций» — внутренних неидентичных перестроек (не связанных с нарушениями устойчивых валентных углов), возникающих в результате вращения некоторых групп атомов вокруг одинарных связей. В этане группа CH_3 способна вращаться вокруг связи C—C почти свободно. Однако в производных этана, получающихся путем замещения атомов водорода различными группами атомов, такое вращение становится затрудненным, так как взаимное отталкивание групп, привязанных к разным углеродным атомам, возрастает из-за увеличения объема этих групп. Возникающие таким образом закономерности можно характеризовать с помощью «проекции Ньюмена», т. е. в случае, например, этана, с помощью проекций молекулы на плоскость, перпендикулярную связи C—C (рис. 2).

Обычно атомы, привязанные к разным углеродным атомам, располагаются таким образом, чтобы расстояния между ними были максимальны. Иначе говоря, для производных этана углы между связями на «проекции

Бернард Вегель, профессор факультета естественных наук, руководитель лаборатории стереохимии Университета в г. Марселе (Франция).

Ньюмена», отвечающие наиболее устойчивым конформациям, равны примерно 60° ; связи в этом случае являются, как говорят, незаслоненными. Существуют вместе с тем также молекулы, в которых указанного типа связи «заслоняются» и которые, следовательно, отличаются относительной неустойчивостью. По классическим представлениям, их также следовало бы причислить к «невозможным». Непривычные и сильно «напряженные» структуры молекул возникают также в результате образования внутри молекулы нескольких особым образом расположенных циклов.

Все такого рода соединения, считавшиеся не столь давно невозможными, отличаются неустойчивостью и высокой реакционной способностью. Поэтому они могут существовать обычно лишь при достаточно низких температурах или возникать как промежуточные продукты реакций. Их выделение в чистом виде оказывается обычно сложным делом.

Циклопропан и «банановые» связи

Существование циклопропана, содержащего кольцо из трех атомов углерода, расположенных по вершинам равностороннего треугольника, в течение длительного времени отрицалось — такая структура считалась слишком «напряженной». Помимо того, что углы между углеродными связями, равные 60° , очень сильно отличаются от «нормального» угла в 110° , свойственного одинарным углеродным связям, в молекуле циклопропана существуют также значительные напряжения, вызываемые заслоненными конформациями — связи между C—H в нем почти параллельны (рис. 3). Циклопропан по этим причинам отличается неустойчивостью, и поэтому в течение длительного времени его не удавалось выделить в чистом виде. Когда же это случилось, теоретикам, чтобы объяснить его существование пришлось ввести новый тип связей между атомами углерода, характеризующийся, грубо говоря, не прямолинейными, а изогнутыми валентными штрихами («банановые» связи). Такого рода свя-

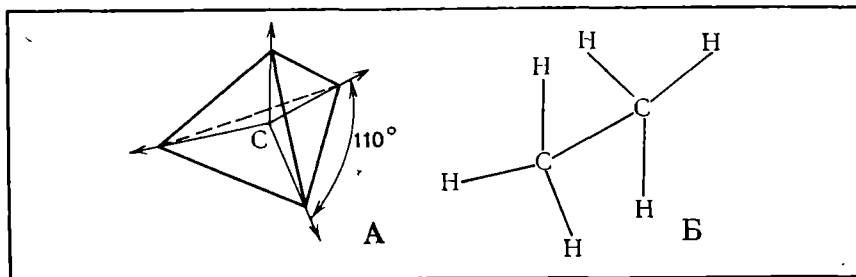


Рис. 1. Если связи между атомами углерода одинарные, т. е. осуществляются одной парой валентных электронов, то углы между связями равны 110° (А); атом углерода при этом находится в центре правильного образованного C—H связями тетраэдра (примером может служить этан C_2H_6) (Б).

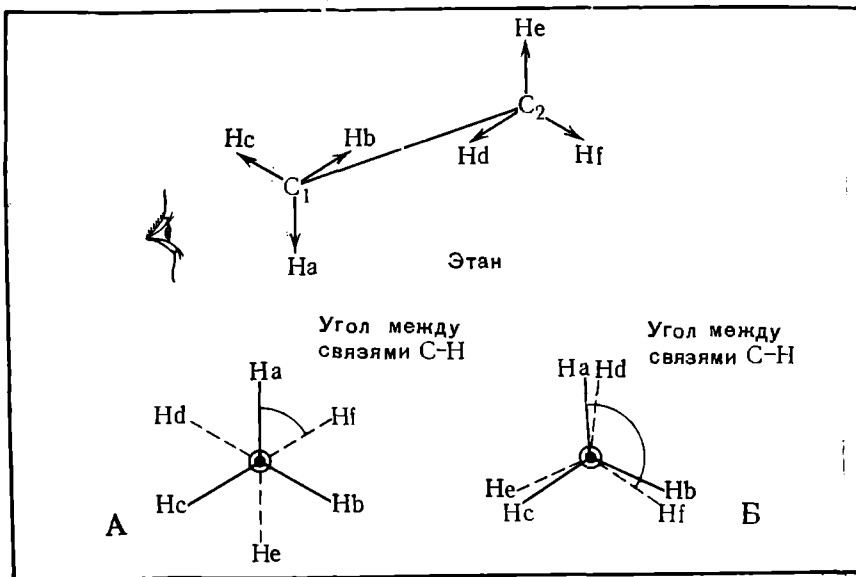


Рис. 2. Этан и его проекции на плоскость (А, Б), перпендикулярные связи C—C. Для производных этана углы между связями на «проекциях Ньюмена», отвечающие наиболее устойчивым конформациям, равны примерно 60° , связи в этом случае называются «незаслоненными» (А). Существуют вместе с тем такие молекулы, в которых указанного типа связи «заслоняются» и молекулы отличаются относительной неустойчивостью (Б).

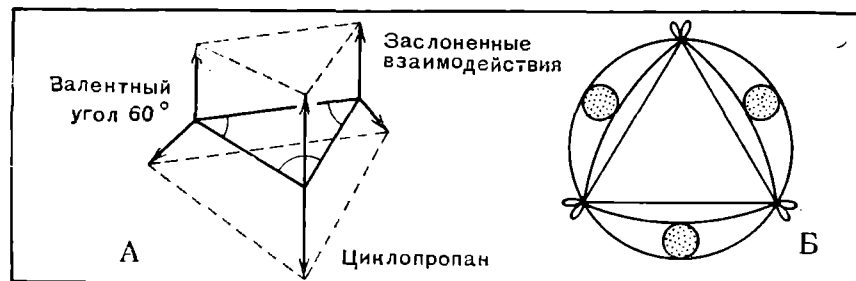


Рис. 3. В молекуле циклопропана существуют значительные напряжения, вызываемые заслоненными конформациями — связи между C—H в нем почти параллельны (А), по этим причинам циклопропан отличается неустойчивостью. Чтобы объяснить существование циклопропана, ввели новый тип связей между атомами углерода, характеризующийся не прямолинейными, а изогнутыми валентными штрихами — «банановые» связи (Б).

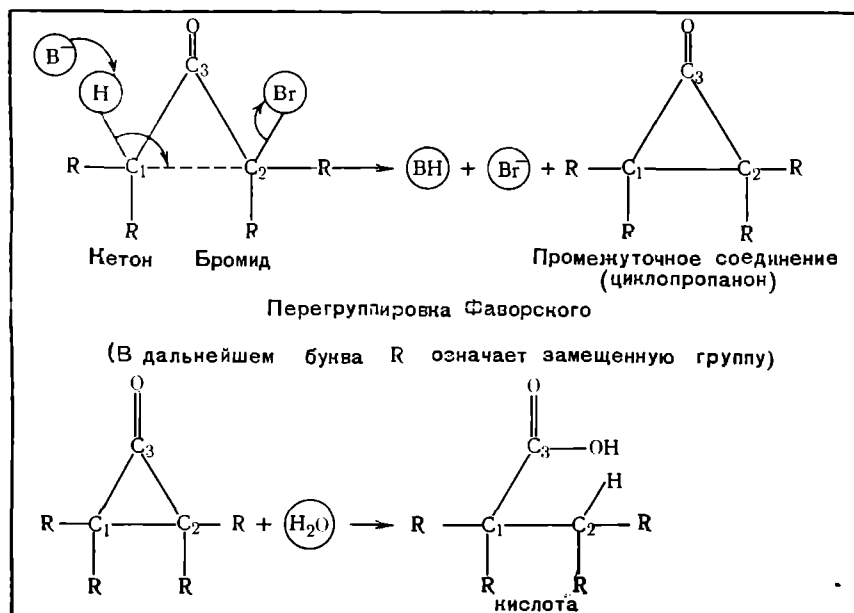


Рис. 4. К производным циклопропана относятся насыщенные кетоны — циклопропаноны с типом «банановых» связей. Это соединения обладают повышенной реакционной способностью и своеобразными физическими свойствами.

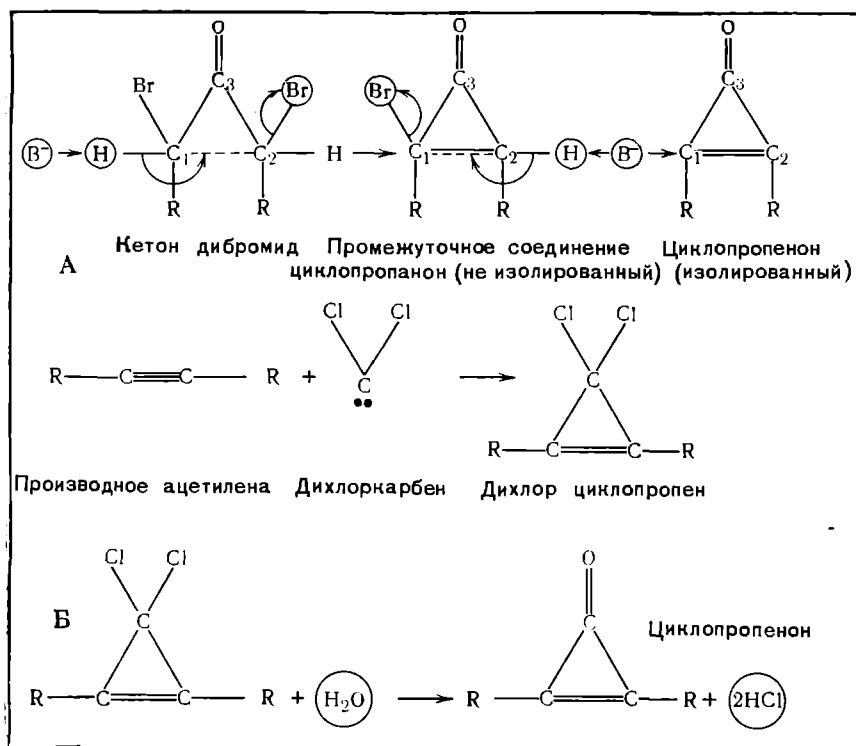


Рис. 5. Ненасыщенный кетон циклопропенон. Получение из кетон бромидов (А). Реакции дихлоркарбена с производными ацетилена легко приводят к образованию дихлорциклопропилена, который последующим гидролизом может быть превращен в циклопропенон (Б).

ли существенно отличаются от одинарных связей и носят некоторые черты двойных связей. Иначе говоря, валентные электроны углерода в циклопропане перестраиваются таким образом, чтобы скомпенсировать внутренние напряжения, связанные с необычной геометрией молекулы. Наличие в циклопропане и в его производных указанного типа связей приводит к тому, что эти соединения обладают повышенной реакционной способностью и своеобразными физическими свойствами. К таким производным относятся, в частности, насыщенные (циклопропаноны) (рис. 4) и ненасыщенные (циклопропеноны) кетоны (рис. 5, А), содержащие кольцо из трех атомов углерода и связанный с ним двойной связью атом кислорода. Производные циклопропана легко поддаются синтезу с помощью открытых примерно 15 лет назад своеобразных неустойчивых соединений — карбенов (CH_2 , CCl_2), в которых углерод (так же как и в молекулах CO) двухвалентен.

Это значит, что в карбенах два валентных электрона остаются несвязанными, т. е. карбены ведут себя, как бирадикалы, способные очень активно реагировать с молекулами, имеющими двойные и тройные связи. В частности, реакции дихлоркарбена с производными ацетилена легко приводят к образованию дихлорциклопропилена, который последующим гидролизом может быть превращен в циклопропенон (рис. 5, Б). Циклопропаноны длительное время не удавалось синтезировать. Первые соединения такого рода удалось синтезировать лишь 5 лет назад, используя реакции карбенов с молекулами, обладающими двумя двойными связями (рис. 6).

Бензол в форме крыши

Своеобразные соединения с очень напряженными структурами возникают также из обычного бензола. В течение длительного времени химики, начиная с Кекуле, приписывали бензолу только плоские структуры. Это относится как к первоначальным структурам Кекуле, так и к выдвинутому впоследствии формам Дьюара и Ладенбурга (рис. 7). Указания на то,

что эти последние могут действительно реализоваться в молекулах некоторых промежуточных соединений, возникающих в ходе ряда термических реакций, стали появляться лишь несколько лет назад. Когда одно из таких промежуточных соединений удалось, наконец, выделить, оказалось, что схема связей в нем действительно совпадает с постулированной Дьюаром. Однако эти связи расположены на самом деле в трехмерной системе — выяснилось, что бензол Дьюара имеет форму крыши или раскрытой книги (рис. 8). Синтез бензола Дьюара может быть осуществлен следующим образом — две молекулы диметилацетилена, вступая в реакцию, дают соединение с квадратным циклом — тетраметилциклобутadien; присоединение к нему еще одной молекулы диметилацетилена приводит к образованию бензола Дьюара, т. е. молекул, имеющих форму крыши. Эти последние при некоторых условиях превращаются в бензольные молекулы, имеющие в кольце лишь одинарные связи, т. е. в бензол Ладенбурга, также характеризующийся трехмерной структурой призматической формы и поэтому называемый призматом. Производное призмана, имеющее 6 метильных групп (гексаметилпризман), является при комнатных температурах жидкостью. В присутствии подходящего катализатора это вещество со взрывом переходит в обычный гексаметилбензол, существующий при таких условиях лишь в твердой фазе. Взрыв сопровождается образованием порошка, который разлетается в реакционном объеме. Так в очень наглядной форме проявляются внутренние напряжения в молекуле и освобождение избытка энергии, существующего в молекулах призмана.

Другое очень своеобразное соединение — бензвален, или бензол Хюккеля — возникает при некоторых условиях в результате облучения бензола ультрафиолетом. Соответствующая реакция носит название «валентной изомеризации» (рис. 9).

«Живые» молекулы

Еще один путь получения молекул с сильными внутренними напряжениями — это создание молекул, со-

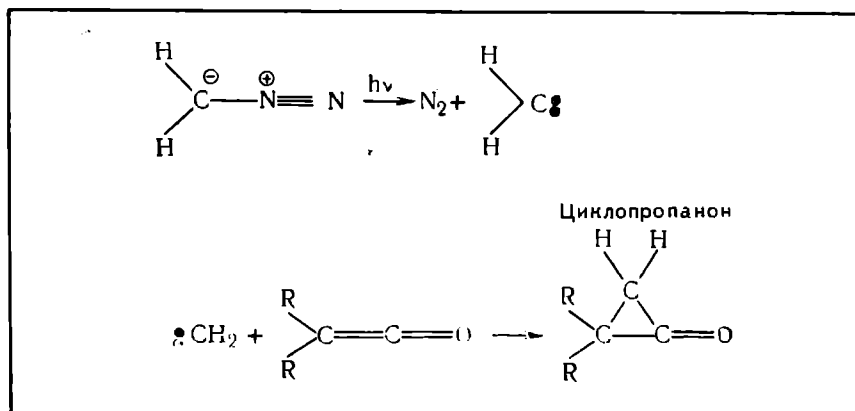


Рис. 6. Первые циклопропаноны удалось синтезировать, используя реакции карбенов с молекулами, обладающими двумя двойными связями.

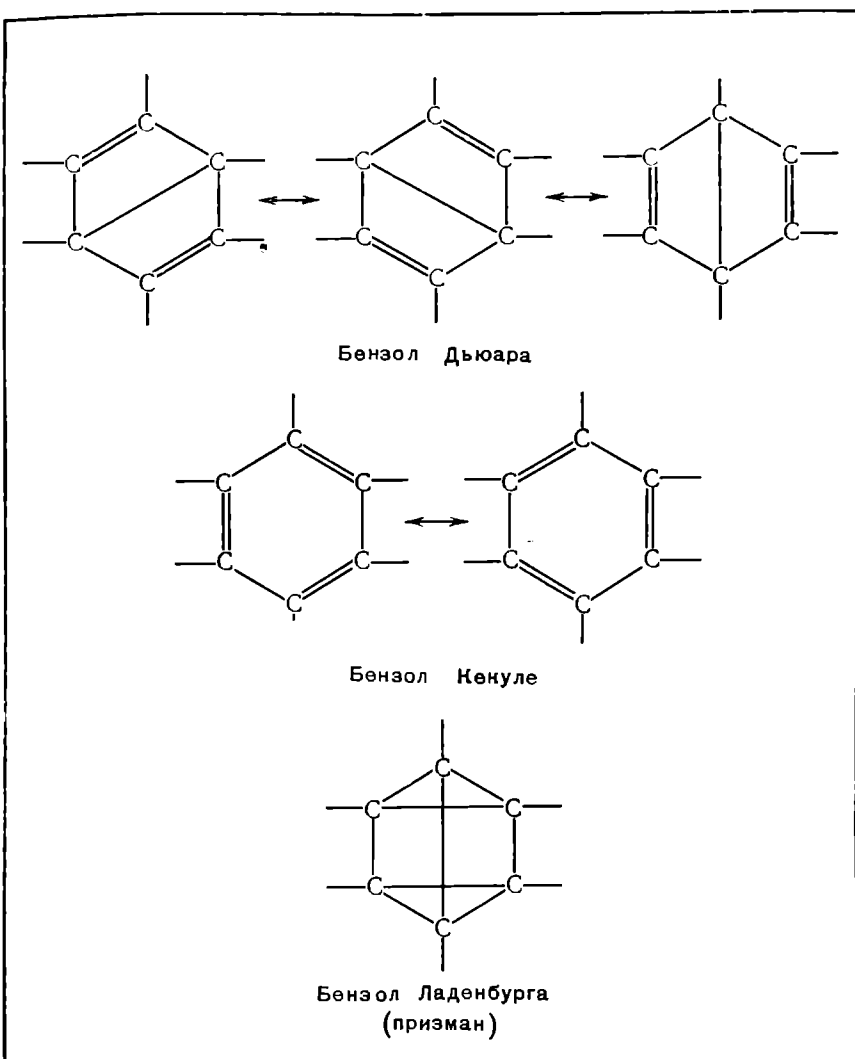


Рис. 7. Бензол Дьюара, бензол Кекуле, бензол Ладенбурга (призман).

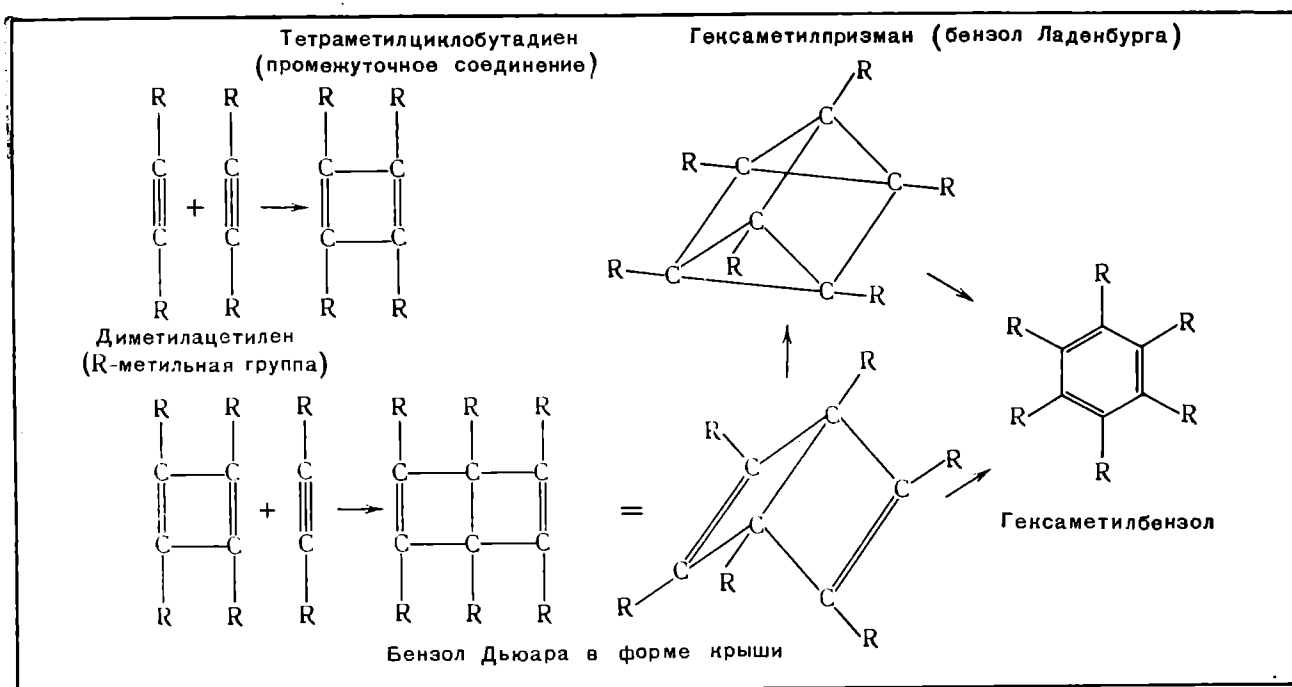


Рис. 8. Две молекулы диметилацетилена, вступая в реакцию, дают соединение с квадратным циклом — тетраметилциклобутadiен; присоединение к нему еще одной молекулы диметилацетилена приводит к образованию бензола Дьюара, т. е. молекулы, имеющей форму крыши. Последний при некоторых условиях превращается в бензол Ладенбурга, призматической формы, призма. В присутствии подходящего катализатора это вещество со взрывом переходит в обычный гексаметилбензол.

держат циклопропановые циклы. При этом возникают своеобразные вещества, как, например, бициклобутан, или спиропентан, молекулы которого имеют форму бабочки (рис. 10). Совсем недавно некоторые исследователи стали указывать также на возможность существования тетраэдра — соединения с остовом, образованным из четырех углеродных атомов. Отметим, наконец, что недавно было получено соединение, являющееся высшим гомологом призматана. Это соединение названо «астераном», так как его молекула имеет звездообразную форму. В этом случае циклизация была осуществлена с помощью внутримолекулярной реакции, происходящей с участием одного из карбенов (рис. 11).

Своеобразным примером молекул, содержащих трехчленные циклы, является бульвален, получающийся различными фотохимическими способами. Эта молекула спонтанно преобразуется в результате процессов валентной изомеризации в различные

новые структуры (рис. 12) — ее можно назвать поэтому «очень живой». Исследование бульвалена было проведено с помощью мощного физического метода — ядерного магнитного резонанса.

От треугольников к квадратам (форма корзины)

Обратимся теперь к соединениям, которые получаются, если за исходное вещество взять циклобутан, молекулы которого включают кольцо из четырех углеродных атомов. В настоящее время химики пытаются всевозможными способами «скрещивать» эти молекулы между собой, а также с молекулами циклопропанов. Таким образом получаются чрезвычайно интересные структуры, среди которых упомянем бициклопентаны, ротаны (эти последние лишь совсем недавно были синтезированы во Франции), кубаны и, наконец, баске-

таны, имеющие форму корзины (рис. 13). Всем этим соединениям свойственны, наряду с сильными угловыми напряжениями, также значительные внутренние взаимодействия, возникающие из-за заслоненных конформаций. Большинство синтезов, с помощью которых были получены эти соединения, проведены фотохимически.

Опишем один из них, по-видимому, наиболее элегантный, в котором исходным веществом является циклобутadiен. Этот последний был синтезирован лишь недавно, первоначально в форме соединения, содержащего железо. При разложении комплекса, которое производится реакциями с некоторыми ионами, циклобутadiен освобождается и начинает вступать в реакции с присоединением новых циклов, которые и были использованы для получения, например, кубана: присоединение циклобутadiена к соединению, содержащему шестичленное кольцо, дает сначала исходный остов, содержащий 10 углерод-

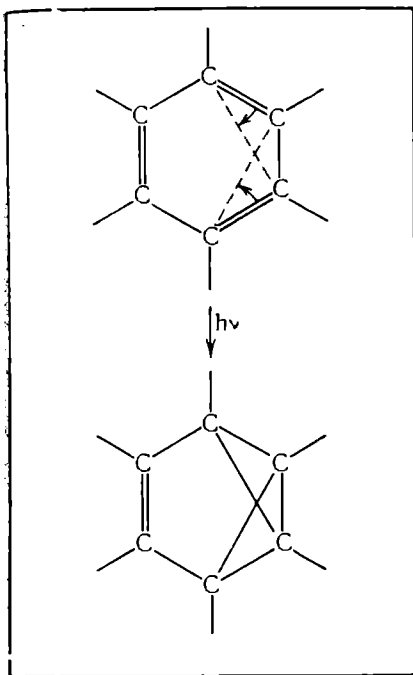


Рис. 9. При облучении бензола ультрафиолетом имеет место так называемая реакция «валентной изомеризации», в результате которой возникает своеобразное соединение — бензол Хюккеля.

ных атомов, связанных одинарными связями. Две последующие реакции перегруппировки Фаворского дают затем соединение с углеродным остовом кубической формы. Отщепление от него двух оставшихся радикалов CO_2H приводит к образованию кубана (рис. 14). Использование в качестве исходного соединения циклобутадиена позволяет также получить многие другие сложные соединения, в частности упомянутый выше бензол Дьюара.

Следует подчеркнуть ту важную роль, которую сыграла теория в исследованиях, приведших к синтезу циклобутадиена — его структура, оказавшаяся трехмерной, была первоначально найдена расчетным путем.

В поисках конгрессана

Очень своеобразные соединения, имеющие форму клетки, получают в результате конденсации молекул, содержащих пятичленные циклы. (рис. 15).

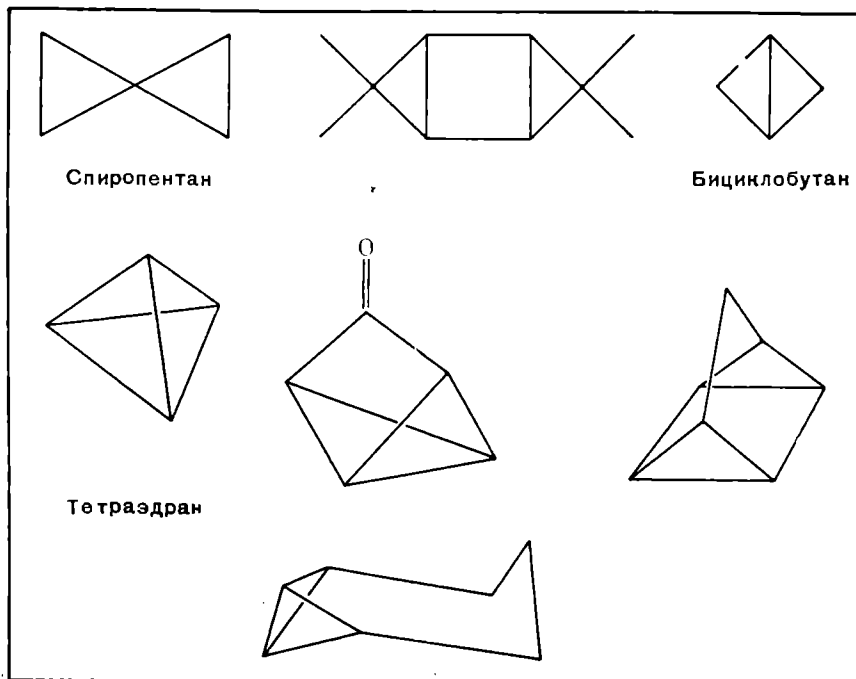


Рис. 10. Некоторые примеры напряженных молекул, синтезируемых из циклопропанов.

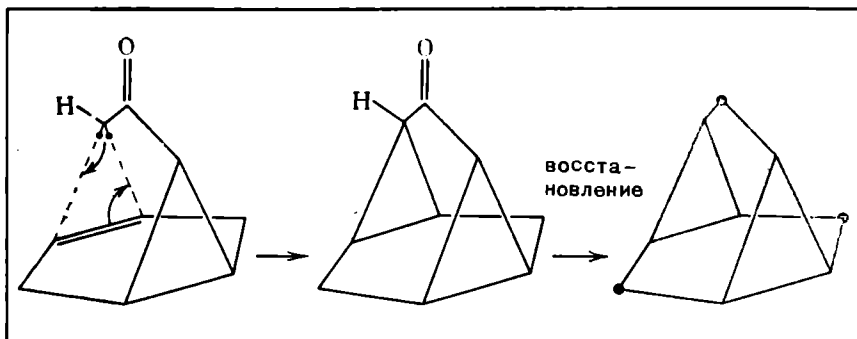


Рис. 11. Высший гомолог призмана, названный «астераном». Атомы углерода, отмеченные точками, являются дополнительными по отношению к призматану.

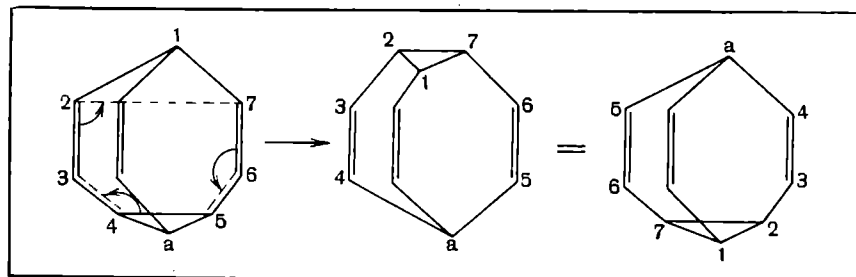


Рис. 12. Своеобразным примером молекул, содержащих трехчленные циклы, является «бульвален», спонтанно преобразующийся в результате процессов валентной изомеризации в различные новые структуры.

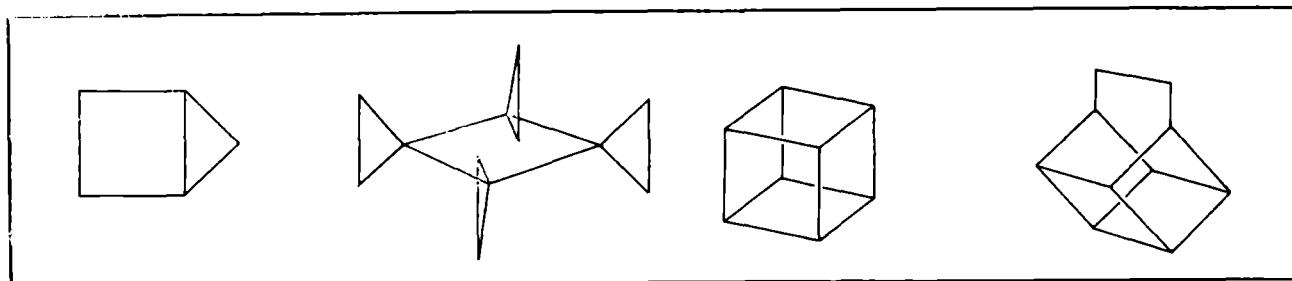


Рис. 13. Бициклопентан, ротан, кубан, баскетан.

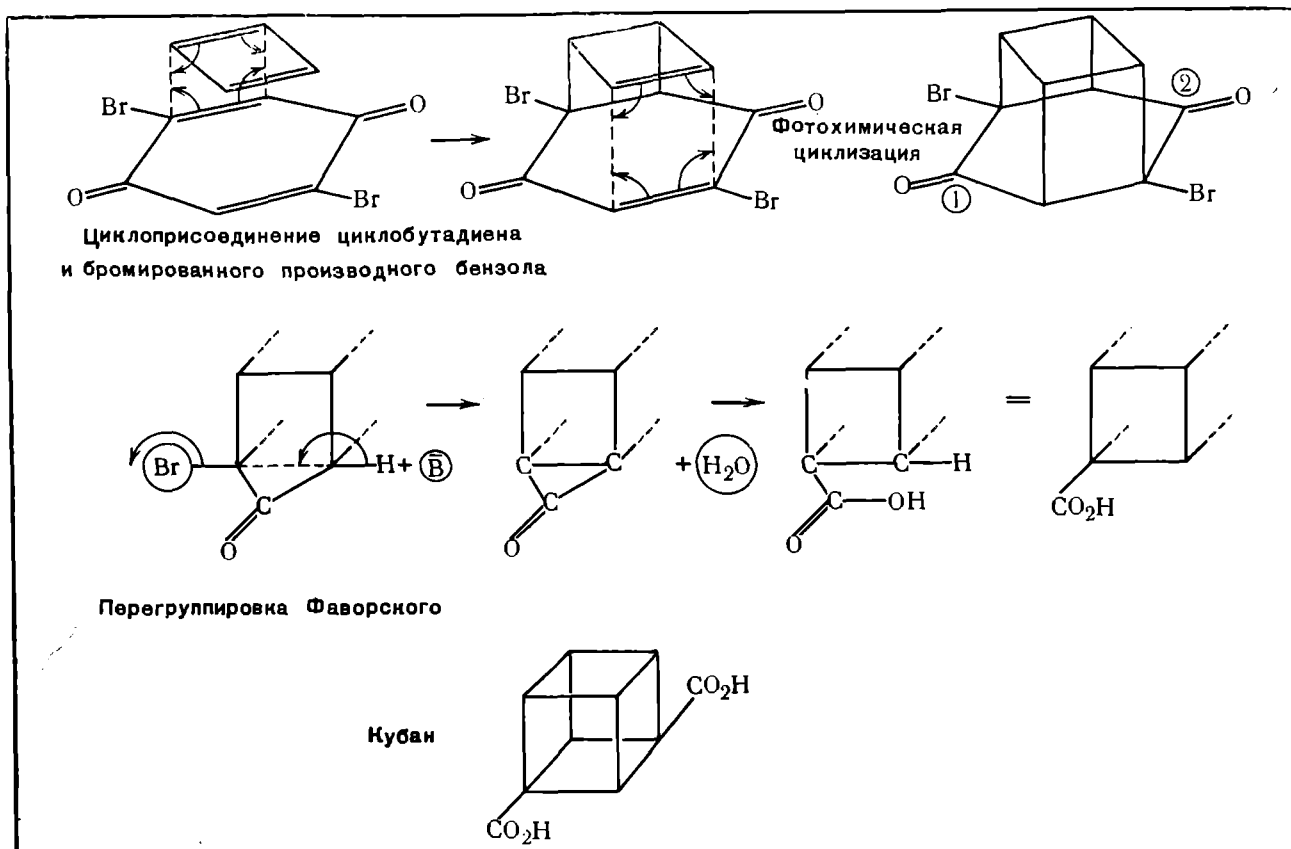


Рис. 14. Синтез кубана.

Наиболее интересными среди них, несомненно, являются адамантан и его производные. Адамантан — это устойчивое соединение, молекулы которого включают углеродный остов, образованный тремя шестичленными циклами, имеющими форму кресла (рис. 16). В 1963 г. по случаю конгресса Международного Союза теоретической и прикладной химии (ЮПАК)¹, происходившего в

¹ ЮПАК — Union of Pure and Applied Chemistry.

Лондоне, была издана программа этого конгресса с изображением на обложке структурной формулы гипотетического производного адамантана. Эту красивую, симметричную молекулу, получившую название «конгрессана», избрали эмблемой конгресса. Получение и изучение конгрессана было тогда же выдвинуто комиссией ЮПАК в качестве одной из первоочередных тем дальнейших исследований. Его синтез удалось осуществить уже в 1965 г. методом, ана-

логичным использованному ранее для получения адамантана. Этот последний был получен путем конденсации молекул циклопентадиена, приведшей к образованию промежуточного соединения, заключающего, как и адамантан, три цикла, образованных десятью атомами углерода. Подобным же образом конгрессан, образованный пятью циклами из 14 атомов углерода, удалось получить из предшественника, образованного из такого же числа циклов и углеродных ато-

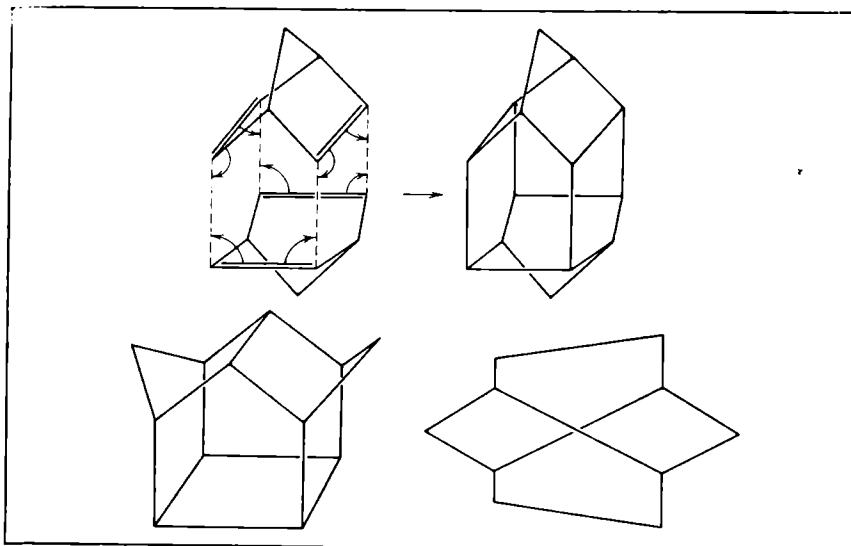


Рис. 15. В результате конденсации молекул, содержащих пятичленные циклы, получают соединения, имеющие форму клетки.

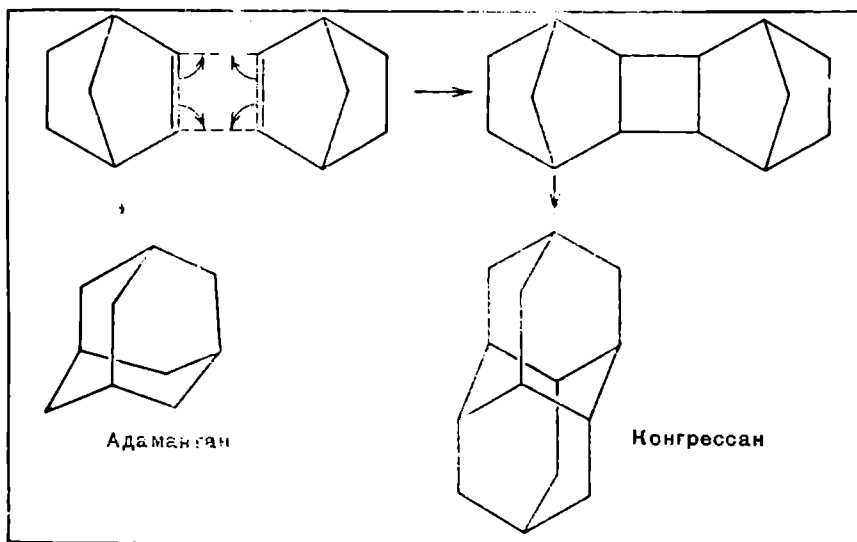


Рис. 16. Адамантан и его производное конгрессан.

мов. Структура синтезированного указанного соединения была однозначно подтверждена рентгенографически. Интересно отметить, что молекулу конгрессана можно рассматривать в некотором смысле как часть кристаллической решетки алмаза, в которой каждый атом углерода окружен четырьмя соседними атомами, находящимися в вершинах правильных тетраэдров.

Изложенная выше идея, положенная в основу синтеза адамантана и

конгрессана, была использована далее для получения их высших гомологов. Используя в качестве исходного вещества циклооктатетраен с циклом, состоящим из 8 атомов углерода, химикам удалось получить промежуточное соединение, — димер, насчитывающий 16 атомов углерода. Добавление к нему еще двух атомов углерода путем реакций с карбенами привело затем к образованию молекул, насчитывающих семь циклов, состоящих из 18 атомов углерода.

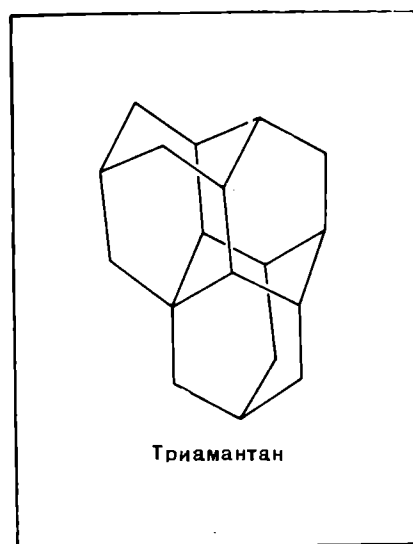


Рис. 17. Молекула триамантана, насчитывающая семь циклов, состоящих из 18 атомов углерода.

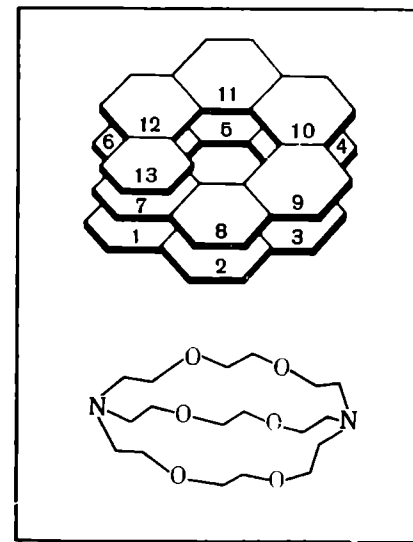


Рис. 18. Гелицен и криптат (внизу).

да, — к триамантану (рис. 17). Его структура была подтверждена независимо методами ядерного магнитного резонанса и рентгенографии.

Гелицены, криптаты и катенаны

В 1955 г. были синтезированы первые соединения, молекулы которых, образованные конденсацией бензольных колец, имеют винтовую форму (гелицены). Первый из синтезирован-

ных гелиценов состоял из 6 бензольных колец. Уже к концу 1969 г. были получены соединения с молекулами, состоящими из 13 бензольных колец (рис. 18). Эти соединения замечательны в том отношении, что характеризуются оптической изомерией, хотя все атомы углерода в них занимают равноправные положения.

В настоящее время интерес вызывает также проблема синтеза соединений, молекулы которых включают циклы, насчитывающие большое число звеньев. Одна из проблем, возникающих в этой области, связана с принципиальной возможностью синтеза **катенанов** — молекул, образованных кольцами, вложенными, как в цепи, один в другой.

Очень плодотворными оказались исследования, направленные на синтез соединений, молекулы которых образованы циклами, включающими наряду с углеродными также другие атомы. К таким соединениям относятся, в частности, **крипаты**, впервые синтезированные во Франции в 1969 г. (рис. 18). Эти соединения обладают поразительными свойствами. В частности, оказалось, что их водные растворы способны растворять

такие считавшиеся нерастворимыми вещества, как сульфат бария — молекулы криптатов при этом захватывают внутрь полости, образованной их циклами, катионы растворимого вещества. Крипаты могут служить, следовательно, как переносчики ионов.

Отметим, что здесь совершенно не рассматривались неорганические молекулы, причислявшиеся ранее к невозможным. Это — большая проблема, требующая особого рассмотрения. Отметим лишь, что к настоящему времени удалось синтезировать такие своеобразные неорганические соединения, как тетраэдран, в котором атомы углерода замещены атомами бора и аналог адамантана с азотным остовом.

Однако, даже оставаясь в сфере органических соединений, следует заключить, что в настоящее время оказывается возможным синтезировать молекулы практически любых геометрических форм. Большинство таких «невозможных» молекул было синтезировано в течение десяти последних лет. Эти исследования удалось осуществить в результате тесного сотрудничества теоретиков и экспериментаторов — многие результаты бы-

ли вначале предсказаны расчетным путем.

Описанные исследования ни в коем случае не носят чисто академического характера. Отметим, например, что один из производных адамантана, **аминоадамантан**, оказался эффективным фунгицидом и в настоящее время производится промышленным способом. Далее, один из производных циклопропана, **радиолен**, является в настоящее время исходным веществом для получения полимеров с чрезвычайно интересными свойствами. Многие из вышеописанных веществ используются также в фармацевтической промышленности, а также для производства инсектицидов.

Таким образом, вновь синтезируемые вещества, казавшиеся недавно необычными или даже невозможными, быстро становятся вполне привычными.

УДК 547

Сокращенный перевод с французского А. И. Борисова из журнала «Science Progrès Découverte», septembre, 1970.

К статье Б. Вегеля «Химия НЕВОЗМОЖНОГО»

Член-корреспондент АН СССР Н. К. Кочетков

В развитии теоретических воззрений, на которых основана органическая химия и которые позволяют осмыслить весь огромный фактический материал этой науки, можно отметить несколько этапов. До развития учения о валентности представления о строении органических соединений в сущности отсутствовали. Создание первых формально-механистических понятий о валентности позволило А. М. Бутлерову создать структурную теорию, которая в течение долгого времени является путеводной звездой

при установлении строения и синтезе органических соединений. С расширением и углублением учения о валентности модифицировалась и углублялась и структурная теория, и одновременно открывались пути к получению новых типов органических веществ.

Из старых представлений о валентности вытекали взгляды, диктующие возможность существования определенных структур по допустимым длинам межатомных связей и валентных углов. Многие органические структу-

ры в рамках этих представлений казались почти немислимыми.

Развитие учения о химической связи и электронные представления заставили пересмотреть эти взгляды и раздвинули рамки старых представлений. Новая теория валентности предсказала возможность существования органических соединений, структура которых выглядит почти фантастически.

Быстрое развитие новых методов органического синтеза, особенно таких его разделов, как фотохимиче-

ский синтез, позволило найти пути получения таких соединений и привело к возникновению новых глав органической химии.

Публикуемая статья Бернарда Вегеля посвящена обзору некоторых из этих разделов и в доступной форме излагает достижения химиков-органиков по созданию сложных структур. Естественно, что в краткой популярной статье автор не мог изложить всю картину с достаточной глубиной и широтой, но и сказанного достаточно для того, чтобы оценить, какой огромный шаг вперед сделан химиками-органиками.

Буквально ежедневно появляются новые и новые примеры синтеза структур, необычных со старой привычной точки зрения. Пожалуй, наиболее замечательными достижениями самого последнего времени является создание гетероциклических систем, включающих в скелет, наряду с атомами углерода, атомы других элементов: азота (например, общеизвестный диазиридин), кремния (кар-

босилан со скелетом карборунда¹), кислорода и т. д.

Другим замечательным развитием являются новые теоретические представления о законах образования и перегруппировках в сложных напряженных и полициклических системах. Эти представления вытекают из развития квантовой химии и в значительной мере позволяют предсказывать направления при сложных реакциях, ведущих к замыканию циклических систем².

Наконец, третьим важным аспектом является практическое использование этих, казалось бы, сугубо академических исследований, о чем упоминает и Вегель. Так, например, адамантовый радикал — остаток полициклической системы адамантана, будучи

введенным в физиологически активные вещества, придает им новые свойства, очевидно, за счет своей высокой липофильности и объемистой структуры, создавая особые условия для вещества при проникновении через биологические мембраны и изменяя его «соприкосновение» с биополимерами, регулирующими процессы жизнедеятельности. Имеется и ряд других практических выходов для веществ с необычными структурами. В частности, многие процессы превращения углеводов, на которых основаны нефтехимические процессы, могут быть поняты, а следовательно, и направлены гораздо лучше, если учесть данные о новых напряженных системах.

Таким образом, «химия необычного» становится теперь обычной химией, которая знаменует прогресс органической химии, ее теоретических представлений, ее синтетической мощи и ее выдающегося практического значения для технического прогресса.

¹ G. Fritz. «Angew. Chemie», B. 82, 1970, S. 149.

² Р. Вудворд, Р. Хофман. Сохранение орбитальной симметрии. М., «Мир», 1971; H. Zimmerman. «Accounts Chem. Res.», v. 4, 1971, p. 272.

Читайте в № 4 журнала «Природа»

Марсианский «пик». И. К. Коваль

Изменение климата и миграции кочевников. Л. Н. Гумилев

Общая модель хромосом высших организмов. Ф. Крик

«Черные дыры» во Вселенной. Я. Б. Зельдович, И. Д. Новиков

На гранях наук. В. А. Анучин

Это было сложнее, чем кажется. Д. Данин

Мой учитель (об А. Д. Архангельском). Е. В. Павловский

Гормоны насекомых. А. А. Шамшурин

Природные алмазы

В. С. Трофимов

Доктор геолого-минералогических наук



Владимир Сергеевич Трофимов, старший научный сотрудник Центрального научно-исследовательского горно-разведочного института (ЦНИГРИ) Министерства геологии СССР. Более 30 лет занимается изучением месторождений алмаза. Автор монографии «Основные закономерности образования и размещения алмазных месторождений на древних щитах и платформах» (1967) и более 100 научных и научно-популярных работ.

Немного истории

Пожалуй, ни с одним из драгоценных камней не связано столько преданий, легенд и даже трагических событий, как с алмазом. Сверкающий блеск крупного алмаза, как нам рассказывают историки, предотвращал войну, спасал жизнь правителям или даже целым племенам или, наоборот, был причиной пролитой крови. В 1526 г. в битве при Панипуре (Индия) был убит раджа Бикрамаджит и властелином Индостана стал Бабер-старший из династии Моголов. Захваченных в плен ростовников Бикрамаджита и старейшин племен ожидала смерть. Они откупились, приподнесли сыну Бабера богатый «пешкас», грудой драгоценностей, среди которых блистал и переливался красками «Великий Могол» — алмаз весом до огранки 793,6 карата (1 карат равен 0,2 г). Он был найден на прииске Коллур, около Голконды (Индия). Историческую известность приобрел алмаз «Шах» весом 88,7 карата. Найденный в Индии в конце XVI столетия, он был приобретен правителями Персии. Этот алмаз, приподнесенный русскому царю, сыграл известную роль в предотвращении войны, назревавшей с Персией после убийства русского посла в Тегеране А. С. Грибоедова. Алмаз «Шах» можно увидеть в Алмазном фонде СССР в Кремле. Здесь же находится и один из самых больших алмазов в мире — «Орлов» весом 189,62 карата, первоклассной чистоты с легким зеленовато-голубым оттенком. Он также индийского происхождения. Приобретенный Григорием Орловым для императрицы Ека-

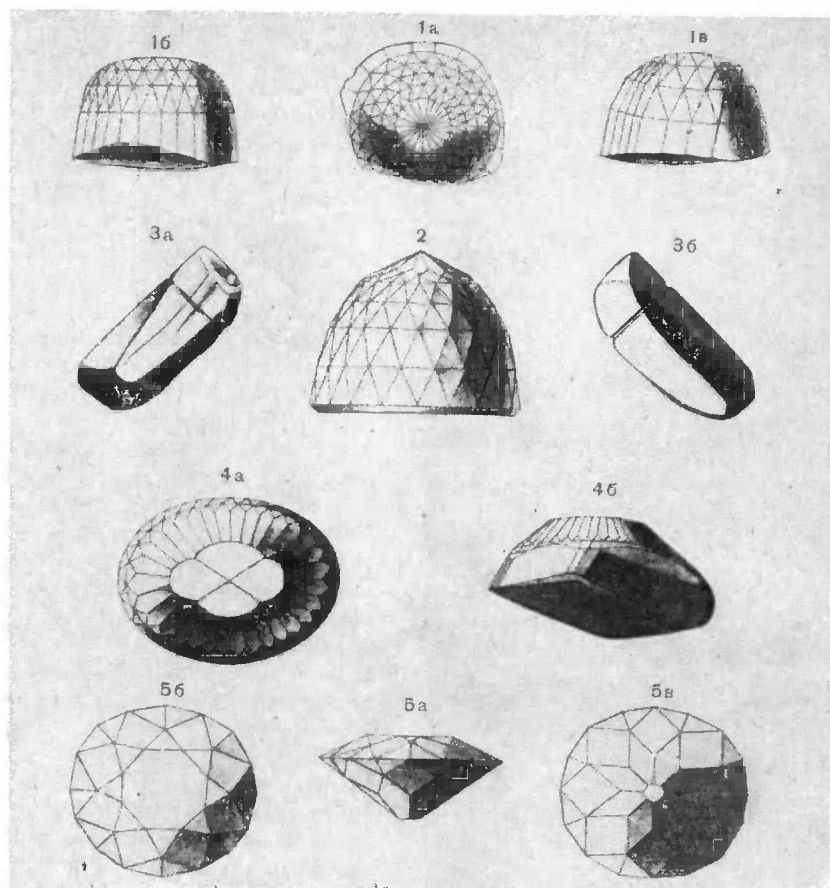
терины II, алмаз этот в 1774 г. увенчал царский скипетр.

Но обратимся к науке. В природе алмазы встречаются самой разнообразной величины: от гигантов весом в тысячи каратов до мельчайших зерен размерами в доли миллиметра. Самый крупный из найденных ювелирных алмазов весил 3025,75 карата и представлял собой обломок более крупного кристалла; он имел размеры 10 × 6,5 × 5 см. Из него изготовлено 105 бриллиантов, которые принадлежат королевской семье Великобритании.

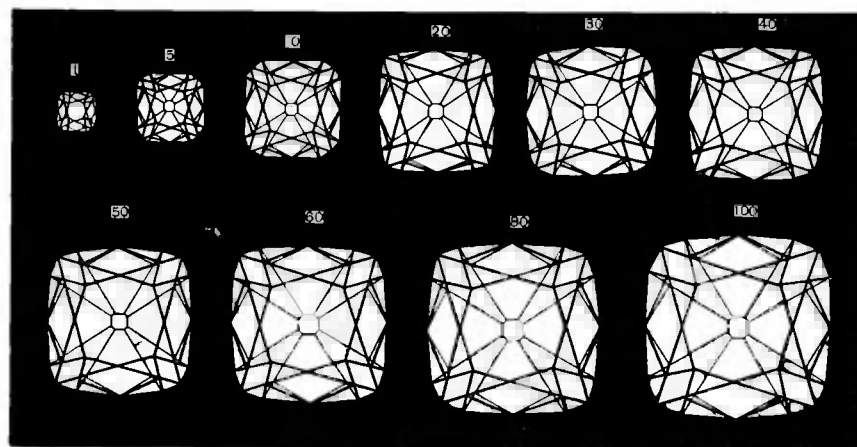
Свою родословную алмазы ведут из Индии, где они начали добываться за несколько десятков веков до н. э. На протяжении почти двух с половиной тысяч лет Индия была единственным поставщиком алмазов на мировой рынок; в VI в. н. э. к ней присоединился о. Борнео. В 1730 г. алмазы были открыты в Бразилии, в 1829 г. — на Урале, в 1851 г. — в Новом Южном Уэльсе в Австралии.

В Южной Африке богатые алмазные месторождения были найдены в 1867 г.; вскоре после этого они были обнаружены и в ряде других мест африканского континента. К этому времени алмазные месторождения Индии были в значительной степени выработаны.

В связи с открытием южноафриканских россыпей, добыча на месторождениях Бразилии сократилась, так как они были не в состоянии конкурировать с новыми и более богатыми месторождениями. С этого периода основным поставщиком алмазов на мировой рынок (97,3%) стала Африка. За последние годы богатые алмаз-



Форма огранки некоторых исторических бриллиантов: 1 — «Орлов» (а — вид сверху, б, в — с двух сторон); 2 — «Великий Могол»; 3 — «Шах» (а, б — вид с двух сторон); 4 — «Кашмир» (а — древняя форма огранки, б — новая форма); 5 — «Регент» (а, б, в — вид с трех сторон).



Размер бриллиантов в натуральную величину (от 1 до 100 каратов).

ные месторождения были открыты в Якутии, а также в ряде новых мест на Африканском континенте (богатая трубка Финш в ЮАР, трубка Орапа в пустыне Калахари, россыпи в Анголе, Малом Намакваленде и т. д.).

Каждый район, где добываются алмазы, характеризуется определенными размерами и качеством кристаллов, и опытные оценщики безошибочно определяют принадлежность алмаза той или иной стране или даже отдельной трубке кимберлита¹.

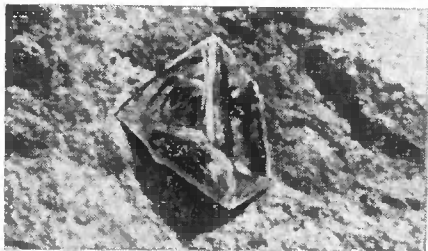
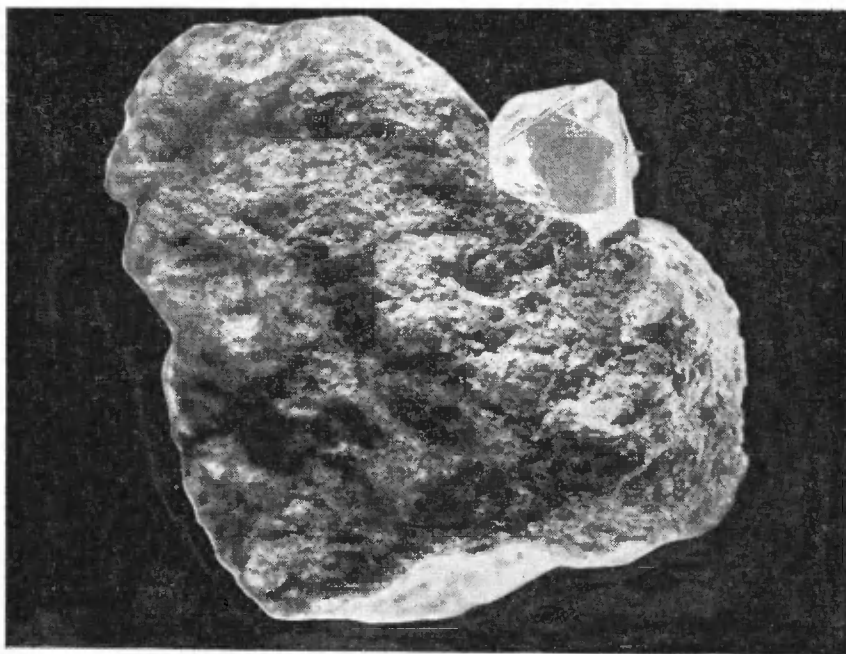
В начальные периоды добычи алмазы употреблялись в качестве амулетов, которые, по существовавшим поверьям, должны были приносить счастье их владельцам, или для изготовления глаз идолов и т. п. Поэтому и добывались лишь те алмазы, которые природа наградила достаточными размерами, хорошей формой, красивым цветом, прозрачностью и т. д.; большинство же находимых алмазов шло в отвалы.

Со временем алмазы из принадлежностей религиозного культа превратились в предметы роскоши. Они применялись в браслетах, кольцах, бусах, заколках, подвесках; ими украшали троны, одежду и оружие.

Постепенно росло стремление использовать большее количество заключенных в месторождениях алмазов, зарождалось искусство огранки, шлифовки и полировки алмазов. Наиболее древней формой огранки была индийская — трапециевидная (алмаз «Шах»). Каждый век характеризовался своей особой формой огранки. Так, в XI в. особым распространением пользовалась огранка Гинду, в которой совокупность граней образовала разрезанное пополам яйцо (алмаз «Кохинур» и др.). Иногда огранка одного алмаза продолжалась годами, и бриллианты стоили весьма дорого. Например, за алмаз «Регент» весом 410 каратов в 1717 г. было уплачено 3375 тыс. франков.

С течением времени «из предмета роскоши и украшения алмаз превращается... в могучее орудие техники; ни один кристаллик этого вещества, как бы некрасив и невзрачен он ни был, не пропадает в руках челове-

¹ Кимберлит — ультраосновная порода, в которой кристаллизуется алмаз



Алмазы встречаются в кимберлитах, как правило, единичными кристаллами, нигде не образуя сколько-нибудь крупных концентраций.

ка»¹, — писал А. Е. Ферсман. Теперь за последние годы кимберлиты были ни одна отрасль техники не обходится без применения алмазов. Даже при изготовлении парашютной ткани для придания гладкости волокнам их пропускают через алмазные фильтры.

В период зарождения алмазной добычи разрабатывались лишь поверхностные, легкодоступные россыпи и выветрелые выходы древних конгломератов. В дальнейшем в сферу добычи алмазов вовлекались все новые и новые типы алмазных россыпей — прибрежно-морские, россыпи древней речной сети и др.

С 1870 г. началась разработка и коренных месторождений — алмазоносных кимберлитовых трубок, даек и жил. Сначала коренные месторождения были известны лишь в ЮАР, но

найжены почти на всех древних платформах и щитах — Сибирской, Индийской и Африканской.

Как рождаются алмазы

Хотя алмазы добываются давно, до сих пор общепризнанной теории их происхождения нет. За все время существования алмазной промышленности было предложено большое число самых разнообразных гипотез, но ни одна из них не могла претендовать на универсальность.

До последнего времени наибольшим распространением пользовалась гипотеза о мантийном (глубинном) происхождении алмазов. Она получила довольно веские доказательства, когда впервые был осуществлен синтез алмазов. Стало ясно, что образование алмазов, несомненно, связано

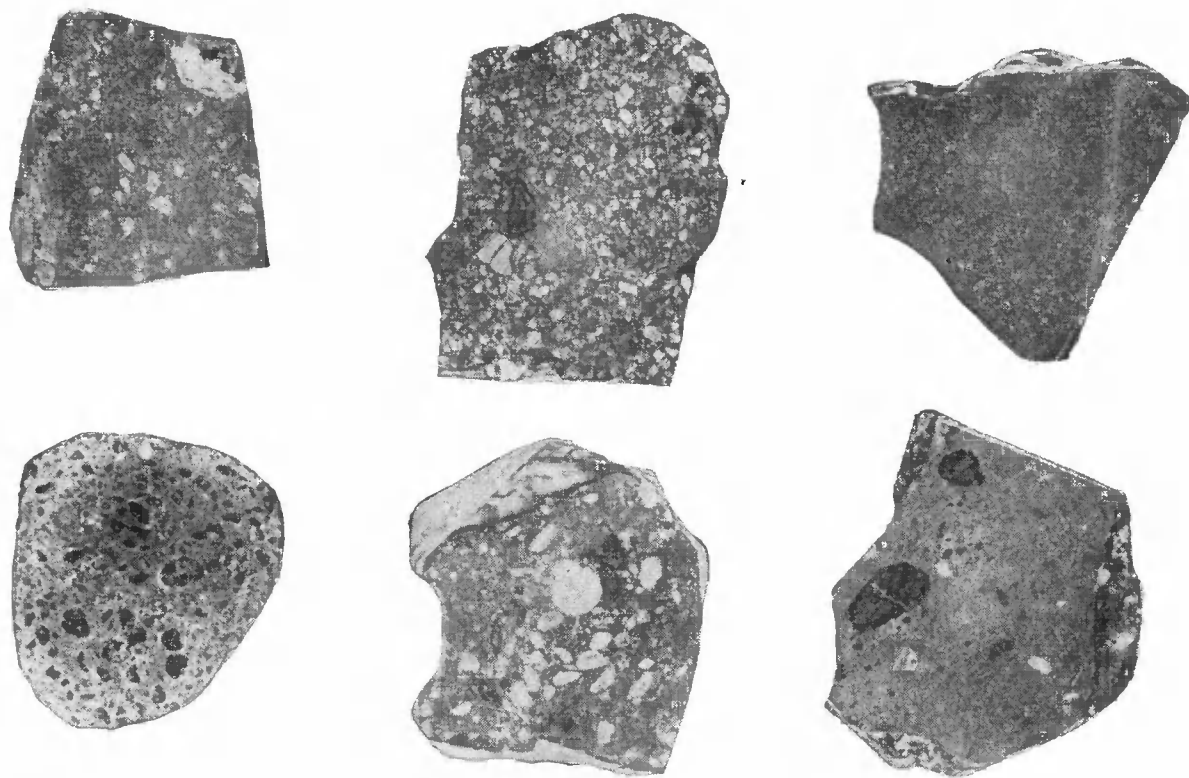
с высокой температурой (1200—2000°С) и большим давлением (30—40 кбар). Но все же это была лишь гипотеза. Ее приверженцы связывают образование алмазов с глубинными разломами, которые, достигнув пределов верхней мантии, вызвали резкое понижение давления в ее пределах. Это, в свою очередь, вызывало расплавление прилегающих к разлому участков мантии и образование первичной камеры расплавленной магмы. Одни (Н. Н. Сарсадских и др.) предполагают, что алмазы являются нерасплавившимися остатками алмазоносных пород мантии, которые выносились кимберлитовым расплавом вверх. Другие (В. С. Соболев) считают, что алмазы образуются в глубинных камерах расплавленной магмы и лишь частично представляют собой продукты разрушения алмазоносных пород верхней мантии. Считается при этом, что источник углерода — это ювенильная (магматическая) углекислота.

Представление о мантийном происхождении алмазов основано на том, что температура 1200—2000°С и давление 30—40 кбар существуют лишь на глубинах порядка 70—150 км и более. Кроме того, в пределах земной коры не встречаются те глубинные породы (эклогиты и др.), которые мы находим в кимберлитах и которые, следовательно, являются оторженцами пород верхней мантии. Такие породы не могли образоваться и в поднимающемся столбе магмы, так как для их образования необходимо более продолжительное время, чем для обеспечения в поднимающейся магме сохранности алмазов. Наконец, ювенильное происхождение углерода рассматривается как факт, подтверждающий кристаллизацию алмазов в верхней мантии.

Однако в результате проведенного за последние годы детального изучения кимберлитов Сибири и Африки получен ряд новых данных, опровергающих некоторые положения мантийной гипотезы. Прежде всего, в кимберлитовых трубках найдены обломки эклогитизированных¹ кристал-

¹ А. Е. Ферсман. Кристаллография алмаза. Изд-во АН СССР, 1955, стр. 11.

¹ Процесс эклогитизации пород связан с замещением минералов этих пород гранатом и пироксеном.



Структура эруптивных кимберлитовых брекчий, выполняющих трубки в Якутии.

лических сланцев архейского и протерозойского возрастов, которые, естественно, никак не могли образоваться в мантии. Очень важны также находки в одной и той же трубке алмазов разной величины, формы, строения. Это свидетельствует о нескольких этапах кристаллизации алмазов в условиях непрерывно изменяющейся физико-химической обстановки, т. е. в условиях, вряд ли существовавших в пределах верхней мантии. Наконец, новые опыты показали, что синтетический алмаз можно получать и при более низких температурах и давлениях, чем предполагалось прежде.

Все эти и некоторые другие данные заставили пересмотреть гипотезу мантийного происхождения алмазов. Автором было выдвинуто представление, что кристаллизация алмазов происходит в промежуточных очагах, расположенных между верхней мантией и осадочно-вулканогенной покровной земной коры и возникающих в области распространения архейских и протерозойских пород. В

принципе эти очаги сходны с промежуточными очагами вулканов. Исходя из такой гипотезы, возникновение алмазоносных кимберлитов нужно представлять себе как определенный этап эволюции магмы ультраосновного состава, приуроченной к древним ядрам континента (платформам).

Механизм образования алмазов может быть следующим. По глубинным разломам магма проникает в верхние части земной коры. Если разломы достигают поверхности земли, образуются излившиеся представители ультраосновной магмы — так называемые меймечиты и пикриты¹, которые образуют маломощные лавовые покровы и дайки. Они ни алмазов, ни включений обломков глубинных пород не содержат. Если же разломы не достигли земной поверхности, поднимающаяся магма, встречая на своем пути препятствие, останавливается и в земной коре образуются промежуточные очаги, расположен-

ные на разных расстояниях от поверхности и обладающие изменчивой физико-химической обстановкой. Заполнение магмой этих промежуточных очагов происходит периодически, отдельными небольшими порциями (с этим связано неоднократное изменение физико-химической обстановки), что вызывает образование в очагах кристаллов одного и того же минерала нескольких генераций. Одновременно образуются включения экологитовых пород, которые находятся на разной стадии экологитизации и обладают различным минералогическим составом. Все это приводит к совместному существованию в очагах алмазов различной формы, размеров и строения.

В тех случаях, когда в промежуточных очагах достигается критическое давление, происходит растрескивание кровли. При этом возникает новая и омолаживается существовавшая ранее трещиноватость. После того как в трещины из очага проникнут газообразные продукты (иногда со взрывом.

¹ См. «Природа», 1971, № 9, стр. 62.

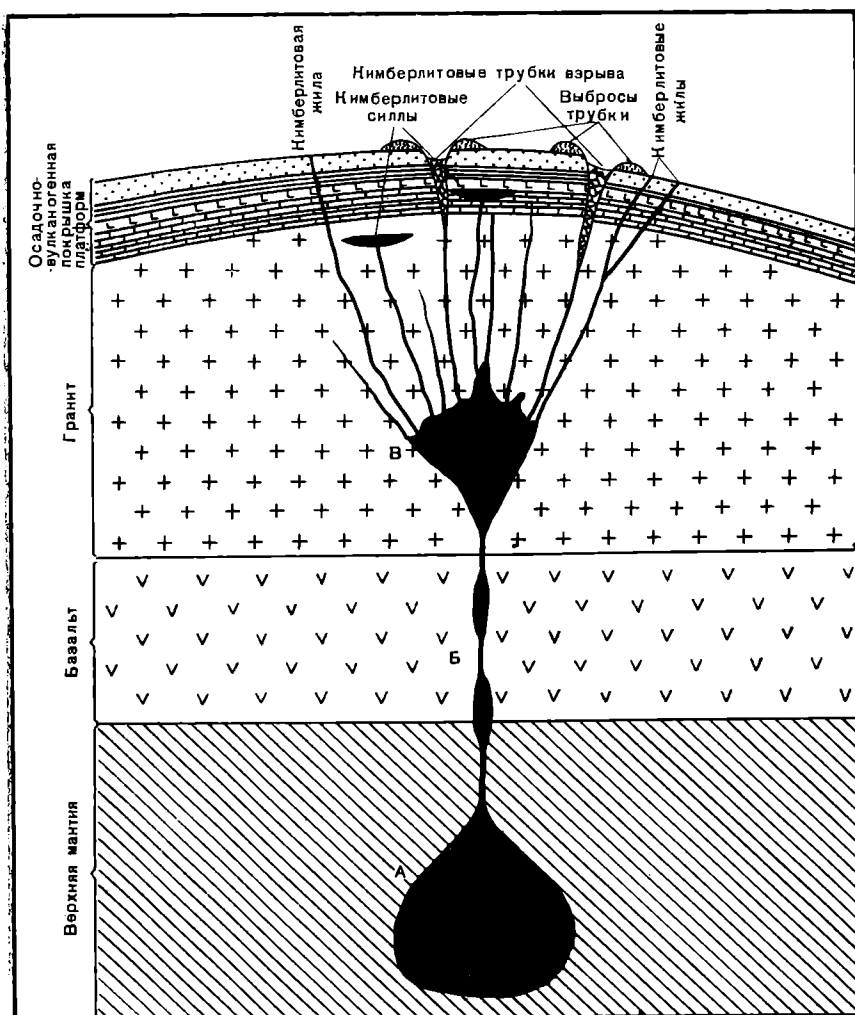


Схема образования алмазов и кимберлитов (по В. С. Трофимову): А — первичный очаг расплавленной ультраосновной магмы, расположенный в пределах верхней мантии; Б — отдельные порции магмы, выжимаемые из первичного очага в направлении промежуточного очага; В — промежуточный очаг магмы, расположенный в пределах земной коры. В нем благодаря периодическому поступлению отдельных порций магмы существует непрерывно изменяющаяся физико-химическая обстановка. Это обстоятельство обуславливает образование в промежуточных очагах нескольких генераций вкрапленников отдельных минералов различной формы, размеров и отчасти химического состава, существование в различной степени эклогитизированных и гранатизированных ксенолитов кристаллических сланцев архея и протерозоя, присутствие различного рода сегрегаций кимберлитовых минералов — гранатовых, оливковых, оливин-пироксеновых, ильменитовых и т. п., а также совместное нахождение алмазов различной формы, величины и структуры (хорошо ограниченных и округлых кристаллов, включений алмаза в алмазе, алмазов с волокнистой оболочкой, регенерированных обломков кристаллов, алмазов типа карбонадо и др.). В верхней части земной коры видны кимберлитовые трубки, силлы, дайки и жилы. При достижении в промежуточных очагах критического давления происходит растрескивание кровли очага с возникновением новой и омоложением древней трещиноватости. Сначала по этой трещиноватости из промежуточных очагов прорывается летучая часть (местами этот процесс сопровождается взрывами и образованием трубчатых полостей, заполненных обломочным материалом). Затем проникает остаточный расплав, обогащенный различного рода вкрапленниками, измененными ксенолитами пород фундамента, сегрегациями и т. п., и образуются жилы, дайки, силлы и трубки кимберлита.

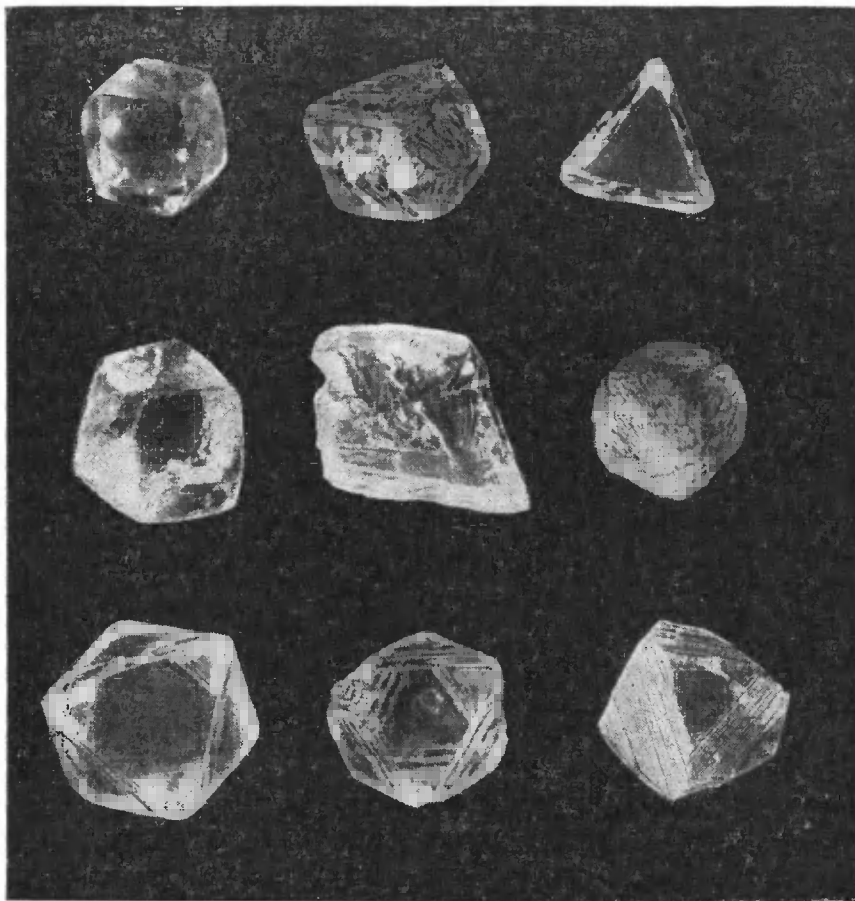
и с образованием трубчатых полостей), начинается выжимание магматического расплава, содержащего алмазы. В конечном счете на глубине 2—3 км от поверхности происходит зарождение трубок и образование даек, жил и силлов (пластообразных залежей) кимберлита.

Когда же по тем или иным причинам растрескивание кровли над промежуточными очагами не происходит, магма в них застывает и образуются серии ультраосновных, щелочных и карбонатитовых пород.

Кроме указанных двух гипотез, существует и третья, объясняющая образование алмазов за счет органического материала вмещающих пород. Возникла она в связи с находками в некоторых кимберлитовых трубках капельной нефти, битумов и углеводородных газов. По этой гипотезе также предполагается существование промежуточных очагов. Но, в отличие от предыдущей гипотезы, указывается, что эти очаги расположены или на границе пород фундамента с осадочно-вулканогенной покрывкой платформ, или в пределах этой покрывки. По мнению последователей этой гипотезы, алмазоносны лишь трубчатые тела и источником углерода алмазов служат органические углеродсодержащие соединения осадочных пород (нефть, битум и т. д.). Непременным условием для образования алмазов по этой гипотезе являются взрывы, которые возникают в результате химических реакций между флюидами (газообразными продуктами), заполняющими промежуточные очаги, и флюидами, выделяющимися из вмещающих очаги осадочных пород. Во время этих реакций в промежуточных очагах повышаются давление и температура, возникают взрывчатые смеси и накапливается свободный углерод. Взрывы обеспечивают переход газообразных соединений углерода в алмаз.

По мнению автора, такой способ образования алмазов маловероятен: он не объясняет многих особенностей геологических условий нахождения алмазов, которые можно понять, если придать значение магматическим процессам в промежуточных очагах.

Отметим также, что существует гипотеза и о метеоритном (ударном)



Фарма отдельных кристаллов природных алмазов.

происхождению алмазов. Поводом к появлению такой гипотезы послужили находки мелких алмазов в ряде железных метеоритов (Новый Урей, Дуальпар и др.). Предполагается, что алмазы возникают в них за счет вещества метеоритов при их ударе о земную поверхность. Вероятность подобного образования алмазов в метеоритах не вызывает сомнения, но эта гипотеза не объясняет находки алмазов в кимберлитах.

Будущее — за синтетическими алмазами

В 1954—1955 гг. на мировом рынке появились синтетические алмазы, и в настоящее время спрос на них непрерывно возрастает. Развитие ми-

ровой алмазной промышленности в основном определяется двумя факторами: состоянием сырьевой базы природных алмазов и степенью развития промышленности синтетических алмазов и их заменителей.

Запасы природных алмазов в известных месторождениях и перспективы того или иного района на открытие новых месторождений — это и есть состояние сырьевой базы. Прогнозные запасы алмазоносных провинций составляют главным образом по опубликованным сведениям, по общим геологическим соображениям, характеру известных месторождений, размерам ежегодной добычи в тех или иных районах и т. п. Мировые прогнозные запасы алмазов (без СССР) оцениваются в настоящее время в 1175—1277 млн. каратов. Если учесть, что в год добывается 32—

33 млн (по данным Annual review 1970), а ежегодная потребность непрерывно растет, то этих запасов может хватить на 20—25 лет.

Главные производители синтетических алмазов — США, СССР¹, Япония, Южно-Африканская Республика, Швеция, Ирландия. В настоящее время заводы по производству синтетических алмазов строятся в Китае, Коста-Рике, Южно-Африканской Республике и ряде других стран.

Получаемые синтетические алмазы не могут еще полностью удовлетворить все требования, предъявляемые к алмазному сырью. Они обычно довольно мелкие (2—3 мм в диаметре), хрупкие и окрашены в темные тона. По своим физическим, оптическим, химическим и другим свойствам синтетические алмазы мало отличаются от природных. Однако при одинаковой твердости их абразивные свойства часто на 30—40% выше абразивных свойств природных, так как синтетические алмазы обладают большей шероховатостью граней и большей хрупкостью, поэтому они легче раскалываются, создавая тем самым большее количество режущих кромок. Синтетические алмазы выращиваются в особых камерах. Регулируя давление, температуру и обстановку кристаллизации (стабильную и метастабильную), можно получать синтетические алмазы с определенными постоянными качествами. В стабильной области кристаллизация углерода, выращивание кристаллов алмаза осуществляется довольно легко и быстро при температурах 1600—2000°С и давлении свыше 50 кбар с катализаторами и без них. Исходным материалом в большинстве случаев является графит. Получение алмазов в метастабильных условиях (методы Бутусова, Эверсоля и др.) более сложно и происходит за счет разложения углеродсодержащих соединений (СО, СО₂ и др.) при температурах 600—1600°С и давлениях в не-

¹ О синтезе искусственных алмазов в СССР, который был осуществлен в Институте физики высоких давлений АН СССР под руководством акад. Л. Ф. Верещагина см. «Природа», 1967, № 2, стр. 12.

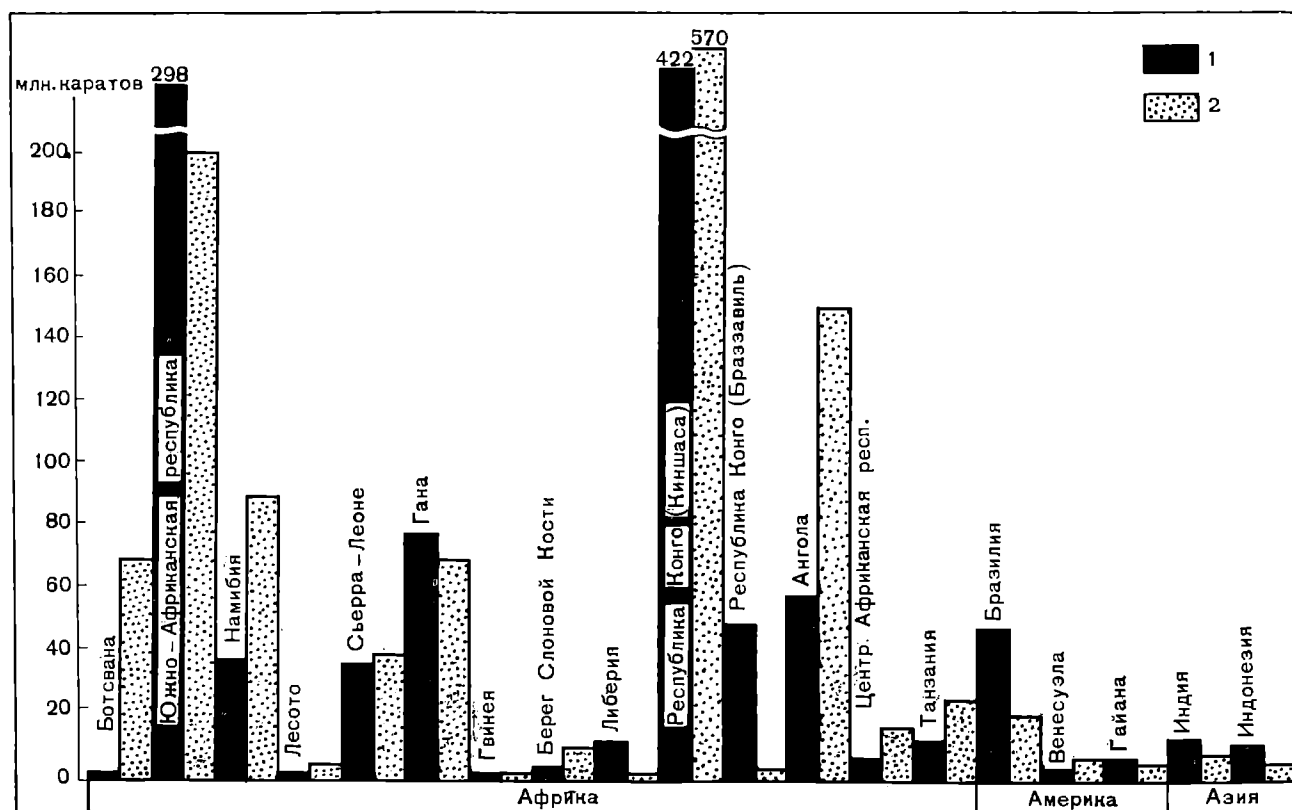


Диаграмма размеров добычи (1) и прогнозных запасов (2) по отдельным алмазопроизводящим странам по состоянию на 31 декабря 1969 г.

сколько тысяч атмосфер. Например, получать игольчатые кристаллы для шлифовки вольфрамовых карбидов или пластинчатые — для шлифовальных кругов с металлическим цементом; добавка к синтетическим алмазам бора или алюминия придает им свойства полупроводников и т. д. Но от природных алмазов таких постоянных свойств ожидать трудно.

Скорость роста кристаллов синтетических алмазов 0,1—0,3 мм/мин и может изменяться в зависимости от перепадов температуры. При замедлении скорости роста кристаллов качество их улучшается. Синтетические алмазы на 99,5—99,7% состоят из чистого углерода и на 0,3—0,5% из различных примесей (остатков графита, металлов-катализаторов, азота и т. д.). Несомненно, со временем техника получения синтетических алмазов будет непрерывно совершенствоваться и они будут завоевывать все новые и новые области примене-

ния, вытесняя из них природные.

Синтез алмазов ювелирного качества еще не вышел за пределы лабораторных опытов. В начале 1970 г. лаборатория Компании «Дженерал Электрик» сообщила о получении ювелирных синтетических алмазов размером до 1 карата.

Процесс выращивания подобных синтетических алмазов ювелирного качества происходит следующим образом: маленький кристаллик алмаза — «зародыш» помещается в верхнюю часть закрытой трубки, заполненной металлическим катализатором и искусственным алмазным порошком, где они подвергаются воздействию большого давления и высокой температуры. Металл катализатора плавится, а алмазный порошок переходит в жидкое состояние. В верхней части трубки, где расположен «зародыш», поддерживается такая температура, при которой он не плавится. Путем тщательной регулировки дав-

ления и температуры атомы углерода алмазного порошка начинают перемещаться в расплавленном катализаторе кверху, где они отлагаются на кристалле-«зародыше», постепенно увеличивая его размеры. Этот процесс весьма трудоемкий, длительный и требует затраты больших средств. Изготовление алмазов обходится во много раз дороже добычи природных алмазов, и особых надежд на сколько-нибудь значительное снижение стоимости их производства в ближайшее время не предвидится.

Дальнейшее развитие алмазной промышленности будет происходить в условиях ожесточенной конкуренции между природными и синтетическими алмазами. Поскольку возможности производства синтетических алмазов не ограничены, в конце концов победа, несомненно, останется за ними.

П. Дирак — лауреат премии Роберта Оппенгеймера

Профессор Б. Курсуноглу,
Руководитель Центра теоретических исследований при Университете Майами (США)

В 1968 г. Университет Майами учредил в память профессора Роберта Оппенгеймера ежегодную премию за работы в области математики, физики, химии, биологии, истории и философии науки. Р. Оппенгеймер — выдающийся американский физик и организатор науки; широко известны его исследования, посвященные фундаментальным проблемам квантовой механики и теории атомного ядра. Первый лауреат премии имени Роберта Оппенгеймера — Поль Адриен Морис Дирак.

Я считаю для себя большой честью вкратце ознакомить вас с биографией профессора Дирака. (Я должен сделать это, так как среди всех присутствующих здесь нет физиков.) Я расскажу вам о том высоком мнении, которое существует о профессоре Дираке в мире науки.

Он родился в 1902 г. в Англии, в Бристоле. Окончив Бристольский университет и получив в Кембридже звание доктора философии, Дирак решил изучать в Кембридже теоретическую физику и внес огромный вклад в развивавшуюся в то время квантовую теорию. Без основных формулировок Дирака матричная механика Гейзенберга едва ли могла бы рассматриваться как законы природы. Квантовая теория в том виде, в каком мы теперь ее знаем и применяем, сформулирована Дираком.

1920-е годы были волнующими для мира физиков. Великие открытия делались чуть ли не ежедневно. С появлением квантовой теории наука вступила на широкий и многообещающий путь. Одним из святых мест для ведущих физиков того времени был Геттинген. Среди членов геттингенской группы был молодой Поль Адриен Морис Дирак, обладавший наиболее разносторонними знаниями. В возрасте 23 лет он уже написал свою классическую работу, которая подвела под концепции квантовой теории прочную математическую основу. Он примирил идеи относительно

ности с идеями квантовой теории и создал хорошо известное релятивистское волновое уравнение, предсказав существование магнитного момента у электрона, и, следовательно, установил новую физическую величину — спин. Далее он предсказал, что каждая элементарная частица со спином в $1/2\hbar$ имеет свою контрчастицу, обладающую той же массой, но противоположным электрическим зарядом, или что частица имеет античастицу. Это было пророческое предсказание. Для электрона соответствующая античастица — позитрон, наблюдавшийся после этого предсказания Андерсоном в 1932 г. в экспериментах с космическими лучами. Позднее парные электроны и позитроны были получены при лабораторных опытах. Протон и нейтрон таким же образом тоже должны иметь соответствующие античастицы. Ввиду того что их масса приблизительно в 2 тыс. раз больше массы электрона, экспериментальное наблюдение пришлось отложить, пока не был сконструирован большой ускоритель, получающий такие частицы путем столкновения протонов с ядрами.

Это было достигнуто в 1955 г.

Сформулированные Дираком идеи, касающиеся полей и частиц, его работа о волнах тяготения и его предсказание магнитных монополей — все это служит великим свидетельством оригинальности его ума и глубокого понимания явлений природы. Толчок, данный открытиями Дирака в области основных научных положений, был настолько силен, что даже те-

перь наши исследования в области теоретической физики ведутся на основе идей и формулировок Дирака. Когда у кого-нибудь появляется новая мысль, вошло в обычай спрашивать, не сделал ли чего-нибудь в этой области Дирак. Большей частью оказывается, что данный вопрос уже глубоко изучался Дираком, который внес в него ясность и оригинальность.

Помимо того что работы Дирака принесли ему Нобелевскую премию и другие почести и награды, они еще помогли многим ученым получить Нобелевскую премию за работы, предпринятые благодаря идеям Дирака и открытым им путям.

Успехи, достигнутые Дираком в возрасте немногим более 20 лет, послужили основанием для присуждения ему Нобелевской премии в 1933 г., когда ему был 31 год.

Профессор Дирак известен не только как физик, но и как замечательный собеседник. От него не услышишь пустых замечаний. Каждая его фраза, произносимая нечасто, полна глубокого смысла. Он наделен всеми качествами великого человека, ни с кем не враждует и ни к кому не питает неприязни.

Профессор Дирак — свободный человек в подлинном смысле этого слова. Это делает его и очень храбрым. Для нас большая честь участвовать сегодня в скромной церемонии вручения профессору Дираку премии имени Роберта Оппенгеймера.

УДК 92 Дирак

Речь, произнесенная при вручении премии проф. Дираку.

Развитие квантовой теории

Профессор П. Дирак

Я очень благодарен за то, что меня первым наградили премией Оппенгеймера. Благодарю Университет Майами за оказанную мне таким образом честь. Благодарю доктора Курсуноглу за сказанные им обо мне весьма лестные слова. Может быть, мне удастся до некоторой степени разъяснить то, что за ними кроется.

Меня особенно радует присуждение мне премии Оппенгеймера именно потому, что я был большим другом и почитателем Оппенгеймера. Я знал его на протяжении более чем сорока лет. Было время, когда мы оба — молодые ученые — жили в одном пансионе в Геттингене. У нас были одинаковые интересы, мы посещали одни и те же лекции и обнаружили, что нас занимают еще и другие вещи, помимо лекций. Мы любили совершать далекие пешеходные прогулки и иногда уходили за город на весь день. Впоследствии я встречался с Оппенгеймером много раз и видел, какими он обладал превосходными качествами, особенно как председатель во время дискуссий или коллоквиумов. У него был быстрый ум, позволявший ему схватывать главную суть вопроса, и если докладчик не мог достаточно хорошо что-либо объяснить или если какой-нибудь слушатель не умел четко сформулировать вопрос, Оппенгеймер часто вмешивался и точно излагал именно то, что было необходимо для ясного понимания вопроса каждым и для продолжения дискуссии.

Его ранняя смерть была большой потерей для науки и для всех нас,

Речь, произнесенная при получении премии имени Роберта Оппенгеймера.



Поль Адриен Морис Дирак.

особенно для меня: ведь нас связывала большая личная дружба.

Я хотел бы рассказать вам в общих чертах о своей научной работе и думаю, что моя речь в данном случае должна носить отнюдь не профессиональный характер. Итак, я вложу в нее несколько иное содержание и попытаюсь дать вам некоторое представление о том, что чувствует исследователь, когда он поглощен работой и надеется достигнуть важных результатов, которые окажут глубокое влияние на развитие физики. Вы можете подумать, что хороший исследователь, находящийся в таком положении, оценивает полученный результат совершенно спокойно, без малейшего волнения, рассуждая

вовне логично и развивая дальше свою мысль вполне рациональным путем. Это далеко не так. Исследователь — только человек и, если он питает великие надежды, то он испытывает и великие страхи. (Не думаю, чтобы вообще можно было питать большие надежды, которые бы не сочетались с большими страхами.) В результате этого деятельность исследователя сильно отклоняется от правильного пути. Он не в состоянии сосредоточить свое внимание на верном логическом направлении развития.

Я буду говорить вам главным образом о том, что я знаю по собственному опыту. Однако из бесед с другими физиками, иногда весьма зна-

менитыми, я понял, что то, о чем я собираюсь вам рассказать,— явление довольно обычное, и вы можете принять его за общее правило, которое распространяется на всех исследователей, занимающихся основами физической теории. Они в чрезвычайно сильной степени находятся под влиянием своих страхов.

Я полагаю, что такие страхи возникают и в других случаях, относительно которых у нас нет прямых свидетельств. В связи с этим я, в частности, хотел бы указать на Лоренца. Каждый изучавший теорию относительности, несомненно, удивлялся, почему Лоренц, которому удалось правильно построить все основные уравнения, необходимые для установления относительности пространства и времени, оказался не в состоянии сделать последний шаг, фактически устанавливающий относительность. Он проделал всю тяжелую работу — все действительно необходимые математические расчеты, но оказался не в состоянии пойти дальше, и вы спросите: «Почему?».

Я думаю, что его удержали страхи, своего рода нерешительность. В самом деле, он побоялся вступить в совершенно новую область, поставить под вопрос общепринятые с незапамятных времен идеи. Он предпочел остаться на твердой почве своих математических расчетов. Пока он на ней оставался, его позиция была неуязвима; если бы он пошел дальше, неизвестно, какую критику это вызвало бы. Я думаю, что у него победило желание оставаться на совершенно безопасной почве.

Чтобы сделать необходимый шаг вперед и сказать, что время и пространство связаны между собой, понадобилось еще много лет и смелость Эйнштейна. Теперь этот шаг кажется очень маленьким шагом вперед, но в те дни сделать его было очень трудно.

То, что я сейчас сказал, конечно, только предположение, но я думаю, что оно должно довольно точно соответствовать фактам. Я не вижу иного объяснения тому, как можно подойти столь близко к великому открытию и все же в конце не суметь сделать последний небольшой шаг.

Перейдем к рассмотрению разви-

тия квантовой механики. Этому развитию положила начало блестящая мысль Гейзенберга. Она заключалась в том, что надо попытаться построить теорию, исходя из величин, полученных на основе эксперимента, а не строить ее, как это делалось раньше, взяв за образец классическую частицу, что вовлекало в теорию многие не поддающиеся наблюдению величины. Эта блестящая мысль Гейзенберга фактически положила начало новой философии — философии, считающей, что физика, физическая теория, должна быть тесно связана с данными, полученными экспериментально, а не исходить из использования величин, имеющих лишь очень отдаленную связь с наблюдениями.

Эта мысль Гейзенберга замечательна. Сравнение различных экспериментальных данных, касающихся атомных спектров, привело его к построению матриц, которые затем он стал рассматривать как отражение существующих в атоме физических переменных, таких как положения и скорости электронов. Гейзенберг еще не успел глубоко развить свою мысль, как заметил, что она приведет его к тому, что его физические величины не будут подчиняться переместительному закону умножения: при наличии двух величин A и B , как правило, A , умноженное на B , будет отличаться от B , умноженного на A .

Заметив это, Гейзенберг испугался. Это был чрезвычайно странный результат. Физики прежних времен всегда думали, что физические переменные, которыми они пользовались, были величинами, подчинявшимися обычным алгебраическим законам. Было совершенно непостижимо, что две физические величины при умножении в одном порядке дают не тот же результат, что при умножении в другом порядке. Это больше всего и смущало Гейзенберга. Он боялся, что в этом заключается основной недостаток его теории и что от всей его великолепной идеи, вероятно, придется отказаться.

Я получил экземпляр первой работы Гейзенберга незадолго до ее опубликования и начал ее изучать. Через неделю или две я понял, что главной особенностью новой теории Гейзенберга, действительно, было на-

рушение коммутативности (переместительного закона). Это и в самом деле было более важно, чем мысль Гейзенберга о построении теории на основе величин, тесно связанных с результатами экспериментов. Поэтому я сосредоточил свое внимание на мысли о некоммутативности, стремясь понять, как следует изменить обычную динамику, которой до сего времени люди пользовались, чтобы включить эту идею в теорию.

На этом этапе у меня было перед Гейзенбергом то преимущество, что я, в противоположность ему, не испытывал страха. Я не боялся того, что теория Гейзенберга потерпит неудачу. Ее провал не задел бы меня так сильно, как он задел бы Гейзенберга. Мне не пришлось бы все начинать сначала.

Я думаю, автор новой мысли, как правило,— не самый подходящий человек для ее развития, потому что его страх перед какими-нибудь неуязвимками слишком велик и мешает ему оценить метод вполне объективно.

У меня было это преимущество перед Гейзенбергом. Было у меня еще и другое большое преимущество. В то время я был исследователем, не имевшим никаких других обязанностей, кроме исследовательских. Я благодарен судьбе, что родился вовремя: будь я старше или моложе на несколько лет, мне не представились бы столь блестящие возможности. Казалось, все благоприятствовало мне.

Что касается проблемы изменения обычной динамики для включения некоммутативности, то я был знаком с более ранней теорией Бора и Зоммерфельда — теорией атомных орбит, причем оказалось, что теория эта тесно связана с механикой в форме Гамильтона, открытой им почти на столетие раньше. Гамильтонова форма механики оказалась как раз наиболее подходящей формой для включения некоммутативности, и не столь уж трудной задачей было найти способ сочетать обе эти мысли.

Я работал над этим вопросом совершенно независимо от Гейзенберга, после того как ознакомился с его первоначальной идеей. Гейзенберг продолжал развивать свою идею в

Геттингене совместно с другими лицами. Там находился его учитель Борн и еще один молодой исследователь по фамилии Иордан. Думаю, что они сильно помогли ему преодолеть свои страхи. В результате Геттингенская школа тоже быстро преуспела в развитии основных положений квантовой механики. Мы независимо друг от друга опубликовали свои работы приблизительно в одно и то же время. Если вы просмотрите эти ранние труды, то увидите, что они имели совершенно различное направление: в моей работе главная мысль была связана с нарушением переместительного закона; в трудах Геттингенской школы главная мысль заключалась в использовании величин, тесно связанных с результатами экспериментов, а вопрос о некоммутативности фигурировал как второстепенный и производный. И все же, несмотря на различные точки зрения, никаких реальных расхождений у нас не было, и мы достигли одних и тех же основных результатов.

Другая форма квантовой механики была совершенно независимо от других открыта Шредингером. Он исходил из иных идей и наталкивался на свои затруднения. В основе его идеи лежала удивительная связь между волнами и частицами, которую несколько раньше открыл де Бройль; эта связь, установленная де Бройлем, была великолепно доказана математически и согласовывалась с теорией относительности. Она казалась весьма таинственной, но ее математическое величие говорило о том, что между волнами и частицами должна существовать какая-то глубокая связь, иллюстрированная математическим способом.

Идеи де Бройля были применимы только к свободным электронам. Шредингер столкнулся с задачей модификации уравнения де Бройля, чтобы сделать его применимым к электрону, движущемуся в поле, и в частности к электронам в атомах. Проработав некоторое время, Шредингер смог получить уравнение, очень стройное и красивое, с общей точки зрения казавшееся верным.

Разумеется, было необходимо проверить, пригодно ли оно на практике. Шредингер применил его в за-

даче, связанной с электроном в атоме водорода, и получил спектр водорода. Его результат не совпал с экспериментом. Шредингер испытал большое разочарование. Это был пример того, как исследователь, находящийся накануне открытия, убеждается, что все его худшие опасения оправдались: такая прекрасная и так много обещавшая теория оказалась непригодной на практике.

Как же поступил Шредингер? Он был очень огорчен и, как мне рассказывал, на несколько месяцев все бросил. Затем, немного оправившись от огорчения, он вернулся к этой работе, причем заметил, что если он применяет свой метод с меньшей точностью, не принимая в расчет релятивистских эффектов, то при такой степени точности его теория совпадает с наблюдением. Тогда он опубликовал свою работу; ему удалось установить, что его теория совпадала с наблюдением.

Таким путем он выработал альтернативную форму квантовой механики. Люди, работавшие над этим вопросом, вскоре обнаружили, что в основном она была эквивалентна форме, созданной Гейзенбергом. Это было просто два аспекта одной и той же теории, которая и представляет собой нашу нынешнюю квантовую механику.

Шредингер проявил излишнюю робость, отказавшись от своего первого релятивистского уравнения, не совпадавшего с наблюдениями водородного спектра. Несколько позднее это уравнение было вновь открыто Клейном и Гордоном, которые опубликовали свою работу, несмотря на расхождение с наблюдением. Причина, по которой первоначальное уравнение Шредингера оказалось непригодным, заключалась в том, что в нем не принимался в расчет спин электрона. В то время спин электрона еще не был установлен. Имелись кое-какие экспериментальные намеки на спин, но они были очень неясными. Шредингер, вероятно, не знал о них.

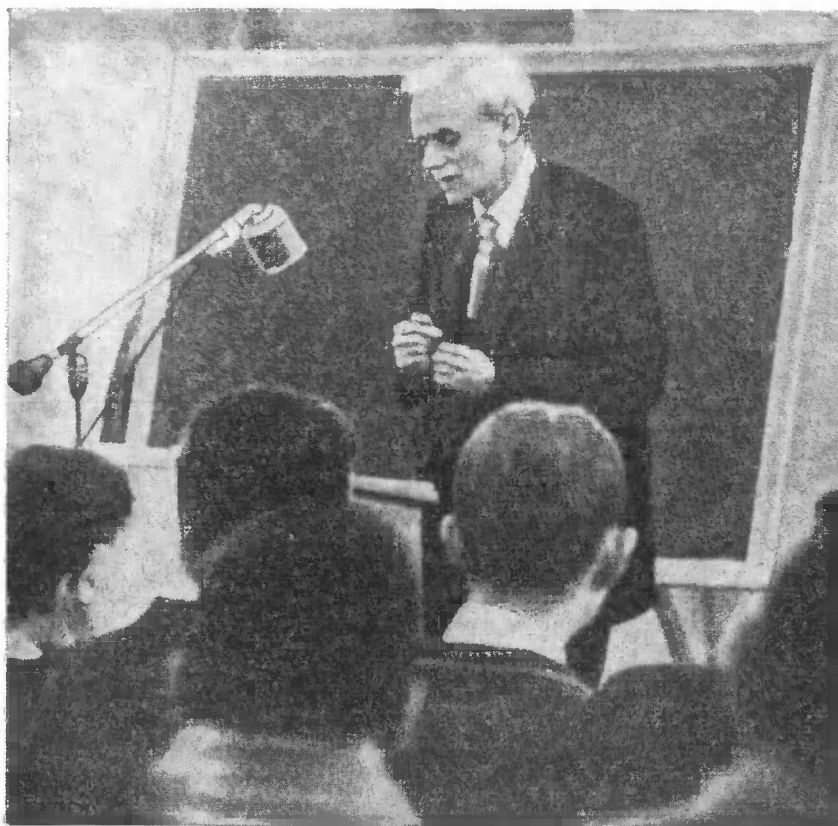
Клейн и Гордон опубликовали релятивистское уравнение — фактически то же самое, которое ранее открыл Шредингер. Единственной заслугой Клейна и Гордона здесь было то, что

они оказались достаточно отважными и их не смутило отсутствие совпадения между уравнением и наблюдением. В конечном результате уравнение это известно теперь как уравнение Клейна — Гордона, несмотря на то что годом или двумя раньше оно было открыто Шредингером. Это уравнение представляет собой некоторую ценность для описания частиц без спина, например некоторых видов мезонов, но совершенно неприемлемо к электрону.

Таков путь возникновения квантовой механики. Вначале мы располагали вполне определенной математической теорией и медленно шли к правильной интерпретации уравнений. Это должна была быть статистическая интерпретация. Над этим работало много исследователей. Фактически задача была не столь уж трудна, когда твердо установлена исходная точка. Серьезные трудности не возникали, пока ученые не обратились к рассмотрению уравнений, учитывающих требования теории относительности. Как я уже говорил, уравнение Шредингера имело силу только в приближении, в котором релятивистскими поправками надо было пренебречь. Когда пробовали работать с релятивистским уравнением, носящим название уравнения Клейна — Гордона, возникало не только расхождение с наблюдением, но и расхождение с логической интерпретацией уравнения. Если применять обычные правила, установленные для квантовой механики, то уравнение Клейна — Гордона, по-видимому, привело бы нас к отрицательным вероятностям, которые, конечно, совершенно абсурдны.

Уравнение Клейна — Гордона нуждалось в какой-то модификации. В течение некоторого времени оно приводило меня в недоумение, а затем я подумал о другом уравнении, которое преодолело бы логические трудности отрицательных вероятностей. Вскоре я убедился, что это новое уравнение правильно давало спин и магнитный момент электрона. Все это было очень приятно.

Затем возник вопрос, сможет ли оно удовлетворительно объяснить спектр водорода. Я работал над этим, приняв в расчет лишь релятивистские



П. Дирак на лекции.

поправки первого порядка, и получил совпадение с экспериментом в этом первом порядке. Естественным было бы рассмотреть более высокие порядки и проверить, совпадут ли результаты с экспериментом. Но я не сделал этого просто из страха. Я боялся, что может не получиться. Если бы оказалось, что уравнение неверно для более высоких порядков, пришлось бы отказаться от всего обоснования этой мысли, и я просто не мог примириться с такой возможностью. Поэтому я спешно написал статью, где в первом приближении показал, что по меньшей мере при такой точности, теория совпадала с наблюдением. Таким образом я закрепил ограниченный успех, который явился бы неким твердым основанием независимо от того, что даст будущее. При таких обстоятельствах человек чувствует большую необходимость в закреплении успеха, и я очень торопился опубликовать это первое приближение, прежде чем случится что-нибудь такое, что все это опрокинет.

Дарвину оставалось заполнить оставленный мною пробел. Понимаете, Дарвин мог подойти к вопросу без тех страхов, какие испытывал я. Он сделал необходимые вычисления для всех степеней точности и установил, что они правильны. Узнав об этом, я почувствовал большое облегчение.

Если вы просмотрите мою первую работу по этому вопросу (не знаю, станет ли теперь кто-нибудь это делать, кроме историков науки), вы не сможете не заметить одной вещи. Там есть записанное мною уравнение, содержащее комбинацию следующих знаков:

$$\frac{w^2}{c^2} + p_1^2 + p_2^2 + p_3^2.$$

И вот, если вы посмотрите на это выражение (и вообще что-нибудь знаете), то вы скажете, что оно неверно. Перед всеми «р» должен стоять минус. И вы решите, что в статье допущена опечатка. Но это очень серьезная опечатка, и вы, быть может, удивитесь, как я мог пропустить ее. В те дни я всегда внимательно читал гранки.

Но это вовсе не опечатка, и вид этого уравнения опять-таки есть проявление страха. Эта работа проведена в 1920-е годы, когда вся идея относительности была еще очень молода. Она всколыхнула научный мир только после окончания первой мировой войны, причем всколыхнула весьма сильно. Об относительности говорили все — не только ученые, но и философы и авторы газетных статей. Мне кажется, что ничто в истории науки не привлекло такого сильного общественного интереса, как теория относительности в те далекие дни, когда, по окончании трудной войны, напряжение уменьшилось.

Основная мысль теории относительности заключалась в симметрии между пространством и временем. Но это не вполне совершенная симметрия. Чтобы сделать ее совершенной, надо изменить знаки в некоторых уравнениях. Эти необходимые изменения знака можно внести посредством введения квадратного корня из минус единицы в некоторые физические величины. (Там, где у нас имеются четырехмерные векторы, мы должны ввести в некоторые координаты $\sqrt{-1}$.) При таких изменениях получается полная симметрия.

В первое время все занимавшиеся теорией относительности находились под сильным впечатлением этой симметрии между пространством и временем и хотели сохранить ее во что бы то ни стало. И они часто пользовались этим обозначением, содержащим $\sqrt{-1}$, просто для достижения полной симметрии. Результатом были выражения, подобные вышеуказанному. Это обозначение было весьма обычным. По своим старым заметкам я вижу, что я постоянно пользовался им. Оно было настолько обычным, что авторы даже не заботились о том, чтобы упомянуть о нем; пользуясь им в своих статьях, они считали его само собою понятным. Из знаков в выражении было видно, следует ли вводить $\sqrt{-1}$ в основные переменные или не следует, и не было надобности терять время на объяснения. Таким образом, то, что кажется опечаткой теперь, когда люди не чувствуют необходимости в сохранении симметрии между пространством и временем, было вовсе не ошибкой,

а историческим следствием того пути, по которому развивалась теория относительности.

Как после этого шло дальнейшее развитие квантовой теории? Мы предполагали пригодным релятивистским уравнением. Оно давало совпадение с экспериментом с большой точностью в простейшем случае атома водорода. Но вскоре появилась новая трудность: при работе с этим уравнением оказалось, что электрон имеет состояния с отрицательной энергией. Частица, находящаяся в состоянии с отрицательной энергией,— это, разумеется, нечто кажущееся совершенно немислимым. При экспериментах, несомненно, этого не наблюдалось никогда. Итак, преодолев одну трудность, мы застряли в другой.

В развитии науки часто случается, что, преодолев одну трудность, тотчас же сталкиваешься с другой и на первый взгляд кажется, что никакого реального успеха не достигнуто. Но в действительности успех достигнут, так как новая трудность меньше первой. Когда разберешься в положении более внимательно, обыкновенно становится понятным, что новая трудность фактически существовала в течение всего времени. Ранее она просто была скрыта, ее заслоняла более явная трудность, а когда эта более явная трудность устранена, внимание сосредоточивается на новой трудности.

Эта новая трудность, относящаяся к состояниям с отрицательной энергией,— пример появления по существу совсем не новой трудности. Она была все время. Эта трудность возникает в любой теории относительности, даже в старой классической теории Лоренца. Но при тех условиях она не имела значения, потому что тогда электрон никак не мог перейти в одно из состояний с отрицательной энергией. Существовала непрерывность, не допускавшая подобных скачков. Однако по новой квантовой теории такие скачки могли происходить, и эту трудность нельзя было игнорировать, как это делали раньше.

Я обнаружил, что найти выход из этого тупика на самом деле не так уж трудно. Идею мне подсказала химическая теория валентности, при ко-

торой привыкаешь к мысли, что электроны в атоме, находящиеся на целиком заполненных уровнях, не участвуют в создании валентных связей. Принимают участие в валентных связях электроны незаполненных оболочек и дырки в сплошном заполнении нижних уровней.

Ту же мысль можно применять к состояниям с отрицательной энергией и предположить, что при нормальных условиях все состояния с отрицательной энергией заполнены электронами таким же образом, как ими заполнены нижние уровни в химическом атоме. Тогда обыкновенный электрон с положительной энергией не сможет перейти в состояние с отрицательной энергией. Однако можно предположить, что при некоторых условиях в состояниях с отрицательной энергией может быть дырка, и этим дыркам надо было найти объяснение.

Сразу видно, что такая дырка проявится как частица. Это будет частица с положительным зарядом и положительной массой. Когда у меня возникла эта мысль, мне с самого начала казалось, что между дырками и электронами должна существовать симметрия и, следовательно, дырки должны иметь ту же массу, что и электроны. Как же тогда объяснить дырки? Это частицы с положительным зарядом. Единственными частицами с положительным зарядом, известными в то время, были протоны. В течение десятков лет физики строили свою теорию материи, всецело исходя только из электронов и протонов. Наличие этих двух основных частиц вполне их удовлетворяло. Электроны несут отрицательный заряд, протоны — положительный. Это все, что требовалось. Резерфорд выдвинул заманчивую мысль, что может существовать еще и третья частица — нейтрон. Это было просто предположение, о котором время от времени говорили, но никто не относился к нему действительно серьезно.

На том основании, что единственными частицами в природе являются электроны и протоны, я полагал, что дырки должны быть протонами. И это сильно осложняло дело, так как протоны обладают совсем другой массой, чем электроны. Они гораздо

тяжелее. Как же объяснить различие массы?

Я некоторое время искал причину, которая позволила бы это объяснить. Я надеялся, что, может быть, сила взаимодействия между электронами, установленная Кулоном, приводит к некоему взаимодействию между всеми электронами, находящимися в состояниях с отрицательной энергией, что, в свою очередь, привело бы к различию в массе, хотя я не мог понять, как это может произойти. Однако я считал, что моя основная мысль должна содержать нечто разумное, и потому опубликовал статью, в которой преподнес ее в виде теории электронов и протонов, но совершенно не объяснив, как протоны могут иметь совсем не такую массу, какую имеют электроны.

Мою мысль подхватил Герман Вейль. Он смело сказал, что дырки должны иметь такую же массу, какую имеют электроны. Но Вейль был математиком, а вовсе не физиком. Его интересовали только математические выводы из этой мысли, разработка того, что можно вывести из различных симметрий. И этот математический подход прямо привел к выводу, что дырки должны иметь такую же массу, как и электроны. Вейль опубликовал статью, прямо утверждавшую, что дырки имеют такую же массу, как электроны, и не снабдил свою статью какими-либо комментариями насчет значения такого утверждения для физики. Быть может, он действительно не думал об этом. Он просто хотел произвести последовательные математические вычисления.

На этом этапе развития теории в нее сделал свой вклад Оппенгеймер. Он согласился с выводом Вейля, что дырки и электроны должны иметь одинаковую массу, и его ничуть не смутила физическая реальность, что на практике дырки не наблюдаются. Оппенгеймер только сказал, что существует какая-то непонятная причина, не позволяющая наблюдать дырки. Он согласился с тем, что дырки не могут иметь ничего общего с протонами и что поэтому должна существовать какая-то таинственная причина, по которой они не возникают в природе.

Итак, выдвинув свою гипотезу, Оппенгеймер действительно был очень близок к цели. Причина, по которой дырки не наблюдались, состояла просто в том, что экспериментаторы не искали их там, где надо, или если и искали, то не узнавали того, что видели.

Припоминаю, как в эти давние времена, даже незадолго до появления теории электронов и протонов, я беседовал с людьми, работавшими в лаборатории Кавендиша, и наблюдал путь частиц в магнитном поле; они говорили, что иногда наблюдают, как электрон возвращается в источник. Они полагали, что это случайные явления. Никто не считал нужным присмотреться к ним поближе. Предположение, что из источника исходит новая частица (а не просто обыкновенный электрон возвращается в источник), было тогда совершенно чуждо общепринятому образу мыслей. Не думаю, чтобы у кого-нибудь возникло малейшее подозрение о такой возможности. У экспериментаторов было перед глазами доказательство существования этих новых частиц с положительным зарядом и такой же массой, как у электронов, но они не были в состоянии оценить то, что они видели.

Понадобилось несколько лет работы, прежде чем был установлен факт существования позитронов. Первым твердое доказательство существования позитронов фактически получил Блэккетт, но не решился это опубликовать. Он хотел подтверждения и был сверхосторожен. В результате доказательство существования позитрона первым опубликовал Андерсон и пожал славу открытия позитрона.

Когда мысленно возвращаешься к тому времени, с изумлением обнаруживаешь, с какой неохотой исследователи высказывали предположение о существовании новой частицы. Это относится и к теоретикам, и к экспериментаторам. Кажется, они скорее готовы были искать любое объяснение, чем предположить наличие новой частицы. Им были нужны самые очевидные и неопровержимые доказательства, прежде чем они будут вынуждены высказать предположение о существовании новой частицы. С тех давних времен обстановка совершен-

но изменилась. Теперь непрерывно в огромном количестве предполагаются и предлагаются новые частицы. В настоящее время в обращении находится целая их сотня или еще больше. Люди с великой готовностью публикуют доказательства существования новой частицы — независимо от того, добыта ли она путем эксперимента или же благодаря какой-нибудь плохо обоснованной теоретической идее.

Первый шаг к признанию позитрона был очень труден. Далее последовало открытие нейтрона, подтвердившее гипотезу, несколькими годами ранее выдвинутую Резерфордом; затем были открыты нейтрино и различные мезоны.

В те далекие дни были заложены основы квантовой механики. Был заложен фундамент теории, которая оказалась очень хорошей для объяснения всех атомных явлений, если не касаться явлений, связанных со слишком малыми расстояниями или со слишком высокими энергиями. Когда идешь дальше по этим направлениям, то сталкиваешься с новыми трудностями и чувствуешь, что основные идеи, необходимые, чтобы избежать эти новые трудности, еще не разработаны.

Работа, проделанная после появления этих основных идей, была значительной, но не всегда носила одинаково фундаментальный характер. Последовательно разрабатывались прежние идеи; проверялось, как далеко они поведут, прежде чем трудности станут серьезными. Трудности происходят вследствие того факта, что взаимодействия между элементарными частицами и полями действительно чересчур интенсивны, чтобы можно было создать какую-нибудь удовлетворительную теорию. Приходится прибегать ко всякого рода ухищрениям, чтобы развивать теорию дальше. Приходится придумывать теории, более или менее вспомогательные и не имеющие под собой твердой основы.

При нынешнем положении вещей эти основные трудности все еще существуют. Для преодоления их понадобится какой-нибудь новый Гейзенберг. Экспериментаторы непрерывно добиваются успехов, и теоретические трудности не смущают их. Они про-

должают накапливать доказательства и требуют от физиков-теоретиков создания пригодных теорий. Беда здесь в том, что эксперименты обходятся крайне дорого, но, несмотря на это, экспериментальной работе способствует международное соперничество, и работа идет вперед в различных центрах.

Мои собственные труды, предпринятые впоследствии, не имели большого значения, и я не думаю, чтобы о них стоило говорить подробно. Могу только сказать, что после того как я установил существование позитрона, я пришел к мысли о существовании новой частицы — магнитного монополя. Это обосновывается замечательными по красоте математическими вычислениями, и мы будем счастливы, если окажется, что монополи действительно существуют в природе и великолепные математические расчеты будут иметь применение. Однако я нисколько не боюсь за эту теорию, даже если монополи не будут открыты. Если окажется, что данные математические расчеты неприменимы к природе, это фактически не столь уже важно, так как работа ведется совершенно изолированно и прекращение ее не повлияет на главные принципы квантовой теории.

Когда кто-нибудь ставит под сомнение главную идею, испытываешь большое волнение и сильный страх, как бы что-нибудь не пошло не так, но подобных волнений с тех давних времен мы не испытали ни разу.

Период, длившийся несколько лет, начиная с 1925 г., можно назвать Золотым веком физики. Тогда быстро развивались наши основные идеи, и у всех было полно работы. Теперь стали совершенно ясны пределы идей, выдвинутых в этом Золотом веке, и все мы надеемся, что начнется новый Золотой век, которому положит начало какая-нибудь новая мощная идея, которая вновь приведет к периоду быстрого развития физики с его великими надеждами и великими страхами.

УДК 530.145.1

Перев. А. О. Зелениной
из кн.: P. A. M. Dirac.
The development of the quantum theory
N.Y.—L.—P., 1971.

Хромосомы диких баранов и происхождение домашних овец

Н. Н. Воронцов

Доктор биологических наук

К. В. Коробицына

Биолого-почвенный институт ДВНЦ АН СССР (Владивосток)

Профессор Ч. Ф. Надлер

Северо-Западный университет (Чикаго)

Профессор Р. Хофман

Музей естественной истории Канзасского университета (Лоренс)

Г. Н. Сапожников

Кандидат биологических наук

Комиссия по охране природы АН Таджикской ССР

Ю. К. Горелов

Бадхызский заповедник (Туркменская ССР)

На основе соглашения между Академией наук СССР и Национальной академией наук США начиная с 1969 г. американскими и советскими исследователями велись координированные работы по цитогенетике, генетике популяций и проблемам происхождения некоторых диких млекопитающих.

Летом 1971 г. четыре американских исследователя приняли участие в экспедициях Биолого-почвенного института Дальневосточного научного центра АН СССР на Алтай и в Забайкалье. О результатах одной из совместных работ ученых двух стран рассказывается в этой статье.

Известно, что великие культуры козевников Центральной и Средней Азии и Казахстана связаны в первую очередь как своим происхождением, так и своим развитием с овцеводством и коневодством. Вполне естественно предположить, что именно территория Средней и Центральной Азии была в свое время местом одомашнивания диких лошадей и баранов.

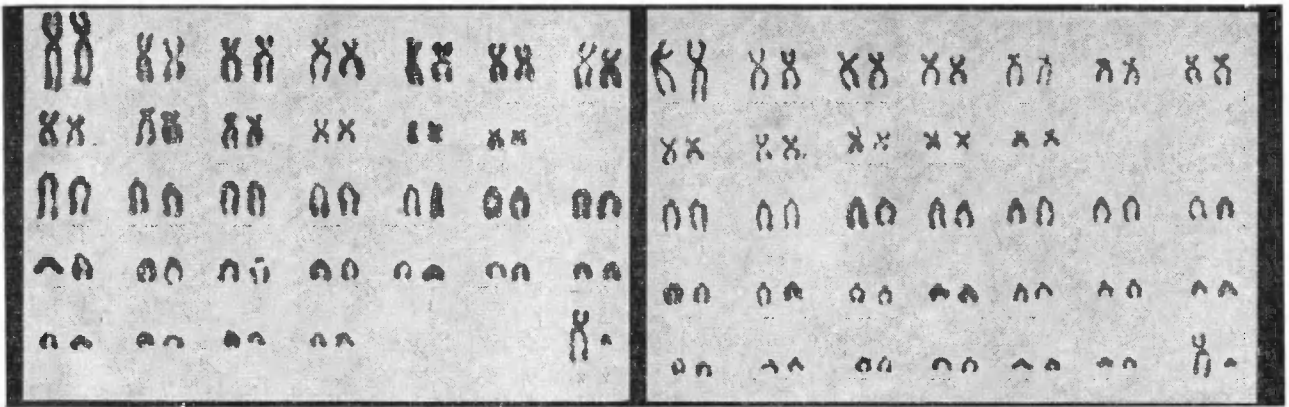
Хромосомы и проблема происхождения домашних лошадей

Н. М. Пржевальским в прошлом веке была обнаружена на границе Монголии и Китая в Гоби дикая лошадь Пржевальского, в которой большинство исследователей признавало пред-

ка современных лошадей или, по крайней мере, части пород современных лошадей. С другой стороны, еще в прошлом веке в Причерноморье доживали свой век последние дикие лошади южнорусских степей — тарпаны. О тарпанах мы знаем немного: в коллекциях мира сохранились лишь два полных скелета. Однако известно, что последние тарпаны уводили кобылиц домашних лошадей, известно также, что гибриды между ними, по-видимому, беспрепятственно скрещивались с домашними лошадьми и, таким образом, было возможно поглотительное скрещивание гибридов; на этом основании мы можем предположить, что плодовитость этих гибридов не была ограничена.

Большинство исследователей считало, да и сейчас считает, тарпана и лошадь Пржевальского разными подвидами одного единого вида *Equus przewalskii* Pol. Лишь немногие исследователи, и среди них палеонтолог В. И. Громова¹, считали, что тарпан и лошадь Пржевальского относятся к разным резко отличным друг от друга видам и что только от тарпана можно вывести современных домашних лошадей, но ни коим образом не от лошади Пржевальского. Однако эта точка зрения не была общепризнанной. В самом деле, ведь именно степи и пустыни Центральной Азии, в меньшей степени Казахстана и Средней Азии, были центром формообразования, центром разнообразия пород полудиких степных лошадей козевников. Вот почему представление

¹ В. И. Громова, История лошадей (рода *Equus*) в Старом Свете. Тр. Палеонтол. ин-та АН СССР, т. 17, 1949, вып. 1, 2.



Хромосомные наборы: слева — самца домашней лошади ($2n = 64$, 13 пар метацентриков и 18 пар акроцентриков); справа — самца лошади Пржевальского ($2n = 66$, 12 пар метацентриков и 20 пар акроцентриков). Как видно, у домашней лошади на 1 пару метацентрических хромосом больше: произошло слияние 2 пар акроцентрических хромосом, давших 1 пару метацентрических хромосом. (По С. Сюй, и К. Вениршке, 1967.)

о том, что все домашние лошади ведут свое происхождение именно от тарпана, казалось весьма странным, ибо, как мы знаем сейчас точно, ареал тарпана простирается по южнорусским степям от Дуная до Яика (р. Урал). Дальше в Казахстане жили уже лошади Пржевальского.

Представление о том, что лошадь Пржевальского является предком домашней лошади, получило практически беспрепятственное хождение в литературе. Вот почему большой неожиданностью для большинства исследователей оказалось обнаружение существенных цитогенетических различий между лошадью Пржевальского и домашней лошадью¹. Сравнительно недавно были определены число и форма хромосом лошади Пржевальского; этот вид имеет в диплоидном наборе $2n=66$ хромосом, в то время как домашняя лошадь — $2n = 64$.

К сожалению, тарпаны не дожили до наших дней и мы никогда не узнаем их хромосомного числа, однако, исходя из уже упоминавшегося факта беспрепятственной гибридизации тарпанов с домашними лошадьми, весьма вероятно предположить, что тарпаны имели сходный хромосомный набор с домашней лошадью, т. е. 64 хромосомы.

Здесь следует заметить, что, со-

гласно современным представлениям¹, хромосомный набор (кариотип), имеющий большее число одноплечих (или акроцентрических) хромосом, является, как правило, более примитивным по сравнению с хромосомным набором, в котором имеются наряду с одноплечими и двухплечие (метацентрические) хромосомы. Такое представление основано на том, что слияние двух одноплечих хромосом в одну двухплечую более вероятно, нежели обратный процесс разделения одной двухплечей хромосомы на две одноплечие.

Исходя из этой концепции, можно предположить, что кариотип лошади Пржевальского — предковый по отношению к кариотипу тарпана. По-видимому, Центральная Азия, а может быть и Казахстан со Средней Азией были центром формообразования диких лошадей, затем, несколько позднее, потомки лошадей Пржевальского или лошадей близкого типа проникли на территорию современных южнорусских степей, где от них возник новый дикий вид — тарпан (или, как мы его должны теперь называть, *Equus caballus gmelini* Antonius), и лишь затем от южнорусских тарпанов и произошли домашние лошади. Согласно этой концепции, весьма ве-

роятно, что именно южнорусские степи — эта в высшей степени интересная территория, которую мы знаем еще совсем недостаточно, территория, в жизни которой большую роль сыграли кочевники-скифы, печенеги, половцы, — и была центром одомашнивания лошадей, которые затем в домашнем состоянии распространились как на запад — в степи Венгрии, так и на юг и на восток. Здесь, на востоке, лишь вторично возникли центры формообразования, точнее, пороодообразования домашних лошадей. Но это все предположения. Предположения шаткие, потому что мы никогда не узнаем о том, какими хромосомными наборами обладали последние тарпаны¹.

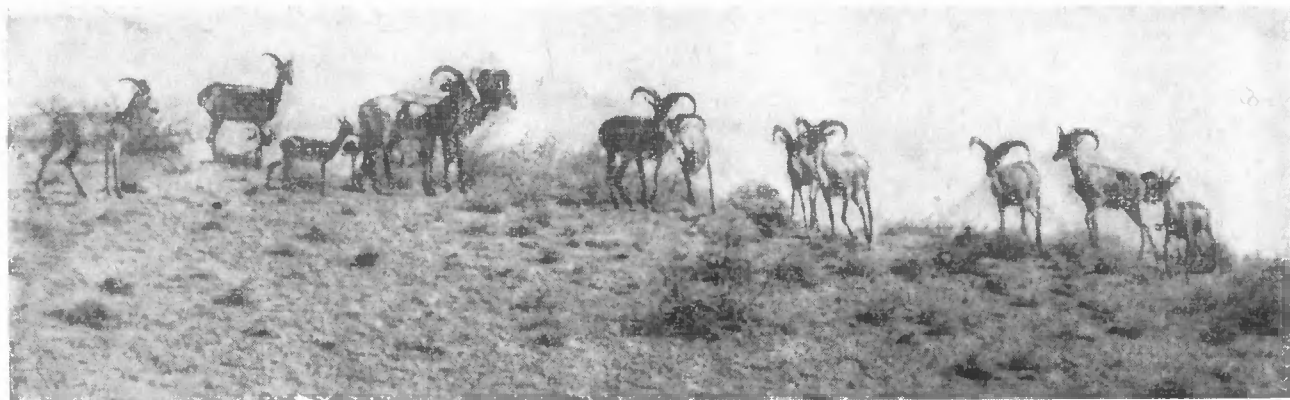
Горные бараны Евразии — доводы за и против их видового единства

Вернемся, однако, к нашим баранам. Весьма интересно изучить хромосомы этого, не менее важного для кочевников, вида домашних животных. До сегодняшнего дня разными исследователями в разных странах были изучены хромосомы семнадца-

¹ Недавно описан плодovitый гибрид домашней лошади и лошади Пржевальского (L. Koulischer, S. Frachhор. «Science», 1966, 151, 93).

¹ K. Benirschke et al. «Science», 1965, № 148.

¹ Н. Н. Воронцов. Эволюция кариотипа. В кн.: Руководство по цитологии, т. 2, М.—Л., Изд-во АН СССР, 1966.



Стадо уралов в Бадхызском заповеднике.

Фото Ю. К. Горелова.



Муфлон (*O. orientalis anatolica*) из Турции.

Фото Э. Холла.



Арзар (*Ovis ammon nigrimontana*) из Кара-Тау (По В. Гржимеку, 1969).



Дикий баран из Южной Туркмении. Фото Ю. К. Горелова.

ти пород домашних овец. Среди них — западно-европейские породы, такие как, например, шевюты, овцы Южной Европы, а также домашние овцы Передней Азии. Недавно были цитогенетически изучены домашние овцы Японских островов местной автохтонной породы. Все до сих пор изученные породы Европы, Передней Азии и Японии имеют совершенно идентичный кариотип ($2n = 54$); не отличается от них и каракульская овца Средней Азии.

Объем вида у диких горных баранов Евразии — один из интересней-

ших и, пожалуй, один из самых запутанных вопросов современной систематики млекопитающих. Таксономия этой группы привлекала на протяжении последних 100 лет внимание многих выдающихся исследователей¹.

¹ Н. А. Северцов еще в 1873 г. опубликовал прекрасные исследования по систематике диких баранов; следует также упомянуть английского зоолога Р. Лайдекера, опубликовавшего несколько важных работ в конце прошлого и в начале нынешнего века, русских ученых Н. В. Насонова и П. П. Сушки-

Среди диких баранов Северного полушария Н. А. Северцов признавал 17 видов; Р. Лайдекер выделял 6—8 видов; Н. В. Насонов — 9; В. И. Цалкин и В. Г. Гептнер были убеждены, что в Северном полушарии живет лишь 2 вида горных баранов, тогда

на. В последние годы эта группа была объектом внимания и монографических исследований советских зоологов В. И. Цалкина и И. И. Соколова; наконец, недавно опубликованы сводки В. Г. Гептнера и немецкого зоолога Т. Хальтенорта.

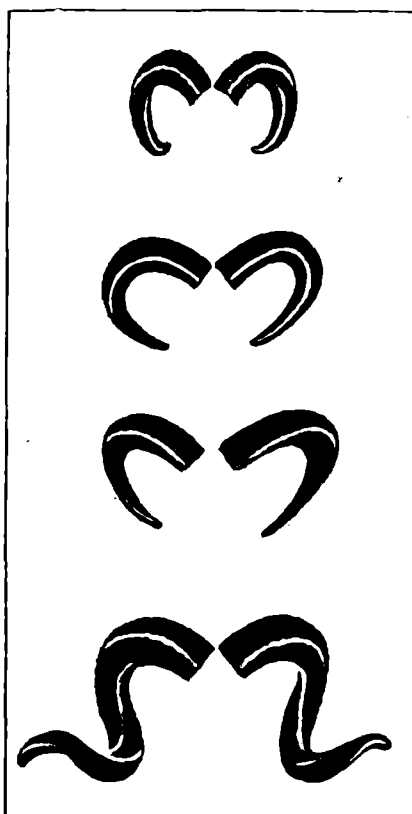
как почти в то же самое время И. И. Соколов и некоторые другие исследователи выделяли 5 видов; наконец, последняя сводка Т. Хальтенорта принимает лишь единственный вид горных баранов. Сопоставление точек зрения этих исследователей может привести неподготовленного читателя к выводу о том, что современная зоологическая систематика пользуется совершенно произвольным понятием вида. На самом деле это, конечно, не так.

В чем же причина таких разночтений?

Сосредоточим свое внимание на рассмотрении горных баранов, населяющих страны Евразии от Средиземноморья до Хингана¹.

На Корсике, Сардинии, Крите, в Малой Азии живут довольно мелкие бараны, которых относят обычно к европейскому или азиатскому муфлону (*O. musimon* и *O. orientalis*). По мере продвижения на восток размеры баранов начинают несколько увеличиваться. Значительно крупнее бараны Ирана, особенно восточной части Ирана, еще более крупные бараны живут в Афганистане, на стыке Памира и Гиндукуша. Здесь живут бараны, обычно называемые уриалами (*O. vignei*). Еще крупнее бараны, населяющие Восточный Памир, называемые обычно архарами; наконец гигантские формы баранов живут на Алтае и в горах Монгольского Алтая — это аргали. Если вес самцов европейских муфлонов равен примерно 50 кг, то вес самцов аргали достигает 200 кг. Однако это нарастание веса, нарастание размеров рогов и увеличение степени их спирализации идет настолько постепенно, что большинство исследователей, принимающих современную широкую концепцию вида, считало, что от муфлона до аргали существует постепенная градация форм и все эти формы могут быть отнесены к единому политипическому виду *O. ammon*.

¹ Мы исключаем из рассмотрения совершенно особую группу баранов северо-востока Сибири (*Ovis nivicola*), так называемых «толсторогов» или «чубуков», которых большинство систематиков выделяет в самостоятельный вид, а также барана Северной Америки (*Ovis canadensis*).



Соотношение размеров и степени спирализации рогов (сверху вниз) — муфлона, гибридов между муфлонами и уриалами, уриала, архара.

Отнесение муфлоновидных и аргаливидных баранов в единый вид неминуемо вело к признанию полицентризма процесса доместикизации баранов. Ведь всегда легче предположить, что процесс одомашнивания шел по всему ареалу диких баранов, чем то, что бараны были доместичированы где-то в ограниченном месте и оттуда столь широко расселились. Этот вывод влечет за собой и соответствующие исторические заключения. Однако схожесть кариотипов домашних овец самых разных пород из значительно удаленных точек говорит о моноцентризме процесса доместикизации овец. На представлении о видовом единстве полиморфной группы диких баранов (от муфлонов до аргали) были основаны также и попытки создания гибридных форм. Среди гибридов наиболее известен архаромеринос, называвшийся иногда даже самостоятельной породой.

Сколько хромосом у диких баранов?

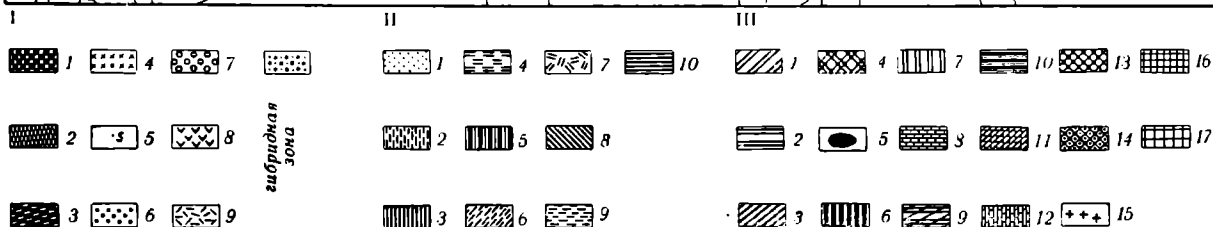
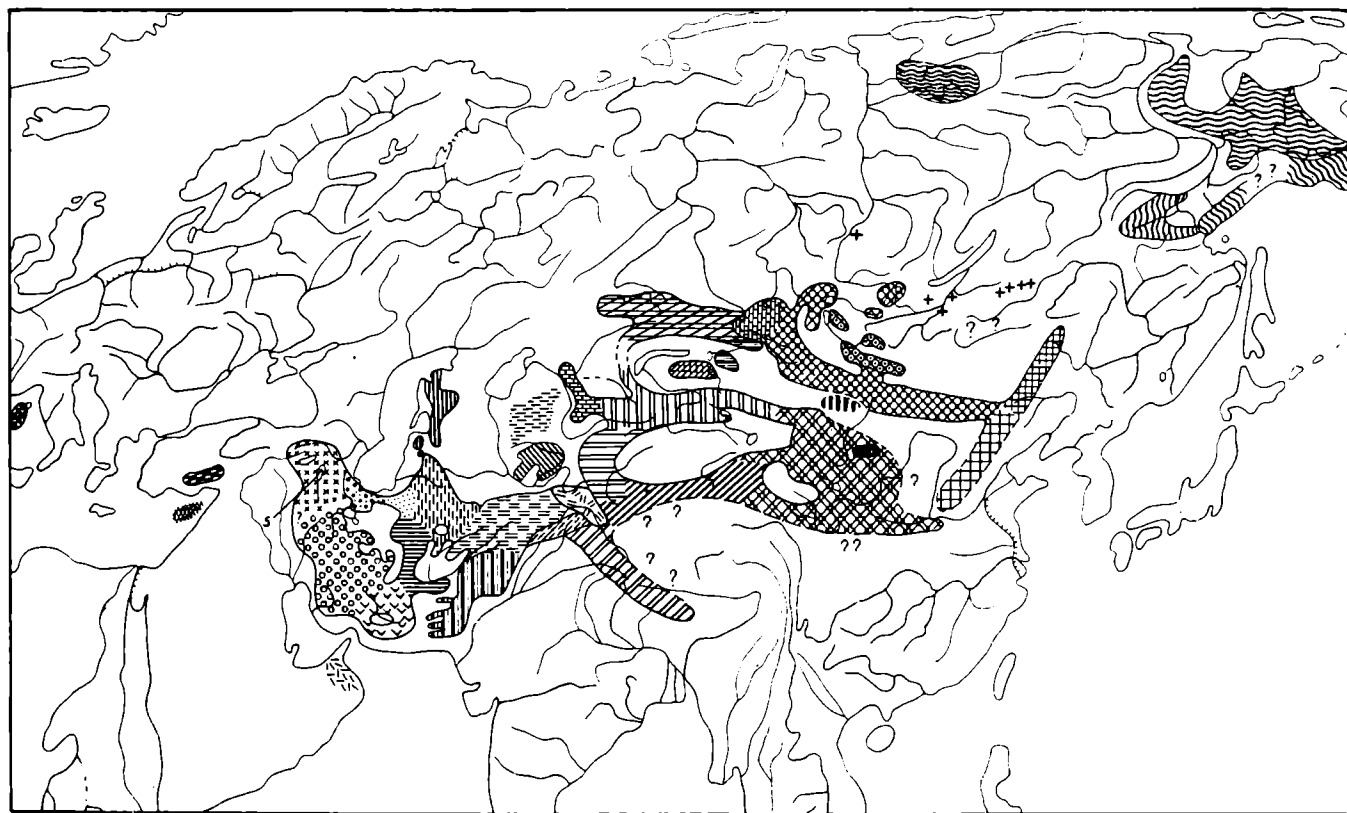
Как же дело обстоит с хромосомными наборами диких баранов? Данные немецких исследователей Ф. Ульбриха и Ю. Шмитта¹ показали, что разные формы диких баранов имеют как будто бы разные числа хромосом: у муфлона были обнаружены 54 хромосомы, а у диких баранов из Афганистана 58 хромосом. К сожалению, этот материал происходил из зоопарков, и к такому не точно etiketированному материалу как зоологи, так и цитогенетики всегда питают большое недоверие. Возник вопрос о необходимости изучения хромосомных наборов диких баранов из природных популяций. Недавно американскими исследователями было предпринято изучение хромосомных наборов диких баранов на территории Северного Ирана². Советскими исследователями — авторами этой статьи — было предпринято изучение хромосомных наборов диких баранов на территории Южной Туркмении и Таджикистана. Наконец, летом этого года советскими и американскими авторами этой статьи было предпринято совместное исследование хромосомных наборов дикого барана аргали в горах Центрального Алтая.

Было показано, что дикие бараны как с Корсики и Сардинии, так и из Западного Ирана имеют 54 хромосомы. Это бараны, которых можно называть европейскими и азиатскими муфлонами (*Ovis musimon*, *O. orientalis*).

В районах центральной части хребта Эльбурс были обнаружены гибридные особи, имевшие 55—56—57 хромосом. В восточной части хребта Эльбурс живут дикие бараны, имеющие 58 хромосом, — бараны группы уриала (*O. vignei*); то же число хромосом имеют дикие бараны (*O. v. aff. varentzovi*), живущие у нас в Туркмении на территории Бадхызского заповедника, близ Кушки, а также дикие бараны группы уриала (*O. v. bocha-*

¹ J. Schmitt, F. Ulbrich. «Zeitschrift für Säugetierkunde», B. 33, 1968, № 3.

² Ch. Nadler, D. Lay, J. Hassinger. «Cytogenetics», v. 10, 1971, pp. 137—152.



Карта ареалов диких баранов. I — ареал муфлона ($2n=54$): 1 — *O. m. musimon*, 2 — *O. m. ophion*, 3 — *O. orientalis anatolica*, 4 — *O. o. gmelini*, 5 — *O. o. urmiana*, 6 — *O. o. orientalis*, 7 — *O. o. isphaganica*; 8 — *O. o. laristanica*, 9 — *O. orientalis s. sp.?*

II — ареал уриала ($2n=58$): 1 — *O. vignei dolgopulovi*, 2 — *O. v. varentzovi*, 3 — *O. v. arcal*, 4 — *O. v. cycloceros*, 5 — *O. v. blanfordi*, 6 — *O. v. punjabensis*, 7 — *O. vignei vignei*, 8 — *O. v. bochariensis*, 9 — *O. v. severtzovi*, 10 — *O. v. s. sp.?*

III — ареал архара ($2n=56$): 1 — *O. ammon hodgsoni*, 2 — *O. a. polii*, 3 — *O. a. dalai-lamae*, 4 — *O. a. darvini*, 5 — *O. a. kozlovi*, 6 — *O. a. intermedia*, 7 — *O. a. karelini*, 8 — *O. a. nigrimontana*, 9 — *O. a. collium*, 10 — *O. a. sairensis*, 11 — *O. a. littledalei*, 12 — *O. a. ammon*, 13 — *O. a. przewalskii*, 14 — *O. a. mongolica*, 15 — *O. a. daurica*, 16 — *O. a. jubata*, 17 — *O. a. s. sp.?*

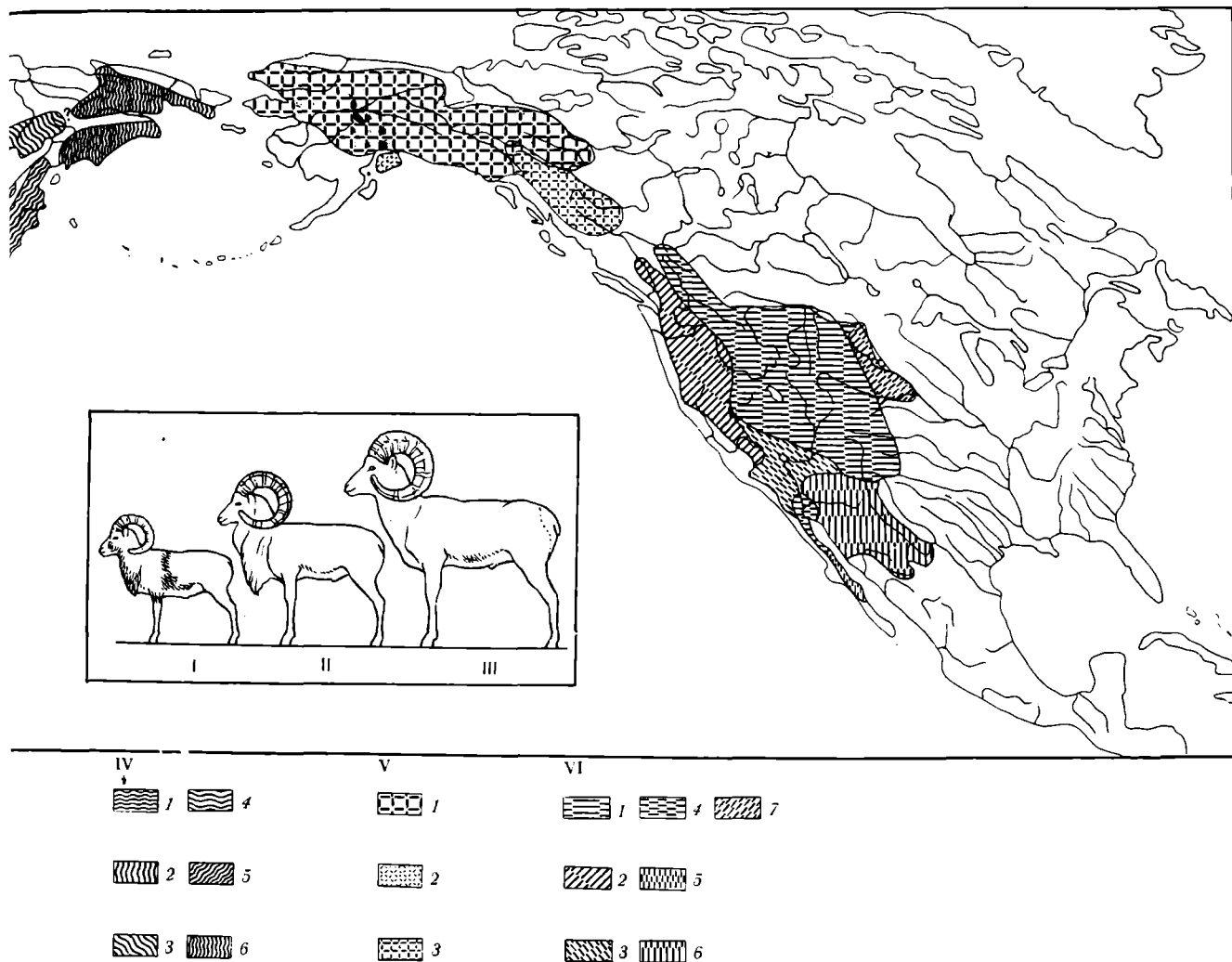
riensis), живущие в юго-западном Таджикистане.

Наконец, оказалось, что дикие бараны группы архали (*O. ammon przewalskii*), населяющие наш Центральный Алтай, имеют 56 хромосом. Таким образом, представление о том, что существует единый политипический вид горных баранов от муфлона до архали, приходится отвергнуть. На этой территории распространено

по крайней мере три вида баранов — 54-хромосомные муфлоны, населяющие Европу и Переднюю Азию (примерно до линии Каспий — Персидский залив), далее к востоку от этой линии (вплоть до Памира и Малого Тибета) живут 58-хромосомные горные бараны уриалы, наконец, к востоку от Памира до Хингана по горным системам Центральной Азии распространены 56-хромосомные архары и архали.

Кольцевой характер распространения диких баранов

На первый взгляд кажется странным, что такие крупные и подвижные животные, как бараны, только в пределах гор юга Евразии дифференцировались минимум на три различных вида.



IV — ареал снежного барана ($2n = ?$): 1 — *O. nivicola borealis*, 2 — *O. n. potanini*, 3 — *O. n. alieni*, 4 — *O. n. lydekkeri*, 5 — *O. n. nivicola*, 6 — *O. n. s. sp.*²

V — ареал аляскинского барана ($2n = 54$): 1 — *O. dalli dalli*, 2 — *O. d. kenaiensis*, 3 — *O. d. stonei*.

VI — ареал канадского барана ($2n = 54$): 1 — *O. canadensis canadensis*, 2 — *O. c. californiana*, 3 — *O. c. nelsoni*, 4 — *O. c. cretrobates*, 5 — *O. c. weemsi*, 6 — *O. c. mexicana*, 7 — *O. c. auduboni*.

В рамке: Относительные размеры диких баранов: I — муфлону с о. Корсика, II — уриала из Афганистана, III — аргали с Алтая (по П. Пфедферу, 1967)

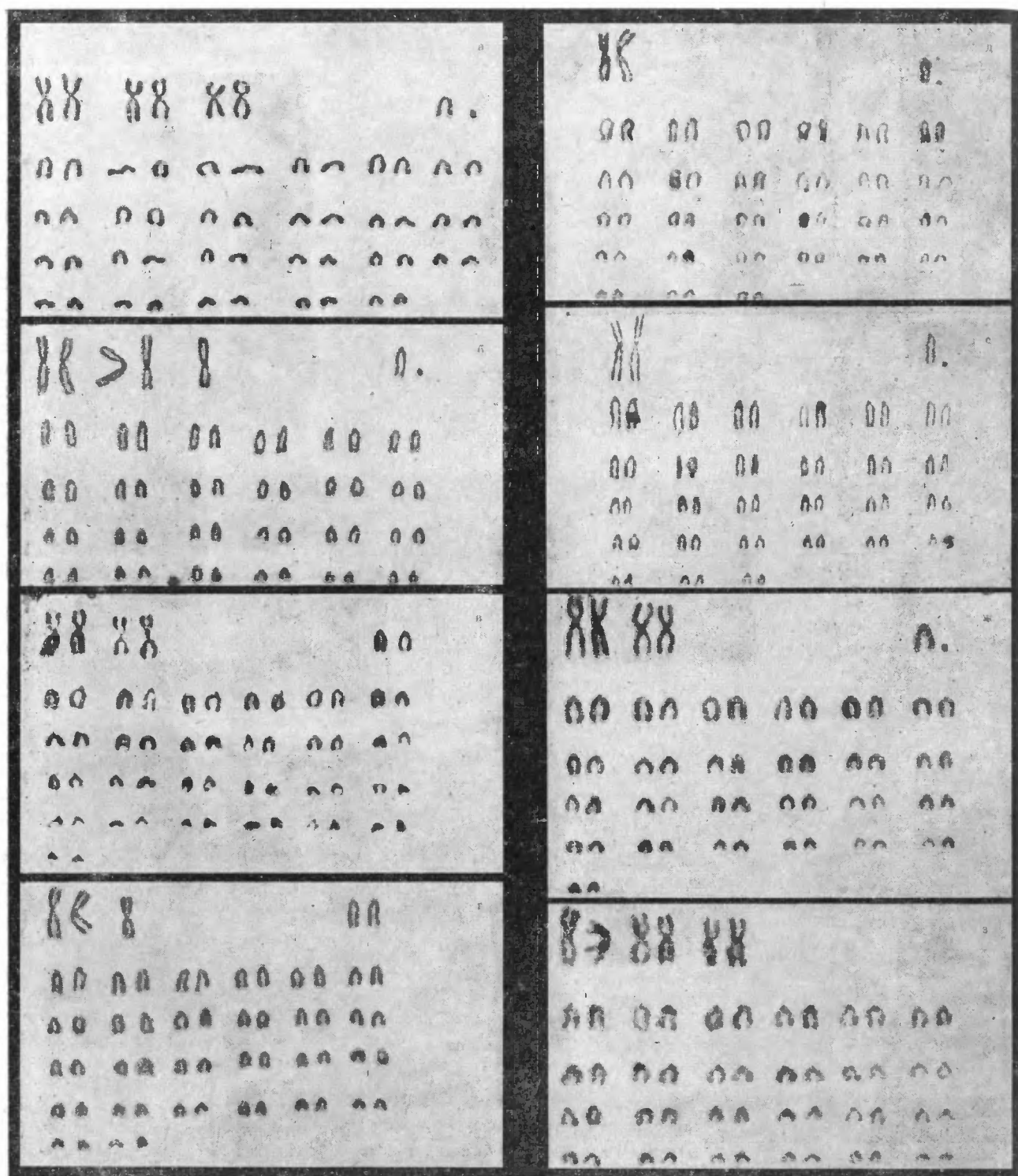
Взглянем на карту распространения этой группы. Горные бараны избегают как равнин, так и мест с разнопересеченным рельефом, где живут горные козлы. Их ареал, ранее представлявшийся почти сплошным, на самом деле состоит из множества колец и полуколец. Взаимоотношения между формами, живущими на дугах этих колец, показаны схематично на последнем рисунке.

Как было показано А. Н. Колмогоровым¹ еще в 30-х годах, эволюция наиболее быстро идет в полуизолированных популяциях. Временные разрывы и соединения колец, несомненно, вели к интенсивному формообразованию у баранов (в пределах Голарктики выделяется 52 подвида).

Кольцевые ареалы привлекают внимание эволюционистов, а примеры с кольцевыми ареалами большой синицы (*Parus major*) и серебристых чаек (*Larus argentatus*) кочуют из учебника в учебник¹. Но даже для нас оказалась неожиданной столь ячеистая структура ареала, какая обнаруживается у диких баранов юга Евразии.

¹ А. Н. Колмогоров. ДАН СССР, т. 3, 1935, № 3.

¹ Кольцевые ареалы — классический эволюционный термин. Процесс видообразования наиболее нагляден при изучении видов с так называемым кольцевым распространением.



Хромосомные наборы: а — самца азиатского муфлона из Западного Ирана ($2n = 54$); б, в, г — самца и самок дикого барана из центральной части хребта Эльбрус (гибридная зона), $2n = 55$, $2n = 56$, $2n = 57$; д — самца дикого барана уриала (*Ovis vignei varentzovi*) из Туркмении ($2n = 58$); е — самца дикого барана уриала (*O. vignei bochariensis*) из Таджикистана ($2n = 58$); ж — самца дикого барана аргали (*O. ammon przewalskii*) из Центрального Алтая ($2n = 56$); з — самки домашней овцы каракульской породы ($2n = 54$)

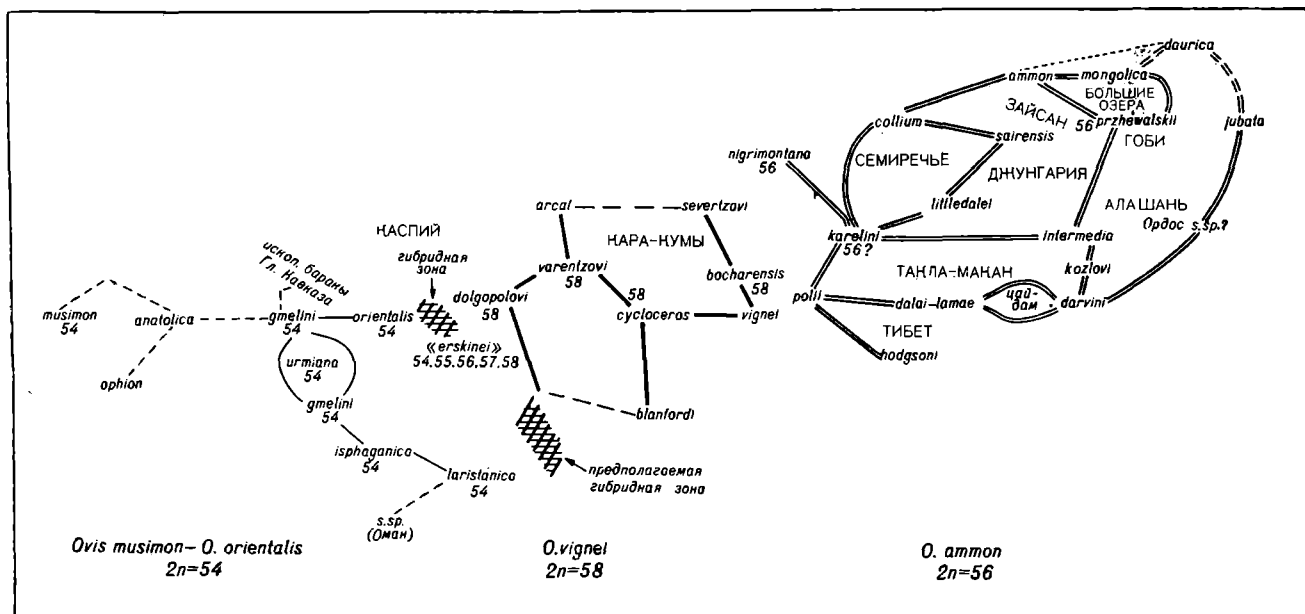


Схема типов кольцевых ареалов горных баранов юга Евразии (гибридные зоны выделены штриховкой).

Средиземноморье и Передняя Азия — центр возникновения овцеводства

Имеющиеся у нас на сегодня данные заставляют исключить территорию Средней и Центральной Азии из числа возможных центров происхождения овец. Исходя из многочисленных цитогенетических и зоологических данных, включая данные, полученные нами в последнее время, мы считаем, что процесс одомашнивания баранов мог происходить в странах северного и северо-восточного Средиземноморья или в Передней Азии. Современные археологические данные говорят о том, что доместикация баранов началась значительно раньше доместикации других копытных, быть может даже раньше козы¹; самая древняя находка доместичированных баранов в Передней Азии относится к IX тысячелетию до н.э. Сейчас мы можем утверждать, что эта находка в Передней Азии, по-видимому, отражает один из возможных центров одомашнивания баранов.

¹ В. И. Цалкин. Происхождение домашних животных в свете данных современной археологии. Тезисы доклада на совещании в МОИП, 1968, стр. 35—40.

Когда проникло овцеводство в Среднюю и Центральную Азию?

Что мы можем достоверно сказать об этом? Тот, кто бывал на юге Туркмении, не забудет узкую полосу между Копет-Дагом и Кара-Кумами — эта подгорная равнина снабжена влагой, здесь обильная растительность. Ширина этой полосы ныне колеблется от 15—20 до 40—50 км. Очевидно, во времена более засушливые эта полоса сужалась, а во времена более влажного климата она расширялась, но вряд ли когда-нибудь она была шире 70—100 км. Эта полоса давным-давно освоена человеком; по ней распространялись с Востока на Запад и с Запада на Восток культуры; по этой же полосе двигались захватчики, на ней оборонялись крепости; эта полоса буквально нафарширована различными археологическими памятниками. Благодаря трудам советских археологов, и в первую очередь В. М. Массона¹, эта полоса изучена, по-видимому, лучше других территорий нашей страны.

В многочисленных памятниках были

¹ В. М. Массон. Поселение Джейтун, Л., «Наука», 1971.

обнаружены сотни тысяч остатков костей диких и домашних животных, определенные выдающимся специалистом по домашним и диким копытным В. И. Цалкиным. Он установил¹, что остатки диких баранов изредка встречаются в памятниках Прикопетдажья древнее шестого тысячелетия до н.э., но в «кухонных» остатках этого периода никогда не встречается остатков домашних овец. Но вот в период джейтунской культуры (VI—V тысячелетия до н.э.) в одном из поселений в Копетдаге — Чагыллы-Депе впервые обнаруживаются в довольно большом количестве остатки овец с явными признаками доместикации. Датировка этого поселения по радиоуглероду 5036 ± 100 лет до н.э. Начиная с этого времени и в более поздних поселениях Прикопетдажья домашние овцы нередки. Это говорит о том, что овцы появились здесь впервые по крайней мере на 1—2 тыс. лет позднее доместикации этого вида в Передней Азии.

Если раньше, до изучения хромосомных наборов, можно было предположить, что здесь в Прикопетдажье, имелся свой центр доместикации диких баранов, и что датировка пятое —

¹ См.: В. И. Цалкин. Бюлл. МОИП, отд. биол., 1970, вып. 1 и 2.

шестое тысячелетие до н. э. отражает лишь время domestikации местного копетдагского барана, то сейчас мы можем утверждать, что эта датировка по-видимому, довольно точно отражает время начала проникновения потомков ранее domesticiрованных муфлонов в Среднюю Азию. Лишь позднее этой даты домашние овцы распространились по всей Средней

Азии, и еще позднее овцеводство смогло проникнуть в Центральную Азию.

Итак, наши цитогенетические данные допускают однозначную трактовку имеющихся археологических, зоогеографических и сравнительно-морфологических фактов, показывая, что domestикация баранов происходила в странах северного и северо-

восточного Средиземноморья и в Передней Азии, а лошадей — в степях Восточной Европы.

Все это позволяет нам утверждать, что овцеводство и коневодство лишь вторично были освоены представителями тех культур Казахстана, Средней Азии и Центральной Азии, чей кочевой образ жизни был тесно связан с овцеводством и коневодством.

УДК 638.082.11

Мумиё: легенды и факты

К. Ф. Блинова, Н. В. Сыровежко, Г. П. Яковлев
Ленинградский химико-фармацевтический институт

В 1955—1956 гг. ташкентский врач А. Ш. Шакиров нашел в горах черные смолообразные натёки, применявшиеся местными жителями для лечения самых различных заболеваний. Он высказал предположение¹, что этот горный продукт идентичен знаменитому бальзаму древних — мумиё, которому приписывают многие удивительные лечебные свойства и не менее удивительную природу.

В разных институтах Средней Азии,

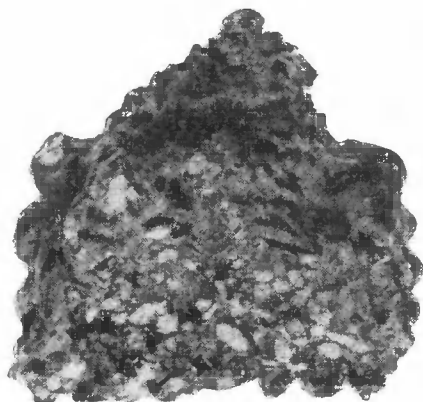
Москвы и Ленинграда была исследована физиологическая и клиническая активность мумиё. Большинство исследователей сошлось на том, что мумиё ускоряет процессы регенерации в поврежденных тканях. Однако единого мнения и в отношении клинической активности, и в определении природы мумиё, а также механизма действия его на организм у специалистов пока нет. И это не удивительно, так как даже с внешней стороны, несмотря на обилие мнений и публикаций, феномен мумиё изучен довольно слабо. Между тем углубленное познание физиологической активности, не говоря уже о секретах биохими-

ческого механизма этой активности, лимитируется в значительной степени неясностью самого понятия. Интересно проанализировать хотя бы эту часть проблемы, полагая, что четкая постановка ее внесет некоторое успокоение в ряды энтузиастов изучения мумиё.

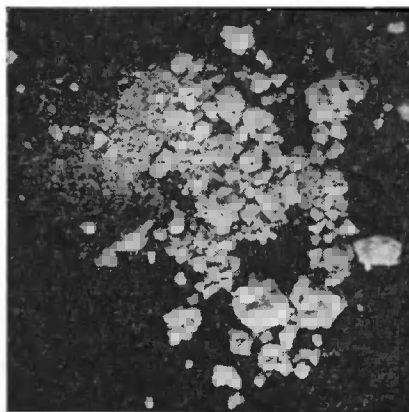
Специалисты расходятся в мнениях относительно классификации мумиё. Известно, по крайней мере, шесть различных гипотез о происхождении этого продукта. Мумиё приписывали нефтяное, растительное (предполагают, что мумиё выделяют корни среднеазиатского можжевельника — арчи), животное происхождение и т. д.

Соответственно сущности каждой из этих гипотез меняются и предположения о том, что же конкретно является действующим началом в мумиё. Чаще всего активность мумиё приписывается действию суммы микроэлементов, которых во всех сортах

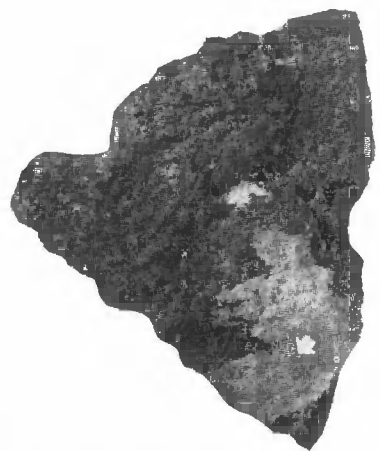
¹ А. Ш. Шакиров. Препарат мумиё и его эффективность при лечении переломов костей. Сб.: Вопросы травматологии и ортопедии. УЗНИИТО, т. II, Ташкент, 1967.



Мумиё-саладжи.



«Белое масло».



Зогг. Стрелкой показан участок подстилающей породы, освобожденный от натёка.

мумиё довольно много, но экспериментально это утверждение никак не доказано.

На кафедре фармакогнозии Ленинградского химико-фармацевтического института была составлена коллекция собранных и применяемых в разных районах страны образцов мумиё. Как и предполагалось, все они оказались очень несходными по составу. Это несходство в известной степени объясняет, во-первых, споры относительно природы мумиё, а во-вторых, те различия (например, по антимикробному действию мумиё)¹, которые неоднократно замечали в характере его активности.

Следует сказать, что ученые средневековья, начиная с Авиценны (X—XI вв. н. э.), из работ которых и было вынесено убеждение о существовании целебного бальзама, сами различали (об этом можно судить по описаниям), по крайней мере, три сорта мумиё. Установить сегодня, в чем сходство и в чем отличия мумиё современных медиков и мумиё врачей средневековья, задача весьма трудная. Это, впрочем, и не столь необходимо, коль скоро физиологическая активность¹ некоторых современных находок экспериментально почти доказана. Важнее разобраться в современных объектах изучения.

Все известные под термином мумиё природные продукты относительно нетрудно распределить на группы, весьма различные по своим морфологическим и физико-химическим свойствам (см. табл.). Очевидно, разные группы имеют различную химическую природу и свое особое происхождение, что частично может быть показано уже известными фактами.

Априори можно допустить наличие у различных групп разных физиологических свойств, хотя, конечно, не исключена возможность частичного совпадения спектров действия. Наибольшее количество уже опубликованных сведений касается группы продуктов, к которой принадлежали образцы, первоначально исследованные А. Ш. Шакировым. Последнее обстоятельство дает очевидное основание сохранить термин мумиё имен-

¹ Материалы I межреспубликанского симпозиума по экспериментальному изучению мумиё. Душанбе, 1965.

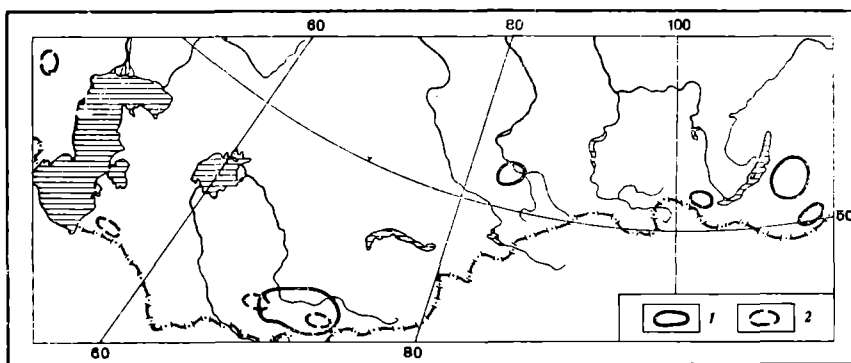


Схема распространения мумиё и зоога на территории СССР. 1 — мумиё; 2 — зоога.

но за этой группой. Сюда относится ряд «сортов», внешний вид образцов которых несколько варьирует, но тем не менее есть много оснований полагать единство их природы и химического состава. К этой группе относятся среднеазиатские сорта, так называемые мумиё-дороби и мумиё-саладжи, а также мумиё-брагшун из Забайкалья, памирские и алтайские находки мумиё. Обычно это черные, темно-бурые или буро-коричневые массы, находящиеся в трещинах гранитных останцев, небольших пещерах или расщелинах невысоких известняковых гор. Массы эти неоднородны. Большую их часть занимают разнообразного размера и формы гранулы, скрепленные веществом черным или краско-коричневым, твердым или смолоподобным, однородного вида. Вся масса в целом обычно довольно плотная, особенно в своей толще, ко по краям и в местах подтеков склеивающей части более вязкая. Запах мумиё специфичный, довольно резкий, вкус своеобразный, горький или горьковатый. Мумиё такого рода растворяется на 40—60% в воде, причем в раствор переходит в основном черная масса, скрепляющая гранулы, тогда как содержимое гранул почти не растворяется. В этой нерастворимой части заметно значительное количество растительных остатков, часть из которых может быть определена микроскопически. Состав остатков в целом соответствует флоре близлежащего района. Обычно это смесь элементов злаков и остатков плодов.

По нашему мнению, рассмотренная группа мумиё имеет животное про-

исхождение, т. е. по сути это «мумифицированные» экскременты различных грызунов, обогащенные веществами подстилающей породы и продуктами жизнедеятельности микроорганизмов.

Как известно, некоторые виды грызунов стремятся оставить помет в одном и том же месте. Это свойственно разным видам грызунов: соответственно мумиё несколько варьирует внешне по форме и размеру гранул — остатков помета. Нам неоднократно удавалось находить «полумумифицированные», едва начавшие склеиваться пометные массы, свободно лежащие на породе. Возраст же куска мумиё-брагшуна из Забайкалья, взятого из середины сорокакилограммового скопления, не превышает 800—850 лет¹.

Мы уже отмечали, что мумиё этой группы наиболее исследовано. Еще в 1965 г. К. Т. Порошин с сотрудниками в среднеазиатских видах мумиё обнаружил гиппуровую кислоту. Мы, в свою очередь, доказали наличие гиппуровой кислоты в забайкальских образцах мумиё-брагшуна. Нами были найдены в различных сортах мумиё этой группы белки, стероиды, жирные кислоты, что также является доказательством предположения относительно животного происхождения мумиё первой группы.

Можно считать доказанным, что мумиё первой группы весьма эффективно способствует регенерации при трудно срастающихся переломах и

¹ Возраст определялся радиоуглеродным методом в лаборатории Института археологии АН СССР.

Характеристика природных продуктов, известных под термином «мумий»¹

Название и район распространения	Форма зерен и размеры, мм; цвет	Растворимость в воде, %	Микроскопический состав нерастворимых остатков	Минеральный состав неорганической части мумий, %	Состав органической части мумий	Физиологическая активность
Мумий таджикское Средняя Азия	округлая, 1,5—2,5 черный	48—52	не исследовался	Si, Al, Ca, Na, K, Fe, Mg, P, Ba, Sr, Mn, Ti, Ag — (сл.) ² , Cu, Pb, Zn, Bi, Ni, Co, Sn, Be (сл.)	гипсуровая кислота и девять аминокислот	ускоряет процессы регенерации тканей
Мумий-саладжиди Средняя Азия	веретенообразная, 1,5—2,0 черный	40—45	элементы злаков, плодов шиповника, каменистые клетки, трихомы растений, пыльца	Si — 1; Al — 10; Mg — 10; Ca — 3; Fe — 5; Mn — 0,01; Ni — 0,005; Co — 0,002; Fe — 0,5; V — 0,007; Cr — 0,07; Mo — 0,001; Be — 0,0001; Cu — 0,07; Pd — 0,08; Zn — 0,02; Ga — 0,001; Ba — 0,03; Na — (мл.); P — 0,3	—	не определялась
Мумий-дороби Средняя Азия	округлая, 1,5—2,5 красно-коричневый	40—50	элементы злаков, плодов шиповника, трихомы растений, железки губоцветных	Si — 1; Al — 3; Mg — 10; Ca — 3; Fe (сл.); Mn — 0,001; Si — 0,01; V — 0,001; Cu — 0,001; Ba — 0,005; Na (сл.)	—	не определялась
Мумий-брагшун Забайкалье	овальная, 2,0—2,5 черный	45—52	элементы злаков, плодов шиповника, каменистые клетки, трихомы и пыльца растений, остатки насекомых	Si — 0,3; Al — 3,0; Mg — 3; Ca — 0,1; Fe (сл.); Mn — 0,015; Ni (сл.); Ti — 0,005; V (сл.); Mo (сл.); Cu — 0,0015; Pb — 0,0007; Na (мл.); P — 0,5	гипсуровая кислота, мочевина, белки, стероидные соединения	ускоряет процессы регенерации тканей
Мумий-асиль Средняя Азия	— черный	100	—	Si — 1; Al — 1; Ca — 1; Na — 1; K — 1; Fe — 0,1; Mg — 1; P — 0,1; Ba — 0,01; Mn — 0,01; V — 0,001; Ti 0,1; Ag 0,001; P — 0,001; Zn 0,1; Cr — (сл.); Mo — 0,001	белковые соединения	ускоряет процессы регенерации тканей
Памирское мумий Памир	округлая, 2,0—2,5 черный	50—56	злаки, элементы шиповника, трихомы <i>Althaea nudiflora</i>	Si — 10; Al — 10; Mg — 10; Ca — 3; Fe — (мл.); Mn — 0,02; Ni — 0,0005; Ti — 0,1; V — 0,002; Cr — 0,001; Be — 0,0003; Cu — 0,001; Pb — 0,0005; Zn — 0,02; Ba — 0,01; Na — (мл.); P — 0,3	не исследовался	не определялась
Алтайское мумий Алтай	веретенообразная, 0,5—1,0 черный	40—48	не исследовался	не исследовался	не исследовался	не определялась
Зогх Кавказ, Средняя Азия	однородная масса черный	70—98	механические загрязнения	Si — 10; Al — 10; Mg 10; Ca — 1; Fe — мл.; Mn — 0,03; Ni 0,001; Fe — 0,03; V — 0,001; Cr — 0,001; Cu — 0,0005; Pb — 0,0015; Zn — 0,01; Ba — 0,01; Na — (мл.); P — 0,3	следы азотистых соединений	не определялась
«Белое масло» Сибирь, Кавказ, Забайкалье	однородная масса светло-серый	70—80	механические загрязнения	Si — 10; Al — 10; Mg — 10; Fe — мл.; Mn — 0,5; Ni 0,03; Ti — 0,03; V — 0,0015; Cr — 0,005; Mo — 0,0015; Be — 0,0015; Cu — 0,02; Zn — 0,04; Ba — 0,001; P — 0,3	не исследовался	не определялась

¹ По К. Т. Порошину, С. Б. Давидянцу, Л. Н. Кириченко, 1964; А. К. Шакирову, 1966; К. Ф. Блиновой, Н. В. Сыровежко, Я. Д. Шохману, 1971.² Сокращения, принятые в таблице: сл. — следы; мл. — мало; мн. — много.

Таблица (продолжение)

Название и район распространения	Форма зерен и размеры, мм; цвет	Растворимость в воде, %	Микроскопический состав нерастворимых остатков	Минеральный состав неорганической части мумий, %	Состав органической части мумий	Физиологическая активность
Антарктическое мумий Антарктида	однородная масса буро-коричневый	нерастворимо	—	Si — 10; Al — 10; Mg — 10; Ca — 10; Fe — 1; Mn — 0,07; Ni — 0,006; Co — 0,002; Ti — 2; V — 0,03; Mo — 0,0006; Be — 0,0002; Cu — 0,05; Pb — 0,005; Zn — 0,15; Cd — 0,01; Sn — 0,0002; Ga — 0,008; La — 0,15; Ba — 0,007; Li — 0,01	не исследовался	не определялась

вало гранулирующих ранах. Есть сведения и о применении мумий этой группы при лечении лучевой болезни у животных¹.

Сведения по трем другим группам, которые фигурируют в печати также под термином «мумий», весьма скудны. Однако даже те данные, которыми мы располагаем, требуют их отделения от мумий.

Прежде всего, не следует смешивать с мумий группу так называемых «масел». Эти «масла» (в Сибири местными жителями называемые «белое масло», «каменное масло», «горное масло») представляют собой белые или серовато-бурые хрупкие, бесформенные, пористые массы, без запаха с вязущим вкусом; они почти нацело состоят из водорастворимых солей алюминия и железа. Жители Восточной Сибири широко применяют эти «масла» для лечения желудочно-кишечных заболеваний, что вообще объяснимо их химическим составом, но никаких экспериментальных данных на этот счет не существует.

Относительно недавно появились сообщения о находках «мумий» в Антарктиде². Внешне это плотные пластичные буро-коричневые массы, у которых полностью отсутствуют характерный запах и вкус мумий. Естественно, что в антарктическом продук-

те мы не нашли столь характерных для мумий растительных остатков. Антарктический продукт нерастворим в воде, частично растворим в некоторых органических растворителях (эфире, хлороформе, бензоле) и хорошо растворим в щелочах.

Наибольшие, однако, недоразумения вызывают кавказские образцы (местные названия — «мумий-слезки», «мумий-фиатдони», «кабардино-балкарское мумий»). Сообщения об этих находках появились на страницах газет вскоре после сообщений о находках мумий в Средней Азии. Поскольку в нашей коллекции есть образцы «кавказского мумий», мы имели возможность сравнить их с группой природных продуктов, относимых нами к собственно мумий. Несходство между ними очевидно. «Кавказское мумий» — это обычно плотные, черные, блестящие с поверхности, реже тускловатые пленки не более 1—3 мм толщины, плотно прилегающие к подстилающей природе. Реже встречаются более массивные скопления в виде твердых каплеобразных и «слезообразных» натеков 2—2,5 см в диаметре, твердых и однородных на изломе. Образцы эти не имеют запаха, почти безвкусны, различной водорастворимости (от 50 до 98%) и не содержат растительных остатков в нерастворимой части. При нагревании весь продукт размягчается и загорается не плавясь.

Помимо Кавказа описанный продукт встречается довольно часто и в Средней Азии, но здесь его почти не собирают, и он известен под таджик-

ским названием «зогх», которое мы предлагаем сохранить за этой группой продуктов. Иногда зогх встречается в тех же районах, что и мумий, но их локализации существенно различаются. Мумий накапливается в узких трещинах, небольших пещерах и углублениях останцов.

Зогх, напротив, образует пленки на потолках обширных пещер или уступах скал, защищенных от прямого действия осадков. Площадь таких пленок варьирует от 1—2 м² до сотен квадратных метров (пещера Соленкур близ Хайдаркана в Южной Киргизии).

Сведения о химическом составе зогха фрагментарны. По нашим данным, в зогхе содержится 17 элементов (см. табл.), а также незначительное количество органических веществ, природа которых пока неясна. Утверждения о близости природы так называемого антарктического мумий и кавказских образцов продукта неосновательны.

Таким образом, не существует единого вещества мумий, а есть несколько различных групп природных продуктов. Допустимо думать, что спектр действия всех групп в чем-то может совпадать, но, очевидно, основная направленность физиологической активности различна. Комплексные исследования всех найденных разновидностей мумий — дело будущего, однако уже сегодня нет никаких оснований относить мумий к числу панацей.

¹ Т. М. Тухтаев. Эффективность препарата мумий при острой лучевой болезни. «Доклады АН Тадж.ССР», 1968, № 7.

² Г. В. Коновалов и Т. А. Михайлова. Находки мумий в Антарктиде. «Природа», 1965, № 12.

Пеликаны на озере Маныч-Гудило

Б. А. Казаков, И. М. Языкова
Ростовский государственный университет

В долине Западного Маныча существует цепь озер-водохранилищ, самым крупным из которых является Пролетарское. Наиболее широкая центральная часть этого водоема — озеро Маныч-Гудило — удалена на значительное расстояние даже от мелких населенных пунктов и является замечательным оазисом для пернатых, многие из которых стали в нашей стране большой редкостью. К числу таких редких птиц относятся и пеликаны.

После обводнения Пролетарского водохранилища оз. Маныч-Гудило стало быстро заселяться различными

водными и околоводными птицами. Успешному гнездованию их здесь способствовало наличие на озере многочисленных островов, совершенно недоступных для скота и четвероногих хищников в период гнездования птиц. В числе других водных птиц загнездились на этих островах и пеликаны. Впервые эти птицы появились на оз. Маныч-Гудило в 1953 г.¹ С тех пор острова Маныч-Гудило стали постоянным местом гнездования этих

¹ В. В. Огарев. Изменения в орнитофауне Маныча после его обводнения. В сб.: Материалы изучения Ставропольского края, 1954.

редких птиц. По-видимому, источником заселения оз. Маныч-Гудило стали лежавшие в степях Калмыкии Состинские озера, где и сейчас селятся пеликаны. Возможно, что эти птицы переселились сюда из дельты Волги, где условия существования для них в последние годы резко ухудшились. Тогда же А. Г. Шехов находил на островах оз. Маныч-Гудило птенцов розовых (*Pelecanus onocrotalus* L.) и кудрявых (*P. crispus* Bruch.) пеликанов¹. Численность пеликанов, гнездящихся на островах, далеко не постоянна. В 1968 г. на островах, расположенных вблизи устья р. Чикалда, нами была найдена 31 пара кудрявых пеликанов, а в 1969 г. — только 16 пар. В 1963—1965 гг. несколько пар этих птиц гнездились в западной части Пролетарского водохранилища, на островах оз. Казинка. Розовые пеликаны гнездились только на островах, расположенных вблизи устья р. Чикалда, причем в 1970 г. здесь насчитывалось 43 пары пеликанов.

Первые кудрявые пеликаны прилетают на озеро в начале марта, прилет их продолжается до конца этого месяца. Строительство гнезд и откладывание яиц у этих птиц начинается в конце марта и заканчивается в первых числах апреля. Наблюдается и более позднее их гнездование, что обычно связано с гибелью первых кладок (рис. 1).

Гнезда птицы обычно строят на возвышенных частях островов, недалеко от берега, иногда они селятся и в глубине островов, густо заросших лебедой, а также в тростниковых зарослях. Основным строительным материалом служат грубые и довольно голстые стебли лебеды. Лоток гнезда выстилается тонкими ветками и сухими водорослями. Само гнездо достигает высоты 40—70 см, а диаметр его 40—60 см. Гнезда, построенные в тростнике, имеют значительно большие размеры: высота 90—130 см и диаметр 100—150 см. Такая разница в размерах гнезд, вероятно, объясняется как их положением на островах, так и доступностью строительного материала. Гнездовые постройки часто стоят вплотную друг к другу.



Рис. 1. Гнездовые розовых пеликанов на одном из островов озера Маныч-Гудило.

¹ А. Г. Шехов. Пеликаны и чайки на озере Маныч-Гудило. «Природа», 1956, № 10.

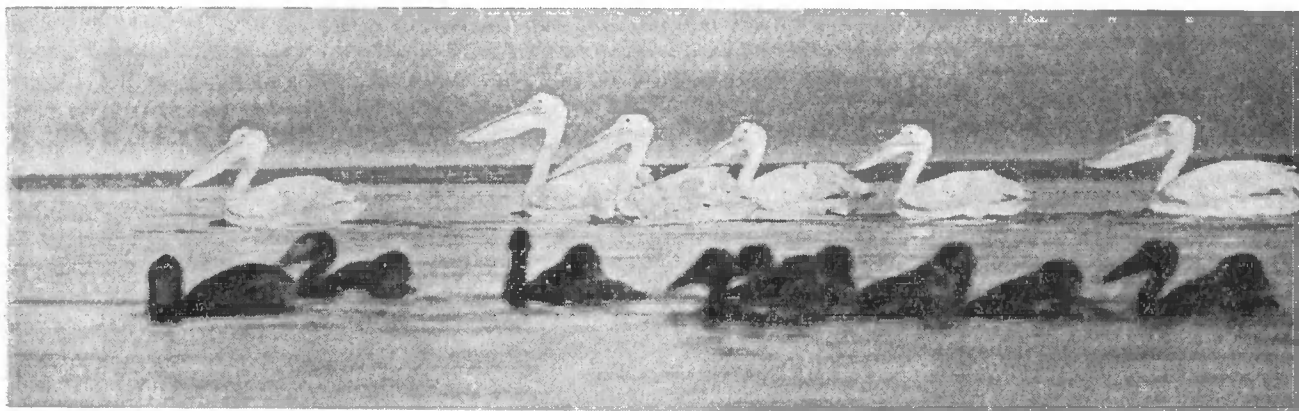


Рис. 2. Взрослые розовые пеликаны и их птенцы на воде.

В кладке кудрявых пеликанов обычно содержится одно—два белых яйца. На 18—20 день после вылупления у птенцов появляются зачатки маховых перьев, а к двухмесячному возрасту они уже почти полностью оперены.

Розовые пеликаны прилетают на озеро только в начале апреля. К постройке гнезд они приступают в начале мая. Строительство гнезд и откладывание яиц продолжаются до 15—20 мая. Гнезда свои розовые пеликаны строят обычно на лишенных растительности участках островов недалеко от воды. Основным строительным материалом служат тонкие ветви различных надводных растений, водоросли, перья. Гнезда этих птиц на оз. Маныч-Гудило по своим размерам сравнительно невелики и достигают в высоту только 3—17 см, а в диаметре 34—44 см. Гнездовые постройки располагаются настолько тесно, что насиживающие птицы сидят бок о бок.

В кладке у розовых пеликанов по 1—2 белых с легким розовым оттенком яйца, реже в гнездах встречаются по 3 и даже 4 яйца. Увеличенное число яиц в кладках наблюдается обычно при очень тесном расположении гнезд в колонии. Это объясняется, вероятно, тем, что в одно гнездо откладывают яйца две самки.

Вылупление птенцов в колонии происходит на протяжении второй и третьей декад июня. Птенцы розовых пеликанов к 8—10 дню жизни покрываются густым черно-бурым пухом. В возрасте трех недель у них

появляются зачатки маховых перьев. В этом возрасте они свободно передвигаются по всей колонии, а при опасности убегают в воду, где превосходно плавают (рис. 2). На крыло молодые птицы поднимаются во второй—третьей декадах августа.

Розовые и кудрявые пеликаны, гнездящиеся на оз. Маныч-Гудило, образуют как изолированные, так и смешанные колонии. В случаях образования смешанных колоний гнезда кудрявых пеликанов располагаются в центре колонии, а гнезда розовых — по ее периферии. Такое расположение гнезд объясняется, видимо, тем, что кудрявые пеликаны начинают гнездиться значительно раньше розовых.

Вместе с пеликанами на островах озера селятся крупные чайки, колпицы, цапли, утки. Их гнезда обычно находятся на определенном расстоянии от гнезд пеликанов. Так, гнезда чернголовых хохотунов и серебристых чаек располагаются на расстоянии 1—2 м от гнезд пеликанов, а гнезда колпик и серых цапель — 4—10 м.

Отлет обоих видов пеликанов из района Западного Маныча происходит в октябре.

Общеизвестно, что пеликаны — рыбоядные птицы. В пробах пищи пеликанов, гнездящихся на оз. Маныч-Гудило, были найдены сазаны, судаки и колюшка. Но ни сазаны, ни судаки в озере теперь не живут, так как соленость воды в нем в последние годы сильно возросла и превышает пороговую для этих рыб. Поэтому пеликаны вынуждены летать за пищей в

места, удаленные от их гнездовой на 20—30 км и более, где еще сохранились промысловые виды рыб. В оз. Маныч-Гудило, ранее весьма богатом рыбой, теперь живут только игла, бычки и колюшка. Последняя и составляет половину кормового рациона кудрявых пеликанов. Несмотря на то что пеликаны питаются в значительной мере промысловой рыбой, они не приносят сколько-нибудь ощутимого вреда рыбному хозяйству Пролетарского водохранилища, так как численность их здесь сравнительно невелика.

Колонии розовых и кудрявых пеликанов оз. Маныч-Гудило являются уникальными для юга Европейской части нашей страны. В сравнительно недавнем прошлом эти замечательные птицы гнездились в устьях рек и на лиманах Черного, Азовского, Каспийского и Аральского морей, на озерах, затерянных в степях Предкавказья, Казахстана и Средней Азии. В настоящее же время пеликаны сохранились лишь на отдельных водоемах, тогда как на большинстве из них эти птицы исчезли навсегда. Поэтому колонии пеликанов на оз. Маныч-Гудило заслуживают всемерной охраны и покровительства со стороны человека. В настоящее время основная масса этих птиц гнездится на территории Калмыцкого государственного заповедника, созданного на Чикалдинских островах оз. Маныч-Гудило, и вследствие этого надежно охраняется.

Заход солнца в зоне миража

И. А. Гальперин
Куйган, Алма-Атинской обл.

В Южном Прибалхашье на реке Или, в четырех километрах от оз. Балхаш, вечером 29 сентября 1969 г. мною был сфотографирован заход солнца при мираже. Метеоролог по специальности, я веду систематические наблюдения над миражами уже более 20 лет. Описываемое явление случается очень редко, так как мира-

жи на суше, как правило, начинаются после восхода солнца, а миражи над Балхашом появляются во второй половине дня и заканчиваются до захода солнца.

Центр фотоснимков приблизительно соответствует азимуту 269° , в котором в этот день заходило солнце. Обычно при нормальной атмосфере

ной рефракции в этом направлении водного зеркала озера из пункта наблюдений не видно за зарослями тростника; над ними едва возвышаются очертания ближнего острова, а при хорошей видимости невысоко над горизонтом различается и западный гористый берег Балхаша, расположенный отсюда в 30 км.

В описываемый день рефракция была повышенной. Около 15 час. 20 мин. (время местное) над озером появились миражи, разнообразные и быстроменяющиеся. В 16 час. 48 мин. был сделан снимок очертаний дальнего берега. Над ним повисло миражное изображение, низ которого зеркально повторял очертания берега (рис. 1, а). Спустя четыре минуты был сделан второй снимок (рис. 1, б). Их сравнение свидетельствует о быстрой изменении формы миража. На втором снимке уже трудно угадать, где берег и где мираж. Незадолго перед заходом солнца, в 17 час. 32 мин., мираж значительно ослабел (рис. 1, в).

Шесть последовательных снимков солнечного заката даны на рис. 2. При движении к горизонту диск солнца еще не имел заметных искажений, но на его фоне было видно неожиданно появившееся слоистое облако. По выходе нижнего края диска из-за облака движение его как бы затормозилось, хотя верхний край продолжал опускаться. Создалось впечатление, что нижний край диска заходит за темный экран. В действительности же диск вступил в зону миража, что подтверждает темная горизонтальная полоска на середине снимка (рис. 2, а), которая представляет собой остаток полосы, сфотографированной ранее (см. рис. 1, а и 1, в). Затем под полоской появилось красноватое свечение, на фоне которого в последующие секунды вспыхнуло светлое пятно миражного изображения солнца, а горизонтальная полоска миражного берега исчезла. Сверху вытянулась вниз светлая полоса и своим узким концом соединилась с пятном. Далее солнечный мираж принял вид, зафиксированный на рис. 2, б.

Через короткое время миражное изображение солнца еще более расширилось (рис. 2, в), затем дошло до

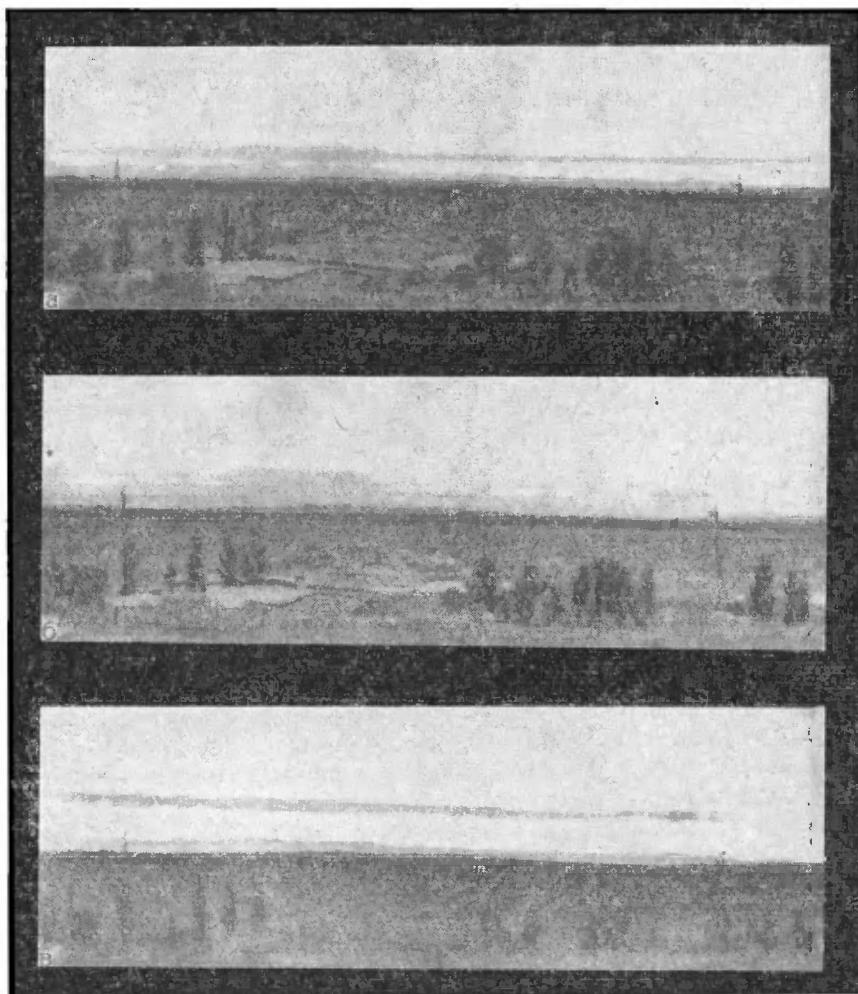


Рис. 1. Фотографии миражей: а — в 1 час. 48 мин., б — в 16 час. 52 мин., в — в 17 час. 32 мин.

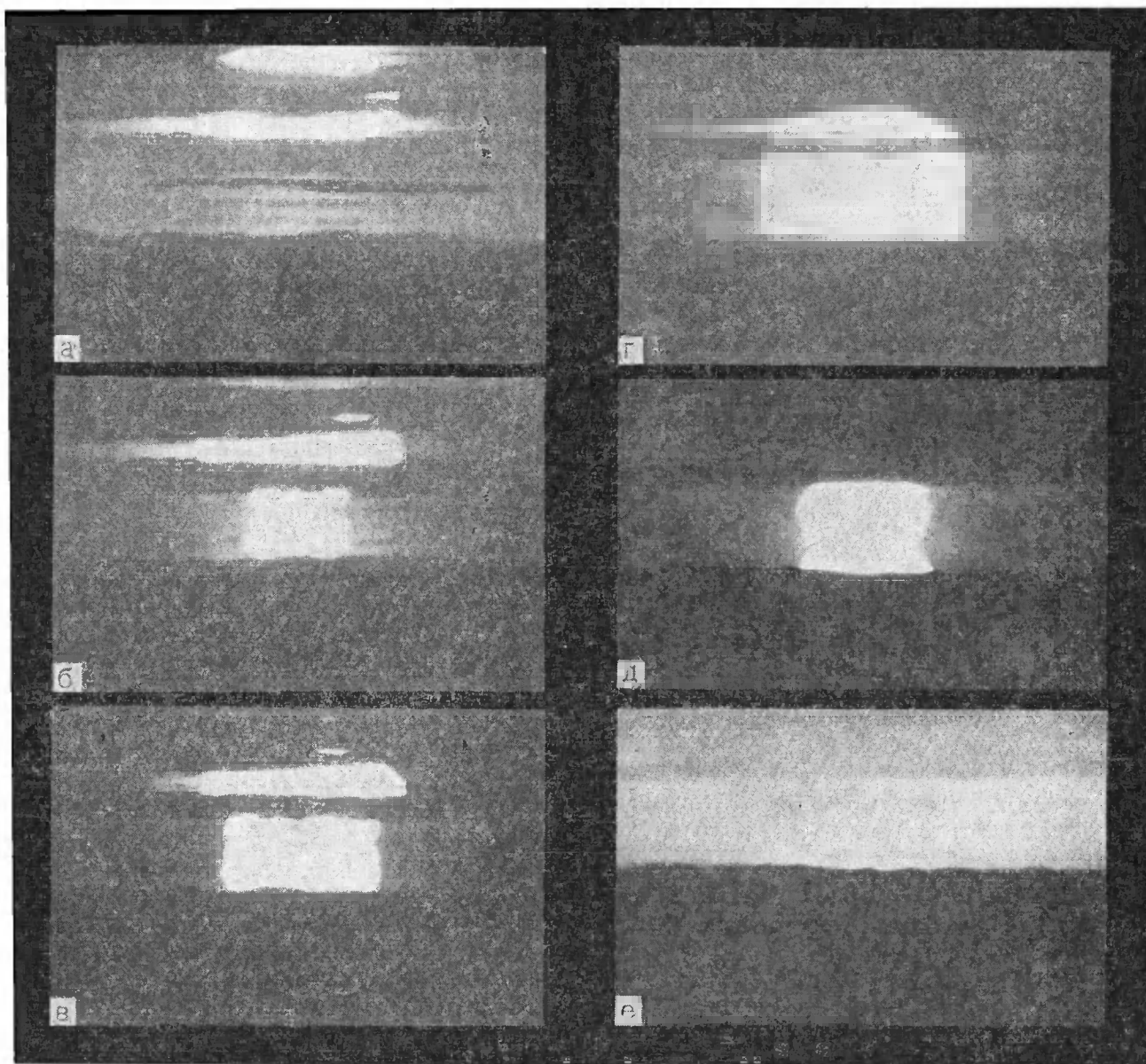


Рис. 2. Шесть последовательных фотографий заходящего солнца (а, б, в, г, д, е).

размера диаметра диска и приняло вид прямоугольника. В это время верхний край диска полностью вышел из-за облака, оставаясь сегментом без существенных искажений (рис. 2, г). Далее на прямоугольнике наметился с боков как бы перехват, и прямоугольник стал сужаться. Сегмент продолжал опускаться и скоро исчез, не меняя кривизны дуги. С этого момента смена изображений происходила в обратном поряд-

ке: прямоугольник сузился (рис. 2, д), и изображение стало подобным приведенному на рис. 2, б, но в перевернутом виде. Эти два изображения можно рассматривать как сочетание прямого и зеркального изображений сегмента диска. Постепенно изображение солнца приняло фигуру песочных часов, середина которых вскоре оборвалась, и половинки исчезли — сначала верхняя, а затем и нижняя.

Описанную смену картин миража можно объяснить игрой двух изображений солнечного диска — прямого и зеркального. В процессе захода солнца прямое изображение его диска опускается, а зеркальное поднимается. Стадия песочных часов соответствует последнему моменту соприкосновения более высокого зеркального изображения с нижним прямым изображением солнечного диска.

В самом конце заката на месте исчезнувшей нижней половинки диска появилось зеленоватое свечение — зеленый луч.

Повышенная рефракция в атмосфере и верхние миражи над водной поверхностью образуются от гори-

зонтального переноса воздуха, сильно нагретого днем над сушей, на холодную поверхность воды. В данном случае воздух прогрелся от $1,5^\circ$ мороза утром до $18,8^\circ$ тепла днем. В 14 час. температура воздуха была $17,0^\circ$, а в 17 час. $15,6^\circ$. В это время

температура поверхностного слоя воды была около 10° . По-видимому, в первых десятках метров над озером развилась сильная температурная инверсия (повышение температуры с высотой).

УДК 551.593.1

О наблюдении метеоролога И. А. Гальперина

Профессор А. Д. Заморский
Ленинград

Закат солнца всегда привлекал внимание любителей природы неповторимой игрой цвета и формы. Переход белого дневного света в красные тона заката, искажения формы солнечного диска, проточный зеленый луч — все это ставит перед наблюдателем множество вопросов.

Примеры миража и его объяснения приводятся в различных книгах по оптике атмосферы¹. Отдельные случаи миража, включая искажения формы заходящего солнца, неоднократно фотографировались и публиковались затем в различных журналах. Однако эти материалы еще не перекочевали в широкую научно-популярную литературу, где до сих пор приводятся репродукции вековой давности с далеко не точных зарисовок миража.

Фотографии, сделанные И. А. Гальпериным, позволяют проанализировать конкретный случай миража.

Они показывают, что это верхний мираж, при котором миражное изображение находится выше самого предмета. В нормальных условиях атмосферная рефракция света вызывает искривление луча с тем же знаком, что и кривизна поверхности Земли. В результате этого линия горизонта несколько расширяется, а небесные светила приподнимаются. Более быстрое падение плотности воздуха с высотой (что бывает при замедленном понижении температуры воздуха или даже при ее возрастании

с высотой) приводит к большему искривлению луча. В приземных инверсиях обычно наблюдаются поверхности разрыва плотности воздуха, когда температура воздуха увеличивается с высотой скачком: теплый воздух течет по поверхности нижележащего холодного воздуха. В этом случае может наблюдаться эффект полного внутреннего отражения света. Объяснение верхнего миража было дано С. Винче еще в 1799 г., а затем многократно уточнялось, в частности А. Вегенером в 1912 и 1936 гг.

Рассмотрим геометрию хода лучей для одного случая строения приземного слоя атмосферы (см. схему). Возьмем лишь одну поверхность разрыва. Нижний слой более холодного воздуха имеет слабую температурную инверсию, а верхний слой более теплого воздуха имеет более резко выраженную инверсию. Следовательно, земная рефракция (на небольших расстояниях, при наблюдении земных предметов) будет усиленной в нижнем слое и еще более сильной — в верхнем.

Возьмем три направления лучей зрения — А, Б и В. Лучи зрения А проходят в нижнем слое воздуха, искривляются рефракцией, и отдаленный предмет П виден наблюдателю О приподнятым вместе с горизонтом — изображение I. Повышение угла зрения приводит луч света к встрече с поверхностью разрыва плотности воздуха (Р). Происходит отражение луча зрения вниз (направление Б), и появляется зеркальное

изображение II над изображением I. Между изображениями I и II будет видно небо. Еще выше наблюдатель увидит прямое изображение III. Более точное исследование показывает, что при определенных условиях верхний мираж состоит из множества изображений, расположенных друг над другом.

На схеме земная поверхность и поверхность раздела Р показаны плоскими. Между тем на расстояниях порядка нескольких десятков километров кривизна Земли уже имеет значение для образования миража.

В реальной атмосфере бывают значительные изменения приведенной схемы верхнего миража. Часто наблюдается несколько поверхностей разрыва плотности воздуха, вследствие чего число изображений увеличивается. По поверхностям разрыва проходят волны, подобные морской зыби, что вызывает колебание всех изображений по вертикали, притом как бы независимо друг от друга. Изображения могут сближаться и расходиться, касаться друг друга. Эта причудливая смена изображений известна под названием фата-морганы. Если просветы между изображениями окажутся равными нулю, то наблюдатель увидит стоящие друг над другом три изображения: прямое, зеркальное и опять прямое. Между изображениями II и III должна быть видна подстилающая поверхность (обычно это бывает море), но при сближении изображений они все могут касаться друг друга и дать как бы одно вытянутое по вертикали изображение, в котором не искажен самый низ и самый верх, а середина состоит из многих сплюснутых изображений, в сумме дающих фигуры башен. (Описания таких башен при первом, притом преждевременном из-за аномальной рефракции появле-

¹ См., например: М. Миннарт. Свет и цвет в природе. М., «Наука», 1969.

нии берега часто встречаются у полярных мореплавателей.)

Верхний мираж солнца несколько отличается от миража наземных предметов. Это отличие количественное: астрономическая рефракция больше земной, и качественное: лучи Солнца пронизывают всю толщу атмосферы, все приземные поверхности разрыва плотности воздуха. Поэтому мираж солнца сильнее и многообразнее, чем мираж наземного предмета. В некоторых случаях, когда поверхность разрыва располагается высоко (на нескольких сотнях метров над подстилающей поверхностью), земной мираж может отсутствовать, а солнце будет давать в это время фантастическую игру миража. Последнее характерно для высоких инверсий в Сибири, хотя обычный верхний мираж, связанный с более низкой инверсией, чаще бывает весенним морским миражем.

Разберем теперь изображения миража, представленные на фотографиях, сделанных И. А. Гальпериним. Метеорологическая обстановка благоприятствовала образованию миражей над Балхашем к вечеру 29 сентября 1969 г. Развилась сильная приподнятая инверсия с поверхностью разрыва уже в первых десятках метров над водой. На первом, еще дневном снимке (рис. 1, а) передний план уходит в даль и ограничивается отчетливой линией первого горизонта. Выше него в дымке виднеются очертания далекого гористого берега, расположенного в 30 км от наблюдателя. Над этим далеким горизонтом висит в небе полоса, нижняя часть которой зеркально повторяет очертания далекого берега. Верхняя часть полосы дает прямое его повторение. Таким образом, здесь имеются все три изображения верхнего миража, причем два верхних соприкоснулись основаниями. На схеме этому миражу соответствуют изображения I, II и III, с той особенностью, что в случае, описанном И. А. Гальпериним, изображения II и III касаются друг друга, образуя сдвоенную полосу миража, т. е. пару изображений: зеркальное — прямое. Подобные пары весьма характерны для верхнего миража. В левой части рассматриваемого снимка первое (нижнее) прямое изо-

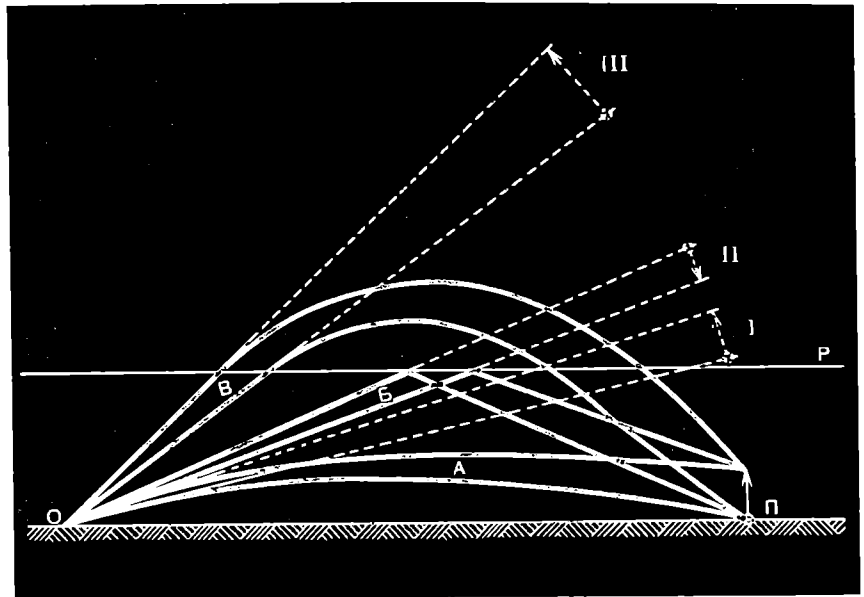


Схема образования верхнего миража при аномально большой рефракции: О — наблюдатель; П — наблюдаемый предмет; А, Б, В — лучи зрения; Р — плоскость разрыва плотности воздуха; I, II, III — миражи. Вертикальный масштаб увеличен; лучи Б и В для упрощения спрямлены.

бражение соприкоснулось со сдвоенной полосой второго (зеркального) и третьего (прямого) изображений. У самого левого края снимка можно различить раздвоение полосы, т. е. здесь имеются две пары сдвоенных изображений, которые в сумме создают башнеобразный мираж.

Второй дневной снимок (рис. 1, б) дает картину множественного миража. В правой части фотографии отчетливо различаются две полосы над изображением далекого берега, которые местами соприкоснулись между собой. В левой части фотографии можно заметить три соприкасающиеся полосы над изображением далекого берега, причем каждая из них парная — состоит из зеркального и прямого (верхнего) изображений. Наконец, на самом краю фотографии слева насчитывается четыре таких сдвоенных полосы, которые вместе дают картину какой-то башни в виде пагоды. Подобные слоистые башни — тоже характерный внешний признак верхнего миража. Общий вид миража на второй фотографии — это ряд причудливо расслоенных башен с горизонтальными выступами. Последний дневной снимок (рис. 1, в) подобен первому.

На первой фотографии заходящего солнца (рис. 2, а) видна та же множественность и горизонтальная слоистость миража, что и на втором дневном снимке (рис. 1, б). Ясно различается темная полоса зеркального изображения далекого берега, расположенная ниже солнца. Под ней видны еще две полосы миража, очень слабого. Возможно, что верхнее прямое изображение (см. схему) скрыто облаками. На рис. 2, б ножка солнечного гриба расслоена тремя полосами зеркального изображения, отчего эта ножка имеет перехваты, разделяющие сдвоенные полосы второго (зеркального) и третьего (прямого) изображений солнца. Третья фотография (рис. 2, в) дает повторение второй. Прямоугольная форма нижней части солнечного изображения вызвана множественным касанием друг друга зеркальных и прямых изображений. Об этом свидетельствует несколько горизонтальных сужений изображения. Чередование изображений особенно наглядно видно на пятом снимке (рис. 2, д). Над горизонтом выступает сегмент светила (изображение I на схеме), который касается перевернутого сегмента (зеркальное изображение II на схе-

ме), отчего в ослепительной фигуре солнца образуется перехват. А еще выше лежит сегмент, хорда которого касается хорды нижележащего зеркально перевернутого сегмента (т. е. изображение III на схеме). Сложение этих двух верхних сегментов образует характерные заостренные выступы.

Последний снимок (рис. 2, е) показывает широко известный закатный зеленый луч. Не исключено, что за секунду до этого снимка был виден мираж зеленого луча в виде зеле-

ной точки несколько ниже края облака. Ведь этот закат происходил в двух точках: прямой заход солнца за видимый горизонт и миражный закат на некоторой высоте над горизонтом, соответствующей выступам сегментов зеркального и третьего (прямого) изображений. Именно миражем зеленого луча можно объяснить старые зарисовки, где он изображался в виде ярких точек, расположенных на одной вертикали, или в виде составной вертикальной полосы. В послед-

ние десятилетия делались телескопические киносъемки заката светил (например, планеты Венера), которые позволили выяснить подробности дисперсионного луча.

Фотографии миража, присланные И. А. Гальпериным, показывают, что метод фотографической регистрации оптических явлений в атмосфере дает точную и большую информацию.

УДК 551.593.1

Была ли у Коперника обсерватория?

И. Классен
Обсерватория Пульсниц, ГДР

По имеющимся данным, великий польский астроном Николай Коперник (1473 — 1543) вел свои наблюдения в Болонье (1497 г.), Риме (1500 г.), Ольштыне (1518—1520 гг.) и прежде всего в Фромборке, где он жил с небольшими перерывами с 1512 по

1543 гг. Этот же город назван местом почти всех 27 наблюдений, упоминающихся в его главном труде¹.

Вопрос о том, была ли у Коперника

специальная обсерватория, до сих пор остается спорным. Точно установлено, что Коперник работал при помощи квадранта, трикетрума и армиллярной сферы. В его распоряжении были также часы. Все исследователи стремились установить, где могли быть размещены эти инструменты и в каких условиях Коперник мог производить измерения. Согласно Э. Циннеру¹, эти инструменты, на которых производились важные изме-

¹ N. Copernici. De revolutionibus orbium coelestium libri VI. 1543.

¹ Э. Циннер. Возникновение и распространение учения Коперника. Эрланген, 1943, стр. 414—418.

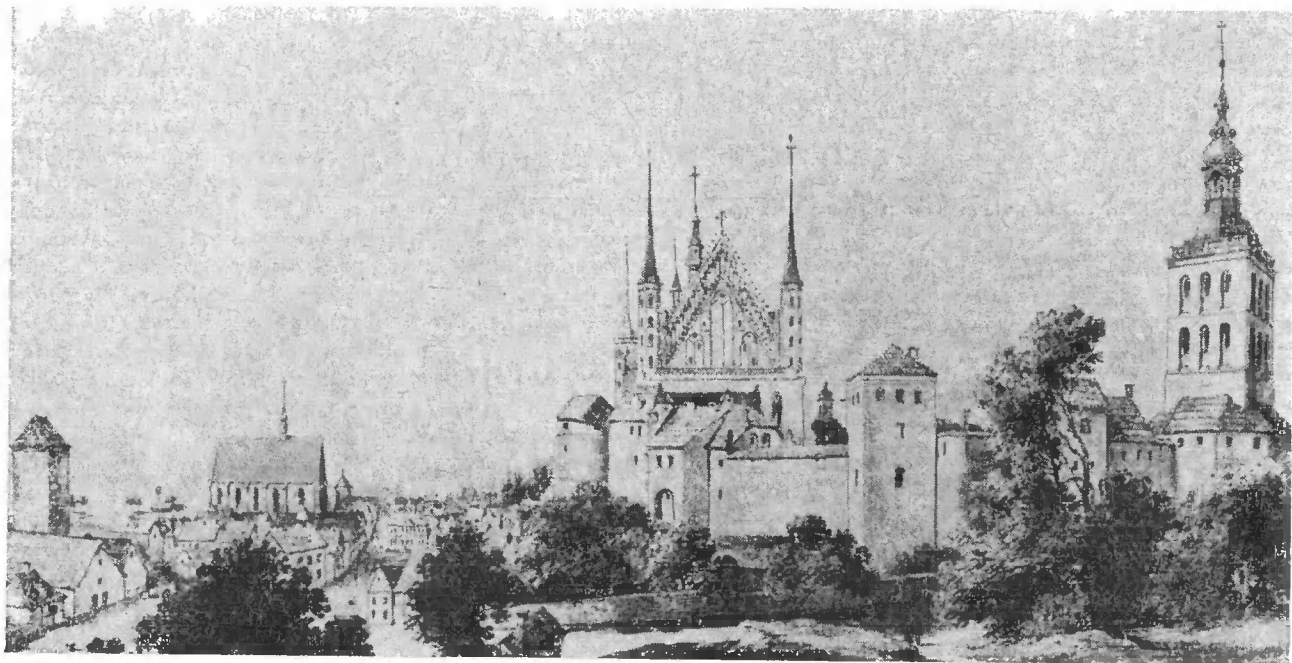


Рис. 1. Вид на Фромборк с запада (1840 г.). В центре — собор, справа от него — башня Коперника. (С рисунка Ф. Кваста.)

рения, имели следующие размеры: сторона четырехугольной поверхности квадрата равнялась 1,7 м, длина направляющей рейки трикветрума по вертикали составляла приблизительно 1,9 м. Сам же трикветрум был укреплен на столбе высотой не менее 2,5 м. Диаметр эклиптического кольца армиллярной сферы достигал 57 см, а меридианного круга — около 70 см.

Коперник, как и каждый каноник, занимал дом с хозяйственными постройками и садом, расположенными вне стен кафедральной крепости. Здесь, в своем основном жилище, он работал все время, свободное от служебных обязанностей; здесь же, по мнению Брахфогеля¹, он и умер. Кроме того, в крепости Коперник, так же как и большинство других каноников, имел башню, которая должна была служить убежищем в военное время. Эта башня, именуемая с 1610 г. башней Коперника, находится в северо-западном углу крепости; ее площадь 8×9 м², высота — 16,5 м. С 1912 г. эта башня превращена в музей и мемориал.

Есть предание, что обсерватория великого астронома находилась в одной из верхних комнат башни, на высоте 12 м. Существовавший в то время балкон мог служить площадкой для установки инструментов. Все стезы биографы Коперника (почти до 1943 г.), такие как Л. Прове², Э. Брахфогель, Р. Раумзауер³, В. Пойкерт⁴, придерживаются этой версии. Только Э. Циннер рассматривает эти сведения как «недостовверные». Исходя из размеров окон коперниковой башни, имевших ширину всего 70 см, и незначительных ширины (1 м) и высоты прилегающего к ней оборонительного перехода, который должен был служить для прохода на балкон или другую возможную пристройку, Циннер считает эту версию неправдоподобной и делает заключение: «Обсерватории, т. е. специальной постройки для наблюдений, Коперник не имел».

¹ Э. Брахфогель. Обсерватория Коперника в Фромборке. 1941.

² Л. Прове. Николай Коперник. Берлин, 1883.

³ Р. Раумзауер. Николай Коперник. Берлин. 1943.

⁴ В. Пойкерт. Николай Коперник. Лейпциг, 1943.

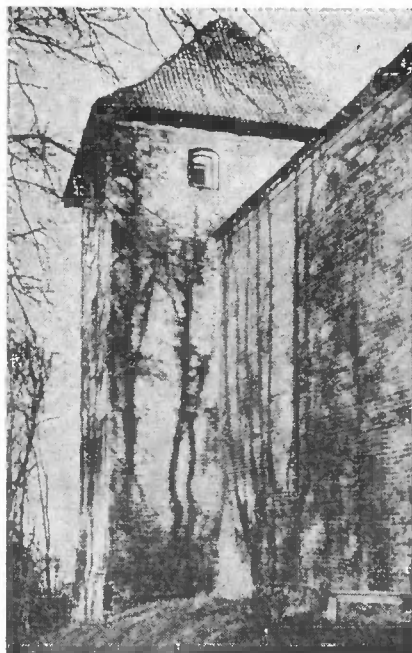


Рис. 2. Башня Коперника во Фромборке. (Из книги: А. Виркенмайер. Николай Коперник. Изд-во «Искусство», Варшава, 1953, л. 27.)

К возражениям Э. Циннера можно прибавить еще следующее. Чтобы попасть из своего дома в башню, Копернику пришлось бы проделывать длинный путь с подъемом на высоту 12 м. А ведь каждый астроном-наблюдатель (практик) стремится к тому, чтобы его обсерватория была по возможности удобно и близко расположена.

Вероятно, поэтому Коперник устроил обсерваторию у своего жилища, расположенного вне крепости. Здесь он имел сад и здесь, вне монастырских владений, он вполне мог себе позволить заняться строительством, во всяком случае, это было проще, чем в башне Коперника, служившей для целей обороны.

Э. Брахфогель даже не ставит вопроса о том, могло ли жилище Коперника и окружающие его владения служить местом для его обсерватории, так как потомки связали с именем великого астронома исключительно башню Коперника; его жилище, напротив, «преданием совершенно обойдено». Однако Э. Брахфогель упоминает об одном старом преда-

нии, касавшемся обсерватории Коперника во Фромборке. Это предание рассказывает об «обсерватории с помостом, насыпью (валом), с местом для наблюдения (следовательно, постройке наружной) и о башне, без упоминания балкона или оборонительного прохода». Эти слова, скорее, можно отнести к жилищу Коперника вне крепости, чем к тесным помещениям самой крепости.

Прежде всего, существует давнее сообщение Тихо Браге об обсерватории Коперника¹. В 1584 г. Тихо Браге послал в Фромборк своего ученика Элиаса Ольсена Цимбера, чтобы заново определить астрономическую широту этого места. Последний сообщил, что эти наблюдения были проведены в доме Эггерта Кемпена в Фромборке и, в частности, вблизи западной стороны башенки, где, по свидетельству жителей, производил свои наблюдения Коперник. Относительно большая башня Коперника не могла подразумеваться под словом «башенка», тем более, что к западу от башни находится глубокий овраг.

Все соображения и сообщения насчет обсерватории вне башни Коперника подтверждаются также исследованиями, проводящимися с 1945 г. в Польше. Так, например, Я. Пагачевский² из Кракова утверждает, что Коперник вел свои наблюдения из двух мест: из так называемого октагона и, главным образом, вблизи дома Э. Кемпена. Однако почему два места наблюдения?

Если отбросить все ранее высказанные версии, то мы приходим к заключению, что Коперник вел наблюдения из своего дома. Это был или тот дом, который впоследствии принадлежал Э. Кемпену, или соседний с ним. Лишь в военное время дом Коперника не мог служить местом для наблюдений. Однако в такие периоды, как, например, во время войны с крестоносцами в 1520 г., Копернику, очевидно, было не до наблюдений.

Местонахождение дома Коперника долгое время оставалось неизвестным. На это и указывает Э. Брахфо-

¹ T. Brahe. Dani opera omnia. Копенгаген, 1913—1929, т. X, стр. 345.

² Я. Пагачевский. Обсерватория Николая Коперника в Вармии. Ольштын, 1967.

гель, говоря, что «предание обошло» жилище Коперника. О том же говорил в 1943 г. Э. Циннер. Сейчас это утверждение уже устарело, так как за прошедшее время местонахождение дома Коперника установлено. Есть сведения, что предприняты поиски места, где находится фундамент, на котором были установлены инстру-

менты Коперника. Может быть, в 1973 г. (к 500-летию юбилею) это место будет найдено. Одно, во всяком случае, твердо установлено: Коперник вел свои наблюдения не из башни Коперника в крепости; возможно, Коперник вообще мало бывал в этой, с нашей точки зрения, романтической, однако крайне неудобной

башне. Скорее всего, его наблюдательные пункты находились в его личных владениях. Здесь состоятельный каноник мог себе позволить построить для своих больших астрономических инструментов постоянную обсерваторию.

Перевод с немецкого
З. Л. Понизовского.

Комментарии к статье И. Классена

Профессор Е. Рыбка
Краков, ПНР

Проблема, откуда Коперник вел свои наблюдения во Фромборке, еще окончательно не решена. Больше всего сделал для решения этого вопроса польский астроном и историк астрономии Януш Пагачевский из Кракова, который в труде «Обсерватория Николая Коперника в Вармии», изданном в Ольштыне в 1967 г., привел убедительные аргументы в пользу утверждения, что Коперник не мог наблюдать с так называемой башни Коперника. Пагачевский полагает, что наблюдения велись Коперником во Фромборке с двух мест: преимущественно со двора его «курии», вне крепостных стен кафедрального собора во Фромборке и, возможно, с низкой восьмигранной башни, так назы-

ваемого октагона, где, несмотря на расположенную там деревянную колокольню, имелось достаточно места для размещения инструментов. Кроме того, дом, где жил Коперник, или его «курия», находился совсем рядом с октагоном. После смерти Коперника «курией» владел каноник Леонард Нидергофф, а после него, с 1551 г. — упомянутый в статье каноник Эгерт Кемпен. Во дворе этой «курии» проводил в 1584 г. наблюдения датский астроном Э. Цимбер.

Коперник упоминает во 2-й книге «De revolutionibus», что ставил солнечный квадрант на горизонтальную плиту, так называемый «*ravimentum*» (пол), вероятно, сложенный из кирпичей. Поиски этого «*ravimentum*» про-

водились В. Стопинским в 1966—1967 гг. методом промеров электрического сопротивления грунта, а также с помощью ручного бура. Были найдены обломки черепицы и стена из готического кирпича, но «*ravimentum*» Коперника с достоверностью обнаружить не удалось.

Вопросом, где во Фромборке жил и вел свои наблюдения Коперник, занимался также историк из Ольштыны Е. Сикорский, который опубликовал в 1969 г. труд «Башня, дом и Фромборкская обсерватория Николая Коперника и его фольварки». Надо надеяться, что в ближайшие годы будет найден ответ на вопрос, сохранились ли какие-либо остатки плиты, на которой Коперник устанавливал свои инструменты. Однако можно, по-видимому, считать вполне установленным, что так называемая башня Коперника не служила ему обсерваторией.

УДК 92: Коперник

Поведение птиц и самолеты

В. Э. Якоби
Кандидат биологических наук
Институт эволюционной морфологии и экологии животных им.
А. Н. Северцова АН СССР

Во время утреннего осмотра взлетно-посадочной полосы одного из московских аэродромов 6 сентября 1971 г. на бетоне была найдена сбитая самолетом чайка-клуша (*Larus fuscus*). Для Московской области это чрезвычайно редкий вид птицы. До

этого лишь один экземпляр такой чайки был добыт близ Москвы в августе 1886 г. Птица рассечена самолетным винтом пополам. В Подмосковье клуша — пролетный вид. Обычно птица гнездится на побережье Белого моря, Финского за-

лива, в Прибалтике, на Онежском и Ладожском озерах. Из этих районов через Москву и Московскую область птица могла лететь в Африку — одно из мест зимовок этого вида. Обычно пролет этих птиц идет значительно западнее.

Столь необычный случай подтверждает гипотезу, ранее высказанную автором, что с самолетами сталкиваются птицы, впервые выходящие на близком расстоянии стремительно летящий на них самолет и еще не имеющие опыта избегать столкновений. Столкновения самолетов с птицами можно рассматривать как непреднамеренный отбор. Анализ сезонного

Таблица

Сезонное распределение столкновений птиц с самолетами гражданской авиации СССР

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Всего
Кол-во случаев	29	28	71	82	92	124	181	139	175	121	45	19	1106

распределения случаев столкновений самолетов с птицами (см. табл.) указывает на резкое увеличение числа столкновений в марте, апреле и мае, что соответствует времени появления на аэродромах перелетных птиц, видимо, впервые видящих самолет на близком расстоянии. Начало весеннего возрастания числа столкновений отмечается в марте в южных и западных районах Европейской части СССР (по Азиатской части данные немногочисленны). Затем волна столкновений вместе с перелетом перемещается на север и восток по направлению перелета птиц. В Прибалтике, например, столкновения довольно многочисленны в апреле и мае. Резкое увеличение числа столкновений самолетов с птицами характеризует также и период осеннего перелета птиц в сентябре, октябре и частично ноябре. Осенью число случаев значительно больше, чем весной, как за счет общего увеличения численности птиц после сезона размножения, так и за счет молодых птиц, чаще сталкивающихся с самолетами. Волна столкновений при этом движется в направлении, обратном весеннему: с севера на юг. По мере продвижения птиц к югу во время осеннего перелета за счет приобретения опыта избегания столкновений с самолетами при пролете над многими аэродромами и за счет обучения при виде избегания столкновений с самолетами других птиц количество столкновений к концу миграции падает до минимума.

Наращение количества столкновений самолетов с птицами в июне и июле приурочено, по нашим наблюдениям, к периоду вылета молодых птиц из гнезд. Именно молодые, еще плохо летающие и плохо ориентирующиеся птицы, особенно только что вылетевшие из гнезд — слетки — в первую очередь становятся жертвами

столкновений с самолетами в этот период. И не только с самолетами. Мертвых молодых птиц можно иногда в довольно больших количествах видеть на обочинах шоссе и насыпях железных дорог, где их сбивают автомашины и поезда. Подсчитано, что в Дании в 1964—1965 гг. под колесами автомашин погибло 3 млн преимущественно молодых птиц: домовых воробьев, ласточек, дроздов и др. Больше птиц сбивается на автострадах со скоростным движением. В авиации также с ростом скоростей полета самолетов возросло число столкновений с птицами.

Интересно, что взрослые оседлые птицы в районе аэродромов почти не сталкиваются с самолетами. То же самое можно сказать про птиц, гнездящихся на аэродроме, в том числе непосредственно возле взлетно-посадочной полосы. Эти птицы научились избегать столкновения с самолетом, так как знают опасные места взлета, посадки и пробега самолета, хорошо учитывают скорость самолетов, эксплуатируемых на данном аэродроме, и опасную дистанцию до него, когда необходимо взлетать, чтобы не стать его жертвой. Надо сказать, что большие пространства зеленого покрытия аэродромов привлекают множество птиц как удобное место гнездования, отдыха и кормежки. Поэтому здесь птиц иногда даже больше, чем в окружающих аэродром местах. На аэродроме Таллина, например, в непосредственной близости от взлетно-посадочной полосы каждый год гнездится несколько пар чирков-трескунков, кряквы, две пары лысух, 8—10 пар чибисов и столько же полевых жаворонков. Утки и лысухи ни разу не были жертвами самолетов, а чибисы и жаворонки сбивались самолетами считанное количество раз, и то именно в период появления слетков

этих видов птиц на аэродроме. Мы неоднократно наблюдали, как чибис избегал столкновения с приземлявшимся самолетом Ту-124. Гнездящиеся на аэродроме птицы настолько привыкли к шуму и реву двигателей реактивных и поршневых самолетов, что в одном случае из-за этого погибло гнездо чирка-трескунка с яйцами и насиживающей птицей. Это произошло так. В 15 м от взлетно-посадочной полосы, параллельно ей, ехал трактор с катком на прицепе и прикатывал траву. Вдруг тракторист услышал, как крякнула утка. Он остановил трактор и увидел чирка, раздавленного катком на гнезде с 11 яйцами. По-видимому утка, привыкшая к грохоту пронесившихся поблизости самолетов, не взлетела с гнезда, когда над ней прогрохотал трактор.

Птицы уже настолько адаптировались к виду и шуму самолетов, что даже используют их для добычи корма. Например, ласточки летят за реактивным самолетом, едущим по рулевой дорожке и ловят насекомых, поднятых из травы струей газов двигателя. В Рижском аэропорту вороны подъедают остатки чаек, сбитых самолетами, но их самих там ни разу не сбивали. Более того, на некоторых южных аэродромах (Сочи, Ташкент) вороны используют бетон взлетно-посадочных полос, чтобы раскалывать грецкие орехи. Обычно ворона с высоты 50 м бросает вниз зажатый в клюве орех. Операция повторяется, пока орех не расколется. Весьма часто на аэродроме можно наблюдать, как воробьи буквально обследуют только что прилетевший и ставший на стоянку самолет, залезая во все лючки и отверстия и склевывая насекомых и семена растений, попавших в отверстия корпуса самолета во время посадки. Многочисленные случаи гнездования скворцов и воробьев, иногда горлинок и ласточек на долго стоящих самолетах. Нередко бывает, что птицы начинают носить гнездовой материал на только что остановившийся самолет. В Краснодарском аэропорту, например, наблюдали ласточку, лепившую из глины гнездо под крылом только что прилетевшего самолета Ан-10. В аэропорту г. Адлер видели воробья, пытавшегося затащить в лючок

прилетевшего самолета Ил-18 кусок листа пальмы длиной около полуметра. На аэродроме г. Николаева скворцы носили гнездовой материал в отверстия тяги элеронов самолетов Ан-2 на стоянке и продолжали это делать и даже откладывали яйца, несмотря на то, что совершались очередные рейсы. На Ашхабадском аэродроме на коке винта самолета Ил-18, стоявшего 3 дня на ремонте, малая горлянка сделала гнездо из обрывков валявшейся вблизи железной проволоки. Таких примеров еще можно привести много. Они наглядно показывают, насколько быстро идет адаптация поведения птиц к появлению в окружающей их среде обитания совершенно новых факторов.

Анализ приспособительных особен-

ностей поведения птиц в свете приведенных данных имеет практическое значение для проведения на аэродромах системы мероприятий по предотвращению столкновений самолетов с птицами и соблюдения принципов охраны природы. Действительно, если самолеты сталкиваются с птицами, впервые появившимися на аэродроме или молодыми птицами, слетками с гнезд, то на первый план предупреждения таких столкновений выдвигается отпугивание птиц от взлетно-посадочных полос в сезоны миграции и в периоды вылета молодых птиц из гнезд. Отпугивание птиц акустическими, пиротехническими и другими средствами в конкретно опделенные для каждого аэродрома сроки резко повысит безопасность

полетов. В то же время совершенно неоправданным с точки зрения выдвинутой гипотезы представляется применявшееся на некоторых аэродромах прямое истребление местногнездящихся, и даже пролетных птиц путем отстрела и разрушения гнезд. Например, такого рода истребление альбатросов (по 15—20 тыс. в год) на о-ве Мидуэй, где размещена авиабаза США, не дало желаемого результата. Лишь перенос полетов самолетов военно-транспортной авиации на ночь, когда альбатросы не летали, положительно разрешил этот «конфликт». Если уж нет смысла истреблять местногнездящихся птиц, то тем более это относится к перелетным птицам, которых не перестреляешь. УДК 598.422, 591.512

Антропогенные оползни

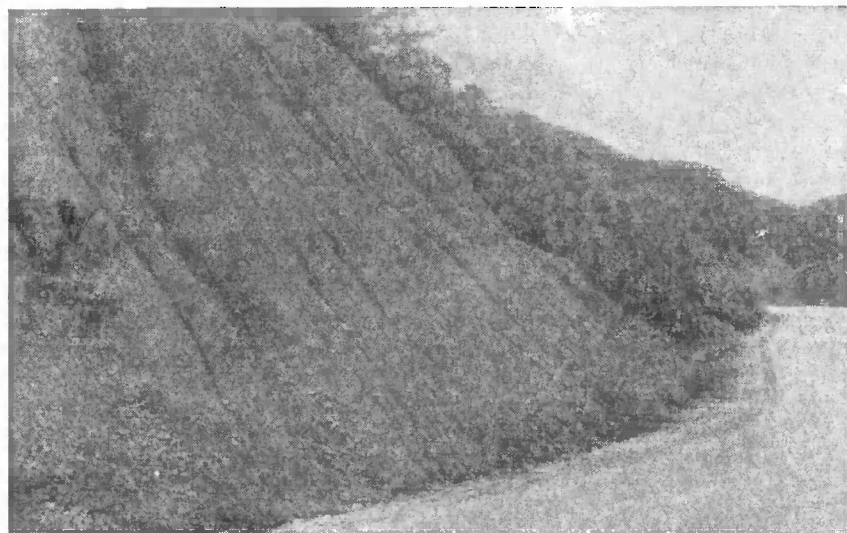
В. С. Курдяков

Производственный и научно-исследовательский институт по инженерным изысканиям в строительстве
Москва

Известно, что во многих районах недостаточно продуманная хозяйственная деятельность человека вызывает нежелательные последствия. В частности, там, где существуют специфические геологические условия

для развития оползней это проявляется особенно остро. Инженерные сооружения в таких местах через некоторое время могут деформироваться, или, что еще хуже, просто разрушиться. Черноморское побережье Кавказа

является почти классическим примером интенсивного развития оползней. И именно здесь в ближайшие годы предусмотрено значительно расширить курортное строительство. В связи с этим строители вынуждены осваивать малоблагоприятные участки склонов, подверженные оползневым деформациям. А оползни разрушают не только курортные, жилые и гидротехнические сооружения, но и железные и шоссейные дороги, выводят из строя ценные сельскохозяйственные угодья и т. д. Оползни здесь развиваются в различных породах, начиная от древнейших пород скального типа и кончая комплексом рыхлых отложений четвертичного времени. Но наиболее активны оползни в глинах и глинистых породах. Так, многие участки склонов побережья от Новороссийска до Сочи сложены терригенным флишем (морские отложения нижнего мела), представленным ритмично переслаивающимися аргиллитами, алевролитами и слабосцементированным песчинками. В общей массе этих осадков над другими породами преобладают аргиллиты, которые очень быстро подвергаются выветриванию. Уже через 3—5 дней пребывания на воздухе керн из аргиллита распадается на мелкий щебень, а при увлажнении переходит в глинистую массу, которая является благоприятной средой для проявления оползневого процесса. В районе Эшеры ши-



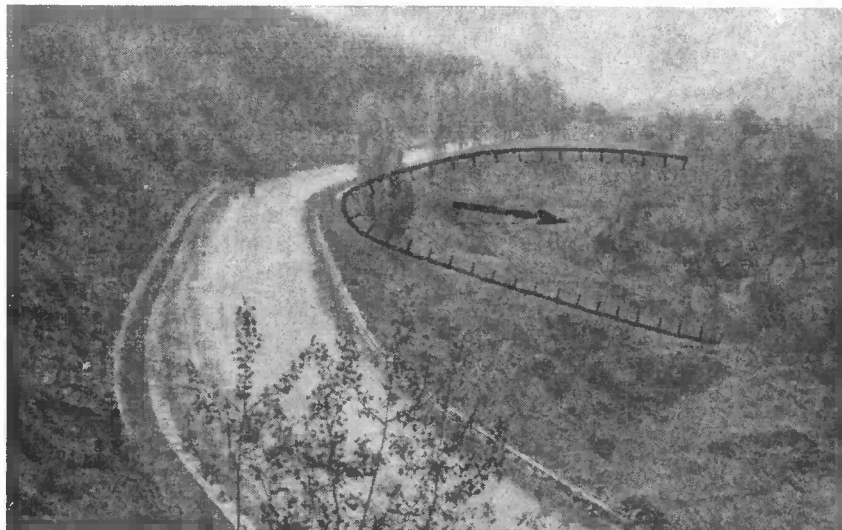
Верховой откос автодороги, с которого в дождливый период сползают грунты на полотно.

роко распространены майкопские глины, которые при избыточном увлажнении способны, как жидкость, стекать по склонам.

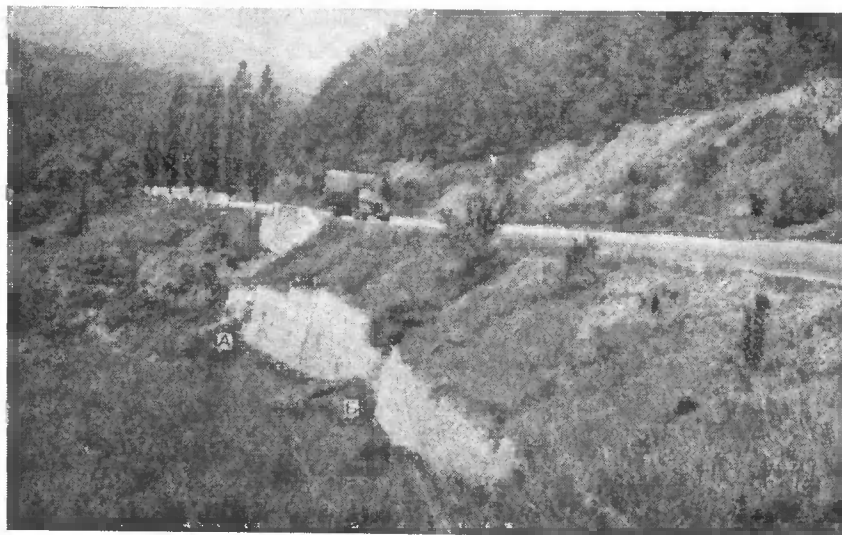
Какие же причины вызывают активизацию оползней? Прежде всего, автомобильное строительство. Оползни, с ними связанные, распространены почти на всех дорогах побережья от Геленджика до Батуми. Новейшая техника позволяет спрямлять и укладывать полотно автодороги в полувыемках, выемках и насыпях по новым местам. К сожалению, именно это обстоятельство нарушает устойчивость земляных масс на склонах, что и вызывает оползни. Особенно активны они на перевалах, где достигают больших размеров.

Не меньше хлопот вызывают оползни в местах строительства железных дорог. Все, кто хоть раз побывал на Черноморском побережье Кавказа от Туапсе до Батуми, знают, что железнодорожный путь проходит по узкому краю морского берега. На столкилометровом участке от Туапсе до Адлера из-за того, что юго-западные отроги Большого Кавказского хребта вплотную подходят к морю, железной дорогой пройдено полувыемкой и выемкой в склонах около 64 км. Во многих местах было нарушено равновесное состояние пород на склонах, а там, где приходилось строить дорогу по активным оползням, проявилась их дополнительная активность. В таких случаях приходилось вести большие и дорогостоящие работы по укреплению оползней, сооружать нагорные водоотводные каналы и лотки, строить мощные высокие подпорные стены. Но не всегда эти мероприятия оказываются эффективными, бывали случаи, когда разжиженные оползневые массы переползали через подпорную стену и заваливали железнодорожный путь. Поэтому лишь с постройкой противооползневой галереи тоннельного типа, в которой был уложен железнодорожный путь, был решен вопрос безопасности движения.

Можно привести и много других примеров активизации или возникновения новых оползней, вызванных строительством железной дороги. На участке Лео — Сочи были значительно активизированы старые и появи-



С постройкой автодороги появился антропогенный оползень в низовом откосе, который, развиваясь, разрушит полотно дороги. Оползневой цирк показан черной линией, направление движения — стрелкой.



Чтобы уберечь железнодорожный путь от спывов и оплывов со стороны верхового откоса строятся железобетонные улавливающие стены. Часто оползневые грунты (А и В) переползают через подпорные стены.

лись новые очаги оползней, в частности заметно возросла активность Ахунского оползня.

Не менее опасно нарушение естественного залегания горных пород, или состояния равновесия. Оно происходит по многим причинам: за счет изменения физико-механических свойств грунтов при утечке жидкостей из резервуаров и канализационных сетей; из-за подрезки основания склона при рытье котлованов под

фундамент зданий или траншей для сетей коммуникаций; большей нагрузкой на поверхность склонов и т. д.

Мы уже привыкли к тому, что пляжи вдоль всего Черноморского побережья с каждым годом становятся уже и уже, а в некоторых местах они исчезли совсем, так как песчано-галечный материал в большом количестве забирается для строительных целей. Может показаться, что к оползням пляжи не имеют никакого отно-

шения. На самом же деле сокращение их вызывает резкое усиление морской абразии, которая в свою очередь является причиной возникновения многих новых оползней и активизации старых. Теперь почти весь берег Черноморского побережья Кавказа пришлось закреплять волноотбойными, дорогостоящими бетонными стенами, защищающими береговой уступ от разрушения, и строить буны, удерживающие гальку в межбунном пространстве. Ярким примером служит подвижка оползня в 1968 г. в пионерлагере «Зорька», где было разрушено нежилое здание, а под угрозой разрушения до сих пор находятся спальный корпус, столовая, летний кинотеатр этого лагеря и жилой дом сотрудников обслуживающего персонала.

И, наконец, последнее, о чем хотелось напомнить, это антропогенные оползни, вызванные сельскохозяйственной деятельностью. Уничтожение древесной и кустарниковой растительности, а также травяного и дернового покрова на склонах под сельскохозяйственные культуры, неупорядоченная распашка земли и полив нарушают естественные условия склонов. Например, в 1967 г. на правом пологом косогоре автодороги Новороссийск — Батуми совхоз вел продольную распашку склона под закладку сада. На следующий год на этом месте возник оползень, который не только вывел из дальнейшего использования землю, но также разрушил полотно автомобильной дороги Новороссийск — Батуми. До сих пор автодорожникам не удается остано-

вить этот оползень, который продолжает подпирать и вспучивать полотно автодороги.

Много неприятностей приносят антропогенные оползни на горе Быхте, где они образуются от поливов табачных плантаций. За счет неправильной обработки земель и образованных в результате этого антропогенных оползней пришлось забросить многие участки приморского склона в районе Эшеры.

Таким образом, приносимый оползнями ущерб народному хозяйству настолько велик, что не считается с этим нельзя. Поэтому совершенно необходимо как можно скорее наладить на Черноморском побережье Кавказа всестороннее изучение влияния на природные процессы хозяйственной деятельности человека.

УДК 625.096; 627.52

Человек и дикий олень на Таймыре

В. Д. Скробов

Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крайнего Севера Норильск

Как известно, на Таймыре быстрыми темпами развивается горнометаллургическая промышленность, в связи с чем вокруг г. Норильска возникают новые поселки. Интенсивно действуют линия железной дороги Норильск — Дудинка, сеть шоссейных дорог, соединяющая новые поселки, водозаборная наземная труба от р. Норильской до г. Норильска, а также труба газопровода Мессояха — Норильск диаметром 60 см, уложенная на подставках над поверхностью тундры. Кроме того, по всему Таймыру работают многочисленные партии геологоразведочных и других экспедиций, оснащенные мощной техникой.

Какое же влияние оказывает подобная хозяйственная деятельность на самую большую в СССР таймырскую популяцию диких оленей, насчитывающую теперь около 350 тыс. голов?¹

Ведь именно в местах расположения горнометаллургического комбината и его коммуникаций пролегают пути миграций этих животных.

Наблюдения на Крайнем Севере показывают, что летние пастбища таймырских оленей расположены в северных и арктических тундрах Западного Таймыра, а зимние — в лесной зоне севера Эвенкии. Во время своих миграций по ложинам гор Путорана дикие олени обычно не соприкасались с коммуникациями Норильского горнометаллургического комбината и домашними оленями оленеводческих хозяйств Таймыра. Но в октябре 1967 г. десятки тысяч оленей откло-

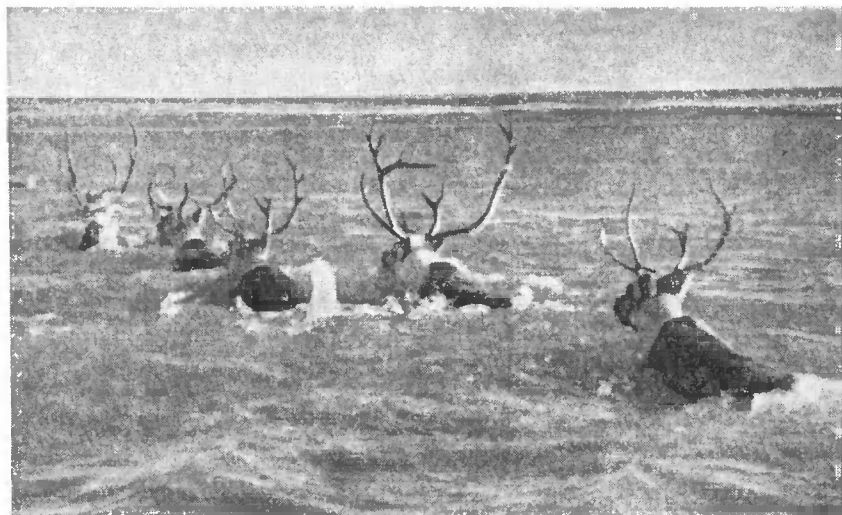
ре в 252 тыс. По учету, проведенному сотрудниками НИИСХ Крайнего Севера в 1969 г., установлено 333 тыс. голов; предполагается, что к 1972 г. поголовье оленей увеличилось до 350 тыс.

нились от своих прежних путей и двинулись на юг по широкой долине, пролегающей между Енисеем и горами Путорана, где расположены пастбища домашних оленей. В этот год дикие олени увлекли за собой около 6 тыс. домашних, чем нанесли существенный ущерб оленеводству. По пути животные с большим трудом и потерями форсировали полотно железной и шоссейной дороги, трубы водопровода, целыми стадами бежали по улицам г. Норильска. Там, где путь преграждался линией железной и шоссейной дороги или трубами водопровода, пало много теллят. Железнодорожные поезда ночью врзались в стада переходящих линию оленей, десятками убивая их. Зимовали стада этой группы на левобережье Енисея в пойме рек Большой и Малой Хеты, где сохранились хорошие ягельники. В октябре — ноябре 1968 г. миграция оленей на этом пути прошла с еще большей стремительностью.

К весне 1969 г. были уложены трубы газопровода на трассе Мессояха — Норильск. В апреле передовые стада важенок¹, двигаясь на север к летним пастбищам, начали выходить к Норильской железной дороге, севернее которой лежали трубы газопровода. Большое скопление оленей об-

¹ Самки оленей.

¹ В № 9 «Природы» за 1967 г. указывалась численность оленей на Таймы-



Олени форсируют на своем миграционном пути р. Пясино.

Фото А. В. Кречмара

разовалось южнее станций Кайеркан, Алыкель, Тундра и на левобережье Енисея около труб газопровода. Наступившие белые ночи, интенсивное движение поездов, автомашин, вездеходов и мощных тракторов мешали животным преодолеть преграду. В случаях, когда отдельным стадам приходилось форсировать полотно железной дороги, они не могли преодолеть трубу газопровода и двигались параллельно ей с запада на восток и обратно, пока не находили участков, занесенных снегом, или оврагов, над которыми труба проходила поверху. Наблюдались случаи, когда животные возвращались обратно через железную дорогу и двигались поодаль от нее на восток, а затем на север к местам отела и летних пастбищ. В мае мы за один полет вдоль железной дороги насчитывали до 20 тыс. мигрантов, мечущихся около повстречавшихся на их пути искусственных препятствий.

Чтобы создать оленям возможность спокойного перехода через железную дорогу, исполком Норильского городского Совета распорядился ограничить до минимума движение поездов в ночные часы. В результате этого скопления оленей уменьшились, но отдельные стада, состоящие преимущественно из самцов, продолжали бродить южнее железной дороги и газопровода даже в июне. Видимо, часть оленей осталась здесь на все лето.

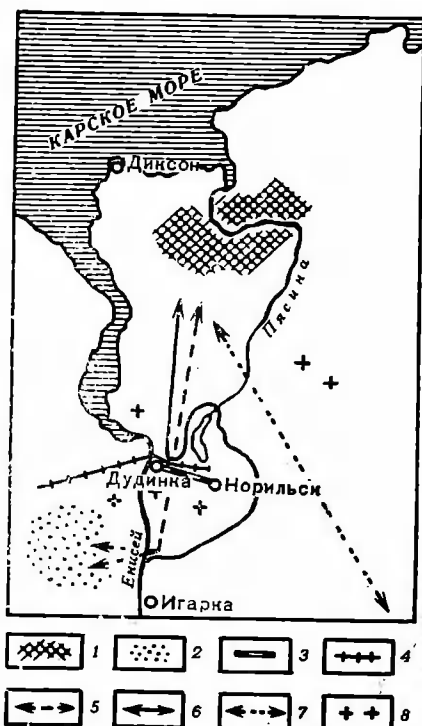


Схема миграции диких оленей на Таймыре: 1 — район летних пастбищ диких оленей; 2 — места зимовки; 3 — железная дорога; 4 — трасса газопровода Мессояха — Норильск; 5 — традиционное направление миграций оленей до укладки труб; 6 — путь оленей после сооружения газопровода (1969—1970 гг.); 7 — путь оленей в горах Путорана на север Эвенкии и обратно; 8 — места соприкосновения стад диких и домашних оленей.

Следует отметить, что во время миграций оленей в районе Норильска начали учащаться случаи браконьерства, иногда с использованием вездеходов. Но охотинспекция, милиция и общественность города объявили беспощадную борьбу браконьерам, применяя для этого вертолеты и вездеходы. В местах массового передвижения животных через достроенный газопровод начали сооружаться искусственные переходы.

Осенью 1969 г. мы ждали повторения миграций оленей через коммуникации комбината, но предположения наши не оправдались: олени прошли на север по западным отрогам Путорана, обогнули территорию комбината с востока, пройдя в районе оз. Мелких, повернули на запад и вышли в верхнее течение р. Дудинки, затем пересекли Енисей и остановились в местах прошлых зимовок. Обратно на летовки животные прошли, миновав преграды, этим же путем. Осенью 1970 г. несколько тысяч оленей подошли с севера по правобережью Енисея к линии газопровода вблизи г. Дудинки, но затем повернули на северо-восток и, обогнув оз. Пясино с севера, вышли на левобережье Енисея тем же путем, что и в 1969 г. Мелкие группы оленей остались зимовать севернее газопровода.

Этот интересный пример приспособления диких оленей к крупным промышленным сооружениям, возведенным в местах их привычных миграционных путей, говорит о том, что животные могут быстро учесть создавшуюся невыгодную для них обстановку и, изменяя свои вековые привычки, достигать необходимых для прокорма пастбищ.

Наблюдающийся в последнее время рост численности поголовья диких оленей на Таймыре мы склонны объяснять, во-первых, запретом охоты в местах, где их мало, рациональным, выборочным отстрелом в больших популяциях, решительной борьбой с браконьерством, а во-вторых, хорошим развитием у этих животных приспособительных реакций, позволявшим им адаптироваться к изменяющимся условиям обитания.

Присуждение Золотых медалей имени М. В. Ломоносова 1971 года

Создание Философского общества СССР

Вакуумный диод

Лазерно-химические реакции

В полете — спутник «Ореол»

Рельеф Марса

Успешная пересадка гена

Живущие в смоле

Глаз, смотревший на мир 400 млн лет назад

Роль эпигенетических процессов

Три этапа формирования Земли

Образование Панамского перешейка

Железо-марганцевые конкреции океана — промышленное сырье

Искусственный сель

Сохранить ресурсы океанов

Первая сессия горного комитета МСОН в Советском Союзе

Установление контроля за чистотой Великих озер

Астрономические наскальные рисунки Армении

Новая мастерская эпохи ранней бронзы

Коротко

Присуждение Золотых медалей имени М. В. Ломоносова 1971 года

Высшая ежегодная награда Академии наук СССР — золотая медаль имени М. В. Ломоносова 1971 г. — присуждена советскому ученому, академику Виктору Амазасповичу Амбарцумяну за выдающиеся достижения в области астрономии и астрофизики, и шведскому ученому,

иностранному члену АН СССР профессору Ханнесу Альвену за выдающиеся достижения в области физики плазмы и астрофизики.

Академик В. А. Амбарцумян (родился в 1908 г.) — выдающийся советский астроном и астрофизик. Он создал количественную теорию свечения газовых туманностей, предложил метод расчета масс, выбрасываемых новыми звездами и истекающих из поверхностей нестационарных звезд. Им разработаны основы статистической механики звездных систем, показано, что звездные скопления постепенно распадаются вследствие



В. А. Амбарцумян



Х. Альвен

ухода из них отдельных звезд, и на этой основе оценены их возрасты.

В 1947 г. В. А. Амбарцумян открыл и исследовал динамически неустойчивые, находящиеся в стадии распада звездные системы нового типа, названные им звездными ассоциациями. Он установил, что межзвездное поглощение света вызывается не непрерывной средой, а отдельными темными туманностями. Им разработана специальная теория для статистического исследования межзвездных поглощающих облаков.

В. А. Амбарцумян — автор новой теории рассеяния света в мутных средах. Он создал теорию барионных звезд с плотностью, превышающей ядерную, открыл космогоническую активность ядер галактик, вызывающую грандиозные нестационарные явления. Основанные В. А. Амбарцумяном новые направления оказали большое влияние на развитие астрономической науки.

Член ряда иностранных академий и научных обществ, В. А. Амбарцумян в 1968 г. был избран президентом Международного совета научных союзов.

Герой¹ Социалистического Труда, депутат Верховного Совета СССР В. А. Амбарцумян — крупный организатор науки и общественно-политический деятель. Он — член Президиума АН СССР, более 20 лет президент Академии наук Армянской ССР, организатор и руководитель Бюраканской астрономической обсерватории.

Ханнес Альвен (Hannes Alfvén) родился в 1908 г. С 1942 г. — профессор Стокгольмского Королевского технологического института, кафедры электроники, с 1963 г. — профессор кафедры физики плазмы. Известен своими работами по электродинамике, физике плазмы и астрофизике.

В работах Х. Альвена начиная с 1942 г. были заложены и развиты основы новой области физики — магнитной гидродинамики. В частности, им было введено представление о вмороженности магнитного поля в плазму.

Одним из существенных достижений в этой области был открытый Х. Альвеном новый тип волнового движения проводящей среды в магнитном

поле — магнитогидродинамические волны, названные впоследствии альвеновскими.

Х. Альвен предложил целый ряд гипотез, объясняющих различные астрофизические явления, такие как образование солнечных пятен, протуберанцев, выброс облаков газа из Солнца, магнитные бури и полярные сияния, происхождение космических лучей. Х. Альвену принадлежит идея о синхротронной природе радиоизлучения дискретных источников; он много занимался вопросами происхождения космических лучей и проблемой антивещества во Вселенной.

Х. Альвен — член Королевской академии наук в Стокгольме, иностранный член АН СССР. В 1970 г. Х. Альвену присуждена Нобелевская премия по физике¹.

Х. Альвен — один из активных участников Пагуошского движения ученых за разоружение и разрядку международной напряженности. С 1970 г. он — президент этого движения.

Создание Философского общества СССР

24 декабря 1971 г. в Москве, в Доме ученых, состоялся учредительный съезд Философского общества СССР. В работе съезда приняли участие ученые — философы и представители различных естественных наук, преподаватели вузов, партийные работники, представители общественных организаций.

Вступительное слово произнес председатель Организационного комитета вице-президент АН СССР академик П. Н. Федосеев. С докладом «Современные проблемы марксистско-ленинской философии и задачи философской общественности» выступил академик Ф. В. Константинов; после доклада состоялся прения.

Съезд единогласно принял постановление о создании Философского общества СССР, избрал правление и утвердил устав нового Общества. Согласно уставу, основные цели Общества заключаются во всемерном со-

действии развитию творческой деятельности ученых в области философии, широкой пропаганде марксистско-ленинского мировоззрения, осуществлении контактов с зарубежными философскими обществами. Философское общество СССР состоит из секций: диалектического материализма, исторического материализма, научного коммунизма, этики, эстетики, научного атеизма, истории философии, логики, философских вопросов естествознания, методологических проблем общественных наук.

На состоявшемся в тот же день организационном пленуме правления президентом Философского общества СССР избран академик Ф. В. Константинов.

И. Б. Шишкин

Москва

Вакуумный диод

Группа исследователей из Национального бюро стандартов США наблюдала протекание тока через тонкий вакуумный зазор между двумя металлическими поверхностями. Специальное устройство регулировало с точностью до нескольких ангстрем величину зазора (от нескольких десятков ангстрем). Зазор изменяли регулировкой напряжения, прикладываемого к пьезоэлектрическому кристаллу, где размещался вольфрамовый излучатель электронов (эмиттер). Ток протекал через вакуумный зазор между эмиттером и близко расположенной платиновой поверхностью.

При величине зазора более 30 Å измеренная вольт-амперная характеристика хорошо описывалась известным уравнением Фаулера — Нордгейма. Область расстояния от 30 до 10 Å оказалась переходной, а при расстояниях 10 Å и меньше линейная вольт-амперная характеристика была в согласии с предсказанием теории.

Разработанное устройство можно применять для исследования влияния кристаллографической ориентации электродов, а также для изучения колебательных спектров молекул и электронных спектров атомов, адсорбированных на чистой поверхности монокристалла.

¹Phys. Rev. Lett., v. 27, 1971, № 14, pp. 922—924.

¹ «Природа», 1971, № 2, стр. 101.

Лазерно-химические реакции

Мы уже сообщали¹ о том, что группой Н. Г. Басова, Е. П. Маркина, А. Н. Ораевского и А. В. Панкратова

¹ См. «Природа», 1971, № 9, стр. 77—78.

обнаружено фотохимическое действие инфракрасного излучения, заключающееся в непосредственном участии колебательно-возбужденных лазерным излучением молекул в химической реакции.

Той же группой совместно с А. Н. Скачковым (Физический институт им. П. Н. Лебедева АН СССР) изучено по-

ведение некоторых неорганических химически нереакционных систем под действием инфракрасного излучения СО₂-лазера. Условия эксперимента и реакции приведены в таблице.

Лазерно-химические реакции протекают со скоростью взрыва и сопровождаются свечением. Интенсивная люминесценция дает основания для поисков инверсной населенности энергетических уровней у продуктов лазерно-химических реакций и лазерного эффекта в них.

Лазерно-химические реакции существенно отличаются от термических. Это можно объяснить тем, что колебательно-возбужденные молекулы обладают другими химическими свойствами, чем молекулы в основном состоянии.

«Письма в ЖЭТФ», т. 14, 1971, вып. 4, стр. 251.

Таблица

Реагенты, парциальные давления тор	Условия облучения, интенсивность вт, число облучений n, конечное давление Р _к тор	Продукты реакции, процесс
$\left. \begin{array}{l} \text{N}_2\text{F}_4 \text{ 100} \\ \text{NO} \text{ 100} \end{array} \right\}$	40 вт свечение Р _к = 262	FNO, N ₂ , F ₂
$\left. \begin{array}{l} \text{N}_2\text{F}_4 \text{ 100} \\ \text{NO} \text{ 200} \\ \text{N}_2 \text{ 460} \end{array} \right\}$	70 вт свечение	NO ₂ , N ₂ O, N ₂
$\left. \begin{array}{l} \text{N}_2\text{F}_4 \text{ 100} \\ \text{NO} \text{ 100} \\ \text{CF}_4 \text{ 200} \end{array} \right\}$	30 вт	NF ₃ , NO, CO ₂ , (10%), CF ₄ , N ₂
$\left. \begin{array}{l} \text{N}_2\text{F}_4 \text{ 300} \\ \text{N}_2\text{O} \text{ 150} \end{array} \right\}$	40 вт слабое свечение n = 3 Р _к = 512	NO ₂ (49%), NF ₃ (38%), N ₂ O (5%), FNO ₃ , N ₂
$\left. \begin{array}{l} \text{N}_2\text{F}_4 \text{ 50} \\ \text{H}_2 \text{ 100} \end{array} \right\}$	50 вт свечение	N ₂ , HF $\text{N}_2\text{F}_4 + 2\text{H}_2 = 4\text{HF} + \text{N}_2$
$\left. \begin{array}{l} \text{N}_2\text{F}_4 \text{ 228} \\ \text{CH}_4 \text{ 114} \end{array} \right\}$	50 вт свечение Р _к = 534	CF ₄ (22%), HF, N ₂ $\text{N}_2\text{F}_4 + \text{CH}_4 = \text{CF}_4 + 4\text{HF} + \text{N}_2$ В избытке CH ₄ образуется CF ₄ и C
$\left. \begin{array}{l} \text{N}_2\text{F}_4 \text{ 114} \\ \text{BCl}_3 \text{ 114} \end{array} \right\}$	50 вт n = 3 свечение при n = 1 Р _к = 289	BF ₃ , фториды хлора, N ₂
SiH ₄ 228	50 вт n = 3 свечение при n = 1, 2 Р _к = 284	Si, H ₂ (34%) $\text{SiH}_4 = \text{Si} + 2\text{H}_2$ конверсия 22%
$\left. \begin{array}{l} \text{SiH}_4 \text{ 112} \\ \text{BCl}_3 \text{ 112} \end{array} \right\}$	40 вт n = 3 свечение при n = 1, 2, 3 Р _к = 234	BCl ₂ H, SiH ₃ Cl $\text{SiH}_4 + \text{BCl}_3 = \text{BCl}_2\text{H} + \text{SiH}_3\text{Cl}, \text{B}_2\text{H}_6$
$\left. \begin{array}{l} \text{SiH}_4 \text{ 300} \\ \text{SF}_6 \text{ 100} \end{array} \right\}$	40 вт свечение Р _к = 698	SiH ₄ , H ₂ , S $\text{SiH}_4 + {}^{2/3}\text{SF}_6 = \text{SiF}_4 + 2\text{H}_2 + {}^{2/3}\text{S}$

В полете — спутник «Ореол»

В соответствии с программой сотрудничества между СССР и Францией в области исследования и использования космического пространства в мирных целях 27 декабря 1971 г. в Советском Союзе произведен запуск искусственного спутника Земли «Ореол». Спутник предназначен для исследования физических явлений в верхней атмосфере Земли в высоких широтах и изучения природы полярных сияний.

Спутник «Ореол» выведен на орбиту с параметрами: минимальное расстояние от поверхности Земли (в перигее) 410 км; максимальное расстояние от поверхности Земли (в апогее) 2.500 км; начальный период обращения 114,6 минуты; наклонение орбиты к плоскости экватора 74 градуса.

На борту спутника установлена научная аппаратура для исследования спектра протонов и электронов в широком диапазоне энергий, измерения интегральной интенсивности протонов и определения ионного состава атмосферы.

Научная аппаратура и программа эксперимента разработаны советски-

ми и французскими специалистами в рамках совместного советско-французского проекта «Аркад».

Кроме научных приборов, на борту спутника установлены системы, обеспечивающие выполнение научно-го эксперимента: система определения ориентации спутника в пространстве с помощью датчика Солнца и трехкомпонентного магнитометра; радиотелеметрическая система для передачи результатов измерений на пункты приема и обработки информации; система радиоконтроля параметров орбиты и командная радиолиния для управления спутником с Земли.

Одновременно с измерениями, проводимыми на спутнике «Ореол», наземные геофизические обсерватории ряда стран проводят координированные геофизические исследования по согласованной программе.

Из сообщения ТАСС

Рельеф Марса

Изучение снимков поверхности Марса, полученных космическими автоматическими станциями, привело члена-корр. АН СССР П. Н. Кропоткина к новым выводам о характере строения и происхождении рельефа Марса¹. Темные области на Марсе, считавшиеся ранее «морями», по мнению автора, представляют собой области распространения густо расположенных и различных по величине кратеров. Интересно, что наиболее крупные кратеры в 2,2 раза больше крупнейших кратеров Луны (230 км).

Темным областям Марса противопоставляются желтовато-красные равнинные области — «пустыни», в которых кратеров нет. Выделяются также огромные области «хаотического рельефа», образованного множеством коротких (10—100 км) беспорядочно ориентированных, прихотливо изогнутых хребтов и впадин. Кратеров здесь очень мало или они отсутствуют.

Такое распределение кратеров на поверхности Марса можно легко понять, если кратеры имеют вулканическое происхождение. Но с позиций метеоритного происхождения крате-

ров такое явление необъяснимо¹. П. Н. Кропоткин считает, что строение коры Марса, как и на Земле, неоднородно: темные области — вулканического происхождения и сложены базальтами, а пустыни образованы, гранитоидами. При детальном исследовании знаменитые «каналы» Марса не были обнаружены.

Данные о строении верхней оболочки Луны и Марса, безусловно, свидетельствуют о большем значении эндогенных факторов в образовании структурного облика планет, чем это считалось до сих пор. Обычные при изучении Земли понятия о тектонических и магматических процессах следует использовать и при исследовании Луны и Марса. Как и на Земле, формирование главнейших структурных черт на Луне и на Марсе нужно связывать с длительным ходом геологического развития. По-видимому, особенности развития крупных областей этих планет объясняются неоднородностью их глубинного строения и проявления гравитационной энергии, вызывающих различие тектонических и магматических процессов.

Существует ли на Марсе общая структурная асимметрия? Земная асимметрия выражается в существовании двух различных по строению сегментов — тихоокеанского и материкового. И на Луне видимая сторона с лунными морями противопоставляется невидимой, где морей нет. Открытие подобной асимметрии на Марсе позволило бы однозначно решить проблему происхождения главных структурных неоднородностей планет.

Ю. М. Пушаровский

Доктор геолого-минералогических наук
Москва

Успешная пересадка гена

Сегодня не только проблема трансплантации органов, но и проблема пересадки генов становится реальностью. К. Меррилу, М. Гейеру и Дж. Петрициани (Национальный институт

¹ Небольшие кратеры могут быть метеоритного происхождения.

здоровья, США) впервые удалось осуществить пересадку гена из бактерии в культуру клеток человека. Для своих опытов исследователи выбрали культуру клеток (фибробласты), взятую у больного галактоземией (врожденная болезнь, связанная с отсутствием активности фермента α -D-галактозо-1-фосфат-уридил (ГФУ)-трансферазы). Это клетки заражались специальным штаммом бактериофага λ , содержащим в своем генетическом материале полный галактозный оперон, включая ген, ответственный за синтез ГФУ-трансферазы. Фаг λ принадлежит к классу так называемых умеренных фагов, способных встраиваться в генетический материал бактерии-хозяина (кишечной палочки *E. coli*), а затем вновь освобождаться, захватывая при этом несколько бактериальных генов. Взятый штамм был получен именно таким способом и содержал набор галактозных генов и, в частности, ген ГФУ-трансферазы.

В результате заражения культуры клеток человека, лишенных ГФУ-трансферазной активности, штаммом бактериофага λ или его очищенной ДНК, в этих клетках начинался синтез информационных РНК на ДНК фага λ и возникала ГФУ-трансферазная активность, причем это свойство передавалось дочерним клеткам при делении, то есть наследовалось.

Для исключения альтернативных объяснений наблюдаемого явления авторы поставили многочисленные контрольные опыты. Пока неизвестно, куда именно встраивается фаговая ДНК — в ядерный генетический материал клетки человека или остается в цитоплазме (например, в митохондриях, известной своей близостью к бактерии по многим характеристикам). Во всяком случае, гены λ -фага удваивались вместе с делящимися клетками и в течение 41 дня не происходило их отторжения.

«Nature», v. 233, 1971, № 5319, p. 393 (Англия).

Живущие в смоле

Известно, что смолоотделение представляет собой защитную реакцию растений на любые повреждения, в том числе и наносимые насе-

¹ «Геотектоника», 1971, № 5, стр. 3—9.

комыми. Липкая и вязкая смола хвойных деревьев содержит вещества, ядовитые для большинства насекомых. Тем не менее личинки насекомых со специальными приспособлениями могут развиваться в смоле. Наиболее успешно приспособились к раз-



Представитель резиниколов — мухажурчалка.

витию в смоле представители двух отрядов насекомых — чешуекрылых (Lepidoptera) и двукрылых (Diptera).

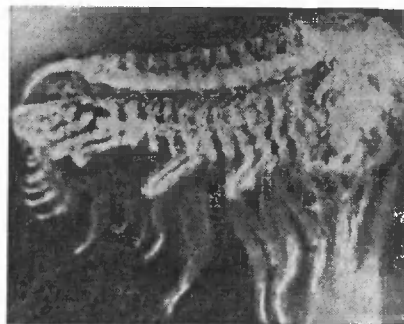
В лесах нашей страны в толще смолы сосен, елей, пихт, лиственниц часто можно обнаружить личинки бабочек листовёртки-смолевщика (*Evetria resinella*), лубоедной листовёртки (*Laserpyresia duplicana*), огневки, мухажурчалки (*Cheilosia morio*) и других насекомых, получивших общее название резиниколов.

Эти насекомые не только не испытывают никаких неудобств, но, наоборот, жизнь в смоле дает им ряд существенных преимуществ. Смола стала для них постоянным источником питания. Возможно, что потребность в белковых веществах у резиниколов частично покрывается за счет попавших в смолу погибших насекомых. Смола защищает их от воздействия биотических факторов среды, в первую очередь от высыхания, а также от хищников. Наконец, резиниколы не знают, что такое конкуренция из-за пищи, поскольку дерево постоянно выделяет все новые и новые порции смолы.

«Журнал общей биологии», т. 32, 1971, № 4, стр. 501.

Глаз, смотревший на мир 400 млн лет назад

Мягкие части тела ископаемых животных редко бывают предметом исследования, поскольку распадаются после их смерти. Однако сера, содержащаяся в белках тканей, может способствовать сохранению прижизненной структуры тела, превращаясь в пирит (FeS). Изучение импрегнированных пиритом останков животных с помощью мягкого рентгеновского излучения (25—40 кВ), проведенное В. Штюрмером (ФРГ), позволило получить четкие радиографии животных среднего и нижнего девона. На радиографиях можно рассмотреть щупальца головоногих моллюсков, тонкие детали строения хрупких морских звезд и лилий. Наиболее удивительными представляются фотографии девонских трилобитов. На полученных фотографиях можно различить тонкие детали строения глаза под большим увеличением. Присутствие ранее не известных соединительных волокон (от скопления линз к середине головы) автор объясняет наличием истинных световодов, соединяющих по-



Фотография трилобита *Phacops* sp. в рентгеновских лучах. Отчетливо видны кишечный тракт и придатки с жаберными нитями.

верхность глаза с глубоко расположенными рецепторами. По его мнению, подобный план строения — одна из ранних стадий эволюции зрения.

«Science», v. 170, 1971, № 3964, p. 1300 (США).

«New Scientist», v. 49, 1971, № 743, p. 397 (Англия).

Роль эпигенетических процессов

Под влиянием подземных вод и газов пески, известняки, глины и другие осадочные породы претерпевают сложные превращения, нередко приводящие к образованию в толщах пород нефтяных и газовых залежей, месторождений металлов, солей, серы и других полезных ископаемых.

23—25 ноября 1971 г. в Ташкенте состоялся семинар по таким эпигенетическим процессам в мезозойских и кайнозойских осадочных породах, организованный Комиссией по осадочным породам при Отделении геологии, геофизики и геохимии АН СССР и Ташкентским университетом им. В. И. Ленина.

На семинаре было показано, что эпигенетические процессы, протекающие в осадочных породах, связаны с двумя группами явлений. С одной стороны, это процессы инфильтрации кислородных вод «сверху» — с земной поверхности, приводящие преимущественно к окислительным изменениям осадочных пород (покраснение пород за счет окисления минералов железа и т. д.). С другой стороны — это процессы, связанные с поступлением веществ снизу или сбоку, нередко по разломам в земной коре, приводящие к различным восстановительным явлениям. При этом нефть, битумы, горючие газы, металлы мигрируют вместе, или во всяком случае как-то связаны друг с другом («парагенезис»).

Много внимания на семинаре было уделено процессам выщелачивания, при которых из осадочных пород выносятся химические элементы и соединения. Особенно эти явления характерны для известняков. С другой стороны привлекали внимание и те геохимические барьеры, на которых в водоносных горизонтах происходит осаждение новых минералов. С этим связано образование серных руд (в результате окисления сероводорода и осаждения серы на «кислородном барьере»), возможно руд свинца, цинка и других металлов.

Почти во всех докладах отмечалась большая роль органического веществ-

ва в эпигенетических процессах, причем даже на участках ртутных месторождений было обнаружено до 8% эпигенетического (принесенного) органического вещества.

Семинар показал, что успешное изучение эпигенетических процессов возможно только в комплексе, включающем геологические, гидрогеологические и литолого-минералого-геохимические исследования.

Профессор А. И. Перельман
Москва

Три этапа формирования Земли

В процессе эволюции космических тел существенная роль принадлежит ядерным реакциям, в результате которых изменяются химический и изотопный состав тел и выделяется значительная энергия.

Советский геохимик В. И. Баранов¹ считает, что в развитии Земли и земного вещества можно выделить 3 этапа: формирование химического состава вещества Земли; образование Земли как индивидуального космического тела; образование геологических оболочек. Источником вещества Земли и солнечной системы в целом могут служить процессы звездобразования, имеющие характер взрыва. Основываясь на измерениях абсолютного возраста метеоритных и лунных пород, В. И. Баранов подсчитал, что метеориты разных классов и Земля образовались около 4,5 млрд лет назад. Первичный состав вещества Земли был близок к веществу хондритов.

Образование Панамского перешейка

Панамский перешеек служит единственным препятствием для существования единой всемирной системы циркуляции океанических вод. Как же возник Панамский перешеек?

¹ В. И. Баранов. Возраст и эволюция земного вещества. «Наука», 1971.

Согласно существующим представлениям, 10—15 млн лет назад подводный глубокий желоб, который ныне тянется вдоль западного побережья Северной Америки вплоть до Коста-Рики, простирался еще дальше на юг, через то место, где Карибское море наиболее близко подходит к Тихому океану. Та плита земной коры, которая образует здесь ложе Тихого океана, все время движется, как бы соскальзывая под дно Карибского моря. Тогда же существовал подводный горный хребет, тянувшийся на восток от вершин, образующих Галапагосский архипелаг. Ученые полагают также, что затем этот хребет начал постепенно разламываться, образуя подводную рифтовую долину.

Когда обломки хребта достигли района глубинного желоба, они запечатили его плотной пробкой, соединили континенты узеньким мостиком, отделившим Карибское море от Тихого океана. Это привело к поднятию западного края Карибской плиты земной коры и возникновению Панамского перешейка.

Эксперименты, проведенные в ходе 16 рейса «Гломара Челленджера», подтвердили эту гипотезу. В дне океана были пробурены три скважины: одна в той части хребта, которая, предположительно, никуда не «отъезжала» от экватора, а две другие — на плитах земной коры, которые, по видимому, сдвинулись на север от своего первоначального положения. Оказалось, что в нижних слоях колонок донного грунта, поднятых на борт судна, все осадки были одинаковыми. Такое совпадение подтверждает, что нынешние подводные хребты родились где-то около экватора и лишь потом сместились к северу.

В скважинах, пробуренных на севере, заметные изменения характера осадков с их возрастом. По мере движения от древних к более молодым слоям ископаемая флора и фауна становится все беднее. Зато растет количество вулканического пепла, глины и других материалов континентального происхождения.

Исследователи считают, что этот процесс продолжается, и примерно за ближайшие 10 млн лет подводный Кокосовый хребет полностью «запечатает» глубоководный желоб, вызвав

подъем земной коры в районе Мексиканского побережья около города Акапулько примерно на 300 м.

«Science News», v. 99, 1971, № 17, pp. 279—280 (США).

Железо-марганцевые конкреции океана — промышленное сырье

Повышенный спрос металлургической промышленности на никель, медь, кобальт и марганец привел к разработке промышленных методов разведки, добычи и переработки железо-марганцевых конкреций¹ со дна океана.

¹ «Природа», 1970, № 5, стр. 63; 1972, № 2, стр. 110.

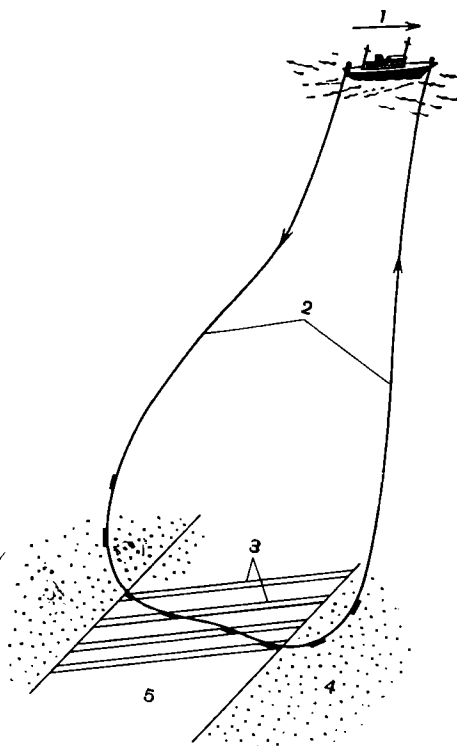


Схема работы конвейерной драговой системы. Показаны только те драги, которые наносятся на нижней части троса. 1 — направление движения судна, 2 — трос; 3 — траектории драг, 4 — необработанная площадь, 5 — обработанная площадь.

В настоящее время конкреции добываются двумя методами: эрлифтовым (засасывание через рабочую головку в трубопровод, спущенный с судна) и конвейерным драгированием. Оба метода, первый из которых разработан в США, а второй в Японии, рассчитаны на добычу конкреций с глубин до 6000 м.

Переработка рудного материала осуществляется гидрометаллургическими методами. Конкрекции сушатся, дробятся и обрабатываются горячими парами соляной кислоты, затем металлы выщелачиваются растворителями, разделяются и осаждаются из раствора электролитически.

Расчеты показали, что промышленная добыча конкреций рентабельна. Для стран, не имеющих собственной металлургической базы, использование запасов океана весьма перспективно.

Colloque Intern. sur l'Exploit. des Océans, v. 1, 1971, pp. 1—39 Bordeaux.



Очаг селеобразования в бассейне р. Чемолган.

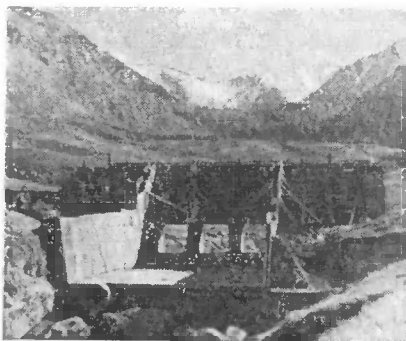
Фото П. Петько

Искусственный сель

В Казахском научно-исследовательском гидрометеорологическом институте (Алма-Ата) ведутся работы по организации полигона для воспроизведения искусственных селевых потоков.

В верховьях реки Чемолган (северный склон Заилийского Алатау) на высоте около 3 тыс. м построена железобетонная плотина высотой 4,5 м с системой затворов, создающая водохранилище емкостью более 40 тыс. м³. Искусственный сброс воды с расходами от 10 до 70 м³/сек. в очаг селеобразования, находящийся ниже, приведет к зарождению селевого потока. Экспериментальное воспроизведение природного процесса даст возможность количественно изучить закономерности возникновения селевого потока, так как конструкция плотины позволяет регулировать расход и продолжительность сброса воды.

Ниже очага селеобразования подготовлены посты наблюдений и измерений селевого потока, оборудованные бесконтактной селеизмерительной аппаратурой.



Плотина будущего водохранилища. Фото Р. Хониной

Подготовительные работы закончены и летом 1972 г. будут начаты эксперименты. Наблюдения за искусственным селом позволят выявить закономерности вовлечения рыхлых обломочных отложений, находящихся в селевом очаге, в процесс движения; получить характеристики селевого потока; определить его динамическое воздействие на препятствие; испытать селеметрическую аппаратуру.

Ю. Б. Виноградов
Кандидат технических наук
Р. В. Хонин
Алма-Ата

Сохранить ресурсы океанов

14—17 декабря 1971 г. в Москве проходила внеочередная сессия Комиссии по рыболовству в Северо-Восточной Атлантике (НЕАФК). В работе сессии приняли участие делегации 14 европейских государств, а также наблюдатели из США и Канады.

Созыв внеочередной сессии НЕАФК (впервые — на уровне министров) вызван необходимостью регулирования промысла с целью более рационального использования богатств Мирового океана. В последние годы в результате чрезмерно интенсивного промысла рыбные ресурсы Северо-Восточной Атлантики резко сократились; особенно тревожно положение с сельдью: ее уловы упали с 3,5 млн т в 1966 г. до 0,63 млн т в 1970 г.

Советские ученые считают, что для каждой страны необходимо установить лимит на вылов сельди в Северо-Восточной Атлантике, исходя из состояния популяции и учета динамики стада, а также запретить лов на нерестилищах и вылов неполовозрелых рыб. Эти предложения советских ученых были поддержаны многими зарубежными специалистами. Однако меры по охране и восстановлению рыбных ресурсов окажутся эффективными только в том случае, если правила рыболовства будут соблюдаться всеми государствами.

Участники внеочередной сессии НЕАФК признали, что создавшееся положение требует принятия согласованных неотложных мер для сохранения должного уровня рыбных ресурсов в Северо-Восточной Атлантике.

Вл. Кречетов
Москва

Первая сессия горного комитета МСОП в Советском Союзе

На основании решения 10-й Генеральной Ассамблеи Международного Союза охраны природы (МСОП) в

Индии был создан специальный комитет по охране природы горных областей мира с резиденцией в Советском Союзе (в Ереване).

В июне 1971 г. в Ереване проходила 1-я сессия Комитета по организационным вопросам. В Комитет вошли ученые из Польши, Чехословакии, Югославии, Австрии, Канады, Швеции, Италии, ФРГ, США. Из Советского Союза в состав Комитета вошли: В. З. Гулисашвили (Тбилиси) и Б. П. Колесников (Свердловск). Председателем этого Комитета утвержден Председатель научного Совета по охране природы АН Арм.ССР Х. П. Мириманян.

Одна из основных задач горного Комитета — объединение ученых, изучающих природные условия горных областей, обобщение научных материалов и разработка конкретных мероприятий по охране горных ландшафтов, по обогащению природных ресурсов гор и их рациональное использование в интересах подъема материального благополучия всех народов мира.

Горный Комитет одновременно является и консультативным органом МСОП по вопросам охраны горных ландшафтов.

На сессии принято решение о создании региональных рабочих групп (по примеру Карпат) в пределах основных крупных горных массивов, таких как Кавказ, Урал, в среднеазиатских горных областях, на Дальнем Востоке, Балканах.

Профессор Х. П. Мириманян
Ереван

Установление контроля за чистотой Великих озер

С 1971 г. США и Канада разработали меры, предусматривающие контроль за чистотой воды Великих озер Северной Америки. Предусмотрены допустимые численные границы для растворенного кислорода, железа, фосфора. Особое внимание обращено на уменьшение содержания соединений фосфора и ртути; установлен также контроль за радиоак-

тивным загрязнением и за термикой озер; специальная служба будет наблюдать за загрязнением нефтью. Завершение этих мероприятий намечается на 1975 г.

Первые меры, предупреждающие загрязнение Великих озер, были предприняты еще в 1909 г., но они оказались недостаточными. Между тем, в районе озер живет 30 млн человек, производится 20% всего национального продукта США и 50% национального продукта Канады. В особенно угрожающем состоянии находятся озера Эри и Онтарио. Масса водорослей у г. Кливленда (о. Эри) с 1930 г. по 1960 г. увеличилась в 12 раз, а в 1960—1969 гг. — еще вдвое. Содержание фекальных бактерий возросло за это время в тысячу раз.

«Internat. Geophysics», 1971, № 3, pp. 581—587 (США).

Новая мастерская эпохи ранней бронзы

В районе Веркора (департамент Дрома, Франция) французские археологи открыли новую кремниевую мастерскую, датируемую археологически бронзовым веком. Она расположена на высоте 1100 м над ур. м. в приальпийской зоне. На поверхности плато и в его покровных отложениях выявлены многочисленные скопления кремния, из которого первобытный человек изготовлял орудия. Находки распространены на площади 10 км². Собрано несколько тысяч изделий: отщепов, пластин, нуклеусов, готовых и незаконченных орудий.

По мнению исследователей, новая мастерская близка по технике расщепления камня и составу орудий к знаменитым мастерским, открытым в районе Гран-Прессиньи (Франция). Керамика, обнаруженная на территории этих мастерских, позволяет датировать их эпохой ранней бронзы. Дальнейшее изучение этого памятника внесет ясность в вопросы хронологии поздних (по сравнению с каменным веком) кремневых мастерских, об эволюции техники расщепления и обработки орудий, специализации мастерских.

«Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences», ser. D, v. 272, 1971, № 11, pp. 1491—1494 (Франция).

Астрономические наскальные рисунки Армении

Ряд найденных в последние годы в Гегамских и Варденисских горах Армении наскальных рисунков носит астрономический характер. Описание современных созвездий и их знаков известно еще с IV в. до н. э. Часть исследователей (К. Фламарин, В. Олькотт и др.) пришли к выводу, что некоторые астрономические знания, в частности — разделение неба на созвездия и составление звездной карты, впервые появились на территории, значительная часть которой занимает Армянское нагорье.

На обнаруженных каменных «картах» (рис. 1) изображены, вероятно, видимые невооруженным глазом звезды созвездий Льва, Скорпиона, Стрельца, Орла, Дельфина и богатая мелкими звездами часть Млечного

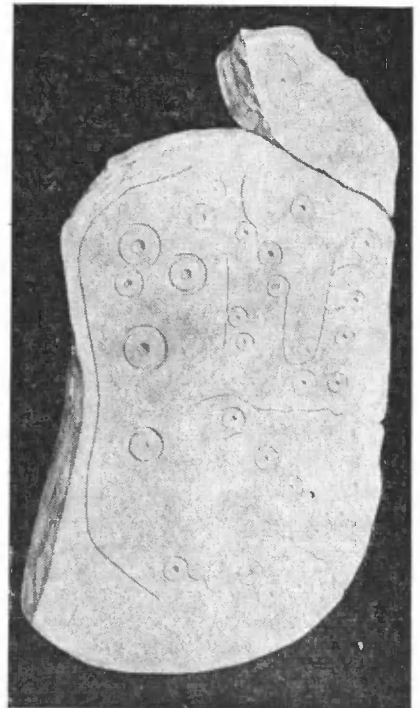


Рис. 1. Астрономические рисунки на камне. На фоне созвездий Льва, Скорпиона, Стрельца, Орла и Дельфина показано падение яркого болида.

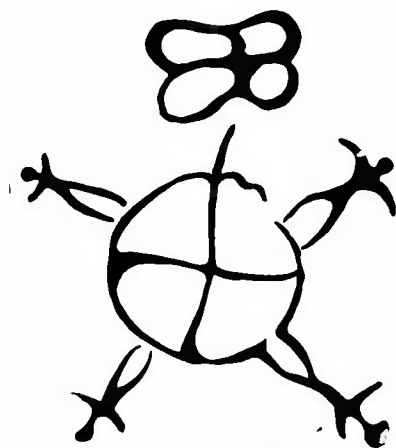


Рис. 2. Иероглиф Земли (?) — круг с четырьмя человеческими фигурами.

Пути. Созвездие современного Лебедя в те времена изображалось как Меч, Лира — как Щит, Лисичка — как Треножник. Рядом с яркими звездами Орла наши далекие предки поместили Улитку. На фоне звезд показано необычное небесное явление — падение яркого болида.

Нарисованный на скале круг (рис. 2), разделенный взаимно перпендикулярными линиями на четыре части, можно толковать как знак (иероглиф) Земли. С четырех сторон Земли изображены человеческие фигуры. На двух камнях нарисованы круги с 29 длинными и одним коротким лучами (см. рис. на 2-й стр. обл.). Вероятно, здесь мы имеем дело с периодом повторения фаз Луны. Другие наскальные изображения показывают, что уже в те времена год делился на 12 месяцев. К такому же убеждению привело в свое время изучение пояса-календаря бронзового века, хранящегося в Государственном музее истории Армении.

Найденные наскальные астрономические рисунки важны для освещения ряда вопросов истории астрономии.

Б. Е. Туманян
Доктор физико-математических наук

Астрономическая обсерватория Ереванского государственного университета

*

Наскальные рисунки горных районов Армении вот уже в течение почти столетия привлекают внимание ис-

следователей¹. Датируемые в основном в пределах V—I тыс. до н. э., они дают богатый материал для характеристики хозяйства, идеологических представлений и искусства древних племен. Часто изображаемые сцены охоты и скотоводства указывают на их связь с промысловой магией. Недаром целые композиции нередко многослойных наскальных рисунков встречаются именно в районах летних пастбищ. Имеются и рисунки «культовой тематики» — заклинания, магические танцы. В различных сценах, а иногда и отдельно встречаются символы, изображающие Солнце, Луну, другие небесные тела, а, возможно, и отдельные созвездия, передаваемые комплексами различных знаков. Не исключено, что некоторые созвездия символически связывались с определенными животными и носили их имена. Широкое развитие астрально-космических представлений у племен земледельцев и скотоводов было тесно связано с их хозяйственной деятельностью, во многом определяемой природными циклами. Простое чтение карты звездного неба, необходимое охотнику для пространственной ориентации, теперь дополнялось наблюдениями, связанными с календарными циклами. Неудивительно, что именно опыт, накопленный в этой области земледельческо-скотоводческими общинами, стал основой астрономии Египта и Месопотамии. К числу материалов, позволяющих изучать древнейшие астрономические представления, и относятся рисунки, публикуемые Б. Е. Туманяном. Следует, однако, иметь в виду, что обоснованная интерпретация конкретных изображений требует значительной работы ученых разных специальностей и прежде всего астрономов и историков материальной культуры. За предварительной информацией должно последовать всестороннее исследование.

В. М. Массон
Доктор исторических наук
Ленинград

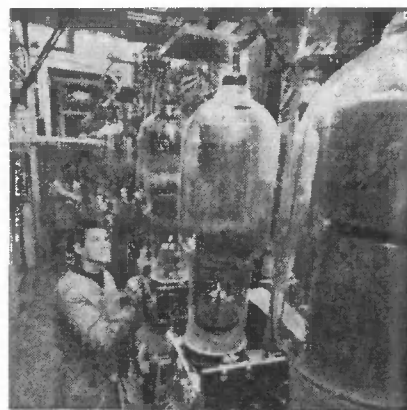
¹ См. А. А. Мартиросян, А. Р. Израелян, Наскальные изображения Гегамских гор, Ереван, 1971.

Коротко

● В связи с появлением экспериментальных данных о полных сечениях взаимодействия γ -квантов с нуклонами при больших энергиях, сотрудники Физико-технического института АН УССР А. И. Ахиезер и М. П. Рыкало провели расчет такого рассеяния, исходя из кварковой модели строения нуклонов. Полученные результаты дают достаточно удовлетворительное совпадение с экспериментом.

«Письма в ЖЭТФ», т. 14, 1971, вып. 3, стр. 181.

● В Институте ядерной физики Сибирского отделения АН СССР (Новосибирск) пущена первая очередь третьей уникальной ускорительной установки, действующей на встречных пучках (ВЭПП-3). На установке до-



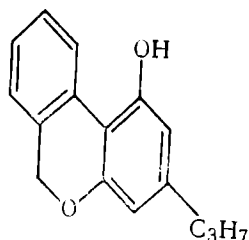
стигнута энергия электронного пучка в 2 млрд электрон-вольт, а в ближайшее время она составит 3,5 млрд эв.

Фото ТАСС

● Для усиления противомикробного действия лизоцима предложено применять комплексные соединения этого фермента с различными пенициллинами. Полученные комплексы лизоцима с феноксиметилпенициллином, пропициллином, пенициллином G, ампициллином, метициллином, оксациллином, бетацином и другими природными или синтетическими препаратами пенициллинов обладали высокой терапевтической активностью.

Английский патент, кл. С 2А, С 3Н (С07d99/20, С07g 7/02) № 1224235, опубликован 3.3.71 г.

● Ф. Меркус (Нидерланды) исследовал химический состав препарата из индийской конопли (*Cannabis indica*). С помощью метода тонкослойной хроматографии на пластинках с силикагелем автору удалось при анализе эфирного экстракта из этого



препарата получить новое вещество с молекулярным весом 282, названное каннабиварином.

«Pharmaceutisch weekblad», В. 106, 1971, № 9, С. 69 (Нидерланды).

● Группа голландских исследователей установила, что американская панцирная щука (*Lepisosteus osseus*) дышит воздухом, причем воздушное дыхание может обеспечивать до 70—80% необходимого рыбе кислорода. Функцию дыхательного органа выполняет плавательный пузырь. Вдох осуществляется с помощью ротовой полости, а выдох — пассивный, за счет гидростатического давления воды.

«Respiration Physiology», v. 11, 1971, № 3, pp. 285—307 (Нидерланды).

● 12—16 октября 1971 г. в г. Баку проходил 1-й Всесоюзный съезд протозоологов, организованный Всесоюзным обществом протозоологов. Обсуждались актуальные вопросы современной протозоологии: фауна свободноживущих и паразитических простейших, их биологии, развитию, эволюции, субмикроскопическому строению, физиологии, биохимии, изменчивости, генетике, кариологии, биохимии и другим вопросам.

● В истории мобилизма — теории горизонтального перемещения материков — И. И. Белостоцким обнаружен ранее не известный факт. Более чем за 100 лет до А. Вегенера натуралист-самоучка Иван Данилович Ёртов высказал представления, пред-

восхитившие идею мобилизма, в книге «Мысли о происхождении и образовании миров», изданной в 1805 г.

● 26 ноября 1971 г. в Москве на здании Института биохимии им. А. Н. Баха (Ленинский проспект, 33) была открыта мемориальная доска памяти великого советского ученого, академика Николая Ивановича Вавилова (1887—1943). В этом здании помещался Институт генетики АН СССР, который возглавлял Н. И. Вавилов с 1934 по 1940 гг.

● Президиум АН СССР присудил премию имени А. А. Маркова 1971 г. доктору физико-математических наук В. М. Золотареву (Математический институт им. В. А. Стеклова), профессору В. В. Петрову (Ленинградский государственный университет им. А. А. Жденова), члену-корреспонденту АН Литовской ССР В. А. Статулявичусу за цикл работ по предельным теоремам для независимых величин для цепей Маркова. Эти работы существенно уточняют ранее установленные результаты и ставят новые задачи, связанные с поведением сумм случайных величин.

● Президиум АН СССР присудил золотую медаль имени А. М. Ляпунова 1971 г. академику В. В. Сергеевичу за монографию «Математические задачи односкоростной теории переноса частиц». В монографии получены фундаментальные результаты по теории новых задач математической физики — односкоростным интегро-дифференциальным уравнением переноса частиц.

● Президиум АН СССР присудил премию им. С. В. Лебедева 1971 г. академику С. С. Медведеву (посмертно) и доктору химических наук А. Р. Гантмахер (Физико-химический институт им. Л. Я. Карпова) за цикл работ по полимеризации углеводородных мономеров в присутствии щелочных металлов и их органических соединений. Результаты этих исследований широко используются химиками, разрабатывающими процессы анионной

полимеризации с целью получения новых видов синтетических каучуков.

● Президиум АН СССР присудил золотую медаль имени Д. Н. Прянишникова 1971 г. члену-корреспонденту АН СССР А. В. Соколову по совокупности работ в области питания растений и применения удобрений. Эти работы явились необходимой теоретической предпосылкой для обоснования ассортимента удобрений и планового размещения туковых заводов в СССР.

● Президиум АН СССР присудил премию имени О. Ю. Шмидта 1971 г. члену-корреспонденту АН СССР В. А. Магницкому за монографию «Внутреннее строение и физика Земли» (1965 г.). В монографии изложены современные представления о внутреннем строении Земли, ее свойствах, о процессах образования и развития основных оболочек Земли.

● Президиум АН СССР присудил премию имени Г. В. Плеханова 1971 г. члену-корреспонденту АН СССР М. Т. Иовчуку за работы «Г. В. Плеханов и его труды по истории философии», (1960 г.) и «Ленинизм, философские традиции и современность» (1970 г.)

● Президиум АН СССР постановил организовать во Владивостоке Институт автоматики и процессов управления с Вычислительным центром Дальневосточного научного центра Академии наук СССР.

● В октябре 1971 г. в Гренобле (Франция) учреждена Национальная ассоциация по изучению снега, снежных обвалов и лавин. Задача ассоциации — согласование и ориентирование деятельности различных учреждений и организаций по исследованию явлений снежных обвалов и лавин.

«Новости ЮНЕСКО», 1971, № 11, стр. 14.

Русская география за тысячу лет

Я. М. Свет
Москва

Д. М. Лебедев, В. А. Есаков. РУССКИЕ ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОТКРЫТИЯ И ИССЛЕДОВАНИЯ. М., «Мысль», 1971, 512 стр., ц. 2 р. 50 к.

Темно-зеленый переплет этого издания вместил в себя не одну, а две книги. Совершенно самостоятельные книги Д. М. Лебедева и В. А. Есакова. Первая из них охватывает девять веков (X—XVIII вв.), вторая — 117 лет (XIX столетие и первые 17 лет XX столетия).

Различна специфика этих книг, различны программные установки авторов, различен их подход к теме, различна их литературная манера. И очень жаль, что издательство не проставило на субтитлах этих «субкниг» фамилии авторов.

Появление книги Д. М. Лебедева и В. А. Есакова — факт весьма отрадный. По существу, наша историко-географическая наука впервые получила сводную работу, охватывающую всю историю русских путешествий на материках, в морях и океанах земного шара.

Задачи, связанные с подготовкой такого труда, необычайно сложны. Необъятна географическая и историческая литература, посвященная русским открытиям и исследованиям, в их истории до сих пор сохраняются белые пятна, ряд существенных проблем вызывал и вызывает поныне горячие споры.

Авторы книги отдавали себе отчет во всех этих трудностях и успешно их преодолели прежде всего потому, что у каждого из них за плечами огромный опыт историко-географических исследований.

Обратимся сперва к «Русским географическим открытиям и исследованиям X—XVIII вв.» Д. М. Лебедева.

Автор принял совершенно справедливое решение уделить особое внимание анализу тех проблем, которые по сей день остаются в истории географии неясными и дискуссионными. Это, прежде всего, проблема первоначального знакомства с Уралом и выявление дат, этапов детальности и точности открытий наиболее крупных географических объектов: Новой Земли, архипелага Шпицбергена, Таймыра, Камчатки. Проблема картографических представлений о Каспийском море, весьма смутных и изменчивых почти на всем протяжении девятивекового периода, также получила всестороннее освещение в этой части книги. Внимание автора привлекли и спорные вопросы, связанные с организацией важнейших русских экспедиций XVIII в. (И. Евреинова и Ф. Лукина, Первой и Второй Камчатских и академических экспедиций 1768—1774 гг.).

Что весьма существенно, все эти проблемы рассматриваются автором в неразрывной связи с общим ходом тех открытий и исследований, которые способствовали формированию физико-географических представлений о территории Европейской России, Сибири и Средней Азии. Наглядным примером такой плодотворной связи являются две начальные главы, дающие исчерпывающее представление об эволюции географических знаний в Киевской Руси в удельный период и в эпоху монгольского нашествия. С большим мастерством автор проанализировал многочислен-

ные и порой весьма противоречивые данные русских летописей, труды арабских географов и путешественников, византийские источники (в частности, географические указания о Южной России Константина Багрянородного), различные памятники русской географической литературы XII—XIV вв. и наиважнейшие работы историков и географов XIX—XX вв.

Такой подход дал автору возможность строго объективно оценить наиболее спорные проблемы историко-географического прошлого.

Так, подвергнув перекрестной критике сообщения «Повести временных лет» о хождении новгородцев в Югорскую землю, автор пришел к вполне обоснованному заключению, что эти сообщения «говорят лишь о непосредственном ознакомлении русских в результате всех их путешествий к концу XI — началу XII в. с примыкающими с запада к Уралу европейскими областями. Мнение же о пересечении ими Уральских гор, а тем более о продвижении к началу XII в. в северные сибирские области необоснованно» (стр. 16).

Автор при этом подчеркивает, что даже и в этих, более скромных границах факт продвижения русских столь далеко на северо-восток на рубеже XI и XII вв. имел очень большое значение в истории географии.

Очень важен вывод автора о времени действительного проникновения русских людей за Урал. Он полагает, что со второй половины XII в. новгородцы стали неоднократно пересе-

кать Уральский хребет и спускаться в сибирские области, а в XIV в. факт такого проникновения в бассейн Оби и к азиатским берегам Северного Ледовитого океана становится уже совершенно бесспорным.

Точно так же автор вносит ясность и в запутанный вопрос о поэтапном открытии Новой Земли. Д. М. Лебедев считает, что русские задолго до 1584 г. уже имели отчетливое представление об островном характере южного острова, не раз плавали через Маточкин шар и, возможно, посещали и северный остров Новой Земли.

Большой интерес вызывает трактовка проблемы первооткрытия Шпицбергена. Автор приходит к выводу, что «можно лишь в качестве гипотезы и в очень осторожной форме допустить, что наибольшее право на приоритет первооткрытия имеют... русские и скандинавы» (стр. 81). Касаясь вопроса о времени появления первых документальных известий о знакомстве русских со Шпицбергом, Д. М. Лебедев присоединяется к мнению советских исследователей П. А. Фрумкина и С. В. Обручева, полагающих, что именно таким свидетельством явилось письмо нюрнбергского ученого Иеронима Мюнцера португальскому королю Жуану II (Хуану II у Д. М. Лебедева) от 14 июля 1493 г.

В книге, на наш взгляд вполне убедительно, подчеркивается большая роль Ф. Алексеева в открытии Берингова пролива. Нельзя не согласиться с заключением, что для восстановления элементарной исторической справедливости надо называть всю экспедицию, открывшую Берингов пролив, плаванием (походом) Федота Алексеева Попова — Семена Дежнева.

Интересны выводы о характере поэтапного открытия Камчатки и роли в ее исследованиях В. Атласова и его предшественников и преемников. По мнению автора, наиболее ранним изображением Камчатки в виде полуострова, вероятно, является «Чертеж вновь Камчадалские земли», составленный около 1700 г.

XVIII в. — эпоха, с которой тесно связаны наиболее значительные работы Д. М. Лебедева. Естественно,

что ключевые проблемы географических открытий и исследований этого века получили в книге глубокое и всестороннее освещение. Особенно ценны характеристики обеих Камчатских экспедиций. Касаясь истории академических экспедиций 1768—1774 гг., автор подчеркивает, что их работы явились воплощением гениальных идей и замыслов М. В. Ломоносова и внесли огромный вклад в физико-географическое изучение России.

Отметим, что все пять глав первого раздела книги сопровождаются краткими примечаниями, в которых содержатся ссылки на использованную литературу. К сожалению (это относится также и ко второму разделу книги), библиографический аппарат этим и ограничивается. Думается, что это вина не столько авторов, сколько издателей, стремящихся предельно сжать научный аппарат книг даже в тех случаях, когда они предназначены для читателей-специалистов.

Второй раздел книги — «Русские географические открытия и исследования XIX — начала XX в.» написан специалистом в этой области истории географии, автором ряда работ по истории русских морских исследований XIX в. В целом этот раздел представляет собой краткую, но весьма содержательную сводку основных русских открытий и исследований, совершенных и проведенных не только на территории России, но за ее пределами.

Приступая к работе, В. А. Есаков особо оговорил то обстоятельство, что по методам исследования эпоха, представленная в данном разделе, может быть подразделена на два этапа. На первом этапе географические исследования в значительной мере сохраняли описательный характер, на втором, начиная примерно с середины XIX в., они все в большей и в большей степени основывались на теоретических достижениях физической географии и смежных естественных наук. В связи с этим претерпевала изменение и система географических исследований, заметную роль приобретали недавно основанные научные общества (Географическое и др.).

Автор дает развернутую оценку

итогах русских кругосветных экспедиций первой половины XIX в. и подробно характеризует ход географических исследований Европейской России, Кавказа, Сибири, Приаралья и Каспийского региона на этом этапе.

Сравнительно немного места уделено Русской Америке, причем здесь допущены досадные фактические ошибки. И. Кушков не мог заниматься исследованиями в Калифорнии в 40-х годах XIX в., так как он умер в 1823 г. Неточно указаны маршруты П. Корсаковского; И. Я. Васильев стал М. Н. Васильевым.

В книге сведены воедино материалы по истории зарубежных путешествий русских географов. Очень интересные оценки путешествий Р. Данибегова в Индию в конце XVIII — первой трети XIX в. и описания работ Е. П. Ковалевского в Африке и М. П. Вронченко и П. Чихачева в Малой Азии. Автору можно выразить признательность за прекрасную характеристику итогов исследований П. Чихачева, имя которого, к сожалению, нечасто встречается в наших историко-географических трудах.

Кратко, но очень ясно охарактеризована эпоха крупных географических открытий в Центральной и Средней Азии, затронуты проблемы открытий и исследований в Сибири и на Дальнем Востоке во второй половине XIX и в начале XX в. Автор прослеживает эволюцию воззрений на геоморфологию, геологию и почвенный покров России, останавливается на исследованиях по географии растений и животных.

Касаясь всего труда в целом, необходимо отметить, что с выходом его в свет мы получили исключительно ценное издание, дающее общее представление о процессе открытия и изучения нашей родины на протяжении почти целого тысячелетия.

Второе открытие Гёте

Ю. А. Шрейдер
Кандидат физико-математических наук
Москва

И. И. Канаев. ГЁТЕ КАК ЕСТЕСТВОИСПЫТАТЕЛЬ. Л., «Наука», 1970, 466 стр., ц. 1 р. 44 к.

За год до смерти великий Гёте — прежде и теперь безусловный эталон художественного гения — жаловался на то, что его широко знают только как поэта. Ибо главным делом своей жизни он считал научный труд о хроматике, в котором безуспешно пытался опровергнуть учение Ньютона о цвете.

Особенного признания эти работы не получили, как и остальная научная деятельность Гёте. Появляется искушение объяснить все просто: великий человек может позволить себе дилетантскую забаву или старческую причуду. Бывает и такое. Но не в этом случае. И. И. Канаев убедительно показывает, что дилетантством в научных работах Гёте и не пахло. Кроме того, основной труд о хроматике был издан спустя лишь четыре года по окончании первой части «Фауста», а начат за двадцать лет до этого. Так что о возрастных причудах тоже не могло быть речи. Больше того. Читая книгу И. И. Канаева, начинаешь понимать, что научные занятия Гёте интересны и поучительны.

Автор сумел преобразить недоступного «олимпийца» в живого собеседника со всеми сомнениями, трудностями и заблуждениями. Гений выделяется среди прочих людей вовсе не своей безошибочностью. Ведь и гениальный Ньютон договорился до чудовищных вещей в «Замечаниях на книгу пророка Даниила». Скорее, гений определяется своей необходимостью для истории и умением хорошо делать то, что на самом деле необходимо. Самому Гёте принадлежит блистательный афоризм: «Люди,

которых не хватает для необходимого, возятся с ненужным»¹.

Всем содержанием книги И. И. Канаев подводит нас к мысли о необычайной цельности Гёте, для которого и наука и поэзия — только разные инструменты познания мира, отождествляемого с природой. По мысли Гёте, разница между наукой и искусством состоит в завершенности последнего и невозможности достичь цельного в рамках чистой науки.

Мы в состоянии отделить Толстого-художника от Толстого-«толстовца». Последний вообще отрицал искусство. У Гёте разные аспекты деятельности неразделимы: каждая сторона его творчества обогащает другую. Но почему тогда результаты так несравнимы? И тут выясняется, что научные работы Гёте не столь уж незначительны. Их высоко оценивали и многие современники Гёте, и ученые нашего времени.

И. И. Канаев подробно рассматривает работы Гёте о хроматике и его спор с воззрениями Ньютона. Наблюдая преломление солнечного света в призме, Ньютон обнаружил, что «белый цвет» распадается на чистые (монохроматические) цвета — «цвета радуги», которые дальше не разлагаются. Но вот хорошо известный факт: смешав желтый и синий цвета, мы получаем зеленый. Зеленый оказывается не чистым цветом, а разложимым на два. Есть много других подобных закономерностей смещения цветов — они хорошо известны любому, кто рисовал хотя бы цветными карандашами.

Тончайшие наблюдения над восприятием цветов, многочисленные тщательно выверенные опыты по изучению влияния цветового фона, освещенности и других факторов на оценку цвета... И в результате Гёте приходит к своей концепции природы цвета: белый цвет — чистый, а остальные цвета суть искажения белого за счет рассеяния на мутных средах. Например, синий цвет неба происходит за счет рассеяния солнечного света в атмосфере.

Концепция Гёте не нашла успеха и признания у физиков его времени, чувствующих правоту Ньютона (а может быть, просто доверяющих его авторитету). Современная физика подтвердила правоту Ньютона. Но работы Гёте открыли другую научную область — физиологию цветного зрения, изучающую восприятие цветов человеком. Оказалось, что сам Гёте неверно классифицировал свою работу. (Аналогичная ситуация сегодня возникла бы, если бы он стал претендовать на ученую степень не по тем наукам.)

Интересно не само недоразумение, а его причины. И. И. Канаев подчеркивает, что для Гёте «человек есть мера всех вещей». То, как природа открывается внимательному наблюдателю, имеет для него гораздо больше веса, чем любая отчужденная от наблюдателя теория. Для Ньютона существен внутренний механизм явления, и, разумеется, не случайно, что он угадал этот механизм гораздо лучше, чем Гёте. Но ценность наблюдений Гёте от этого не снижается.

Возьмем хотя бы идею Гёте о неразрывности наблюдателя и наблюдаемого. Ее легко сопоставить с

¹ И. В. Гёте. Избр. соч. по естествознанию. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1957, стр. 403.

идеями квантовой физики о необходимости учета в физической теории взаимодействия между прибором и объектом. В связи с этим особенно интересны приводимые в книге высказывания одного из творцов современной физики В. Гейзенберга, содержащие высокую оценку Гёте.

Интересно прослежено у И. И. Канаева отношение Гёте к математике. Хотя в своей работе Гёте — принципиальный противник линии Платона — Пифагора, ориентирующейся на поиск математических законов, «правящих миром», он весьма уважительно относится к математике как тончайшему орудию человеческого познания. Он протестует только против монополии математических методов. И это звучит весьма актуально в наше время, когда сама математизированная форма изложения предмета подчас служит «патентом на научность» и психологическим доказательством истинности. Но есть и другая сторона, на которую обратил внимание В. Гейзенберг (цитируемый И. И. Канаевым). Гёте понимал математику только как науку об измерениях. Но математика занимается и логическими отношениями, и симметриями, и свойствами формы. Сам Гёте, не сознавая того, подходит в хроматике к математическому стилю изложения.

Весьма примечательно, что в дальнейшем возникла математическая модель цветовых отношений, описывающая результаты смешения цветов, которые изучал Гёте. Все дело в том, что, хотя справедливо, что гармоническое колебание с длиной волны 0,55 мкм воспринимается как зеленый цвет, человек способен и другие виды колебаний воспринимать как тот же цвет. Элементарным объектом физиологии зрения являются не гармонические колебания, а классы волновых процессов, воспринимаемые человеком как одинаковый цвет. Именно для этих объектов устанавливаются отношения сходства и правила композиции. Смешение спектрально чистых цветов физически не есть спектрально чистый цвет, но воспринимается нами подобно чистому цвету. Стало быть, если копнуть несколько глубже самого феномена и не принимать как постулат, что оди-

наково наблюдаемые явления имеют тождественную природу, то противоречие между Гёте и Ньютоном легко снимается.

Но Гёте не хочет идти в глубь феномена — он принципиально только наблюдатель природы. Поиск математической схемы для него уже «незаконное» средство — отход от наблюдения, а не способ осмыслить и уточнить наблюдаемое. В этом слабость Гёте. С другой стороны, он первоклассный наблюдатель. Не сухой регистратор, а вдумчивый наблюдатель, понимающий ненужность кругосветного путешествия, чтобы убедиться в синем цвете неба. И хорошо понимающий недостаточность любой формальной схемы для описания живого многообразия природы. «Все теоретическое, что мы предпринимаем по отношению к природе, — это только приближения, при которых скромность более чем рекомендуется» (письмо к Шиллеру от 25 февраля 1798 г.). И. И. Канаев приводит очень яркую выдержку — реакцию Гёте на чтение Гольбаха, из которой видно, насколько Гёте чужды механистические тенденции примитивного объяснения сущности природы.

Есть распространенный психологический предрассудок — удовлетворяться лишь теми фактами, которые сейчас наука считает существенными. Гёте был на редкость не подвержен его действию. Для Гёте ценно все наблюдаемое в природе. Но это свойство переросло у него в скепсис по отношению к любым попыткам проникнуть за непосредственно наблюдаемое: «Теория сама по себе ни к чему. Она полезна лишь постольку, поскольку дает нам веру в связь явлений»¹.

Здесь видно, что конкретная научная деятельность Гёте непосредственным образом связана с его философско-признавательными установками. Эта связь оказывается очень отчетливой и проявляется как в достижениях, так и в ошибках. И. И. Канаев посвятил философским воззрениям Гёте одну из интереснейших глав книги.

¹ И. В. Гёте. Избр. соч. по естествознанию. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1957, стр. 404.

Наиболее близким философом для Гёте оказался Спиноза, и именно его влиянием на поэта больше всего занимается И. И. Канаев. Бесспорно одно: Гёте по своим воззрениям был, как Спиноза, пантеистом. Возникает кажущееся противоречие: Гёте активно защищает Спинозу от обвинений в атеизме и в то же время, как справедливо показывает И. И. Канаев, Гёте очень близок к материалистической философии. Здесь, пожалуй, следовало бы яснее показать, что сам по себе пантеизм в известном смысле гораздо ближе к материализму, чем к церковному теизму.

В пантеизме теряется само противопоставление между божеским и человеческим, духовным и материальным. Остается только понятие «бога в слабом смысле» как общей одухотворенности природы. Естественно, что с точки зрения религиозных мыслителей пантеизм оценивается как безбожие. И в то же время пантеизм был той идейной основой, с позиции которой Гёте отвергал механический материализм французских энциклопедистов.

Видимо, Гёте ощущал неудовлетворительность этического аспекта пантеизма, хотя сам Спиноза считал этику основной частью своей философии. К сожалению, И. И. Канаев обрывает анализ философских установок Гёте на гносеологии и не касается этики.

Стоило показать более конкретно, как проявляется пантеистическая настроенность Гёте в его научной методологии. Для Гёте существенно понятие «прафеномена» — эталона, который объясняет, как устроена серия родственных явлений. Гёте принципиально не признавал идеи, воплощаемой в явлении, но стоящей как бы над этим явлением. В пантеизме нет места для чего бы то ни было, стоящего над природой. Воспользуемся грубой аналогией. Можно попытаться отдельно описывать некие принципы красоты, а затем смотреть, как они воплощаются в предметах. Или, в обратном порядке, искать общие законы красоты, свойственные разным ее проявлениям. Но можно поступить совсем иначе: создать или выбрать эталон красоты. Вот это и будет примерно то, что Гёте понимал

под прафеноменом. Он нарисовал «прарастение». Эта не гипотетический предок растительного царства. И не платоновская «идея растений». Это просто эталон, по которому можно увидеть принцип строения любого растения.

В хроматике основным феноменом, по Гёте, является изменение окраски мутной среды в зависимости от фона, на котором мы ее рассматриваем. К этому прафеномену Гёте стремится свести все многообразие цветовых явлений. Метод сведения к прафеномену, выделения из наблюдаемого ряда типического представителя, или конструирование эталонного типа, хорошо прослеживается И. И. Канаевым в занятиях Гёте морфологией. Вообще Гёте придает громадное значение наблюдаемым в природе формам. Для него форма — это и есть высшая организация мира. Если угодно, форма и есть бог для пантеиста Гёте. И, безусловно, это как раз вызывает тем, что для Гёте не существует, как справедливо отметил И. И. Канаев, кантовского противопоставления: явление — сущность. Сущность явления и есть форма.

Любопытно проделать мысленный эксперимент: перенести Гёте лет на сто вперед и заставить заниматься

атомной физикой. Вполне можно себе представить, что Гёте мог бы придумать боровскую модель атома с электронами, обращающимися вокруг ядра. (Противоречие этой модели с законами сохранения классической физики вряд ли бы его смутило). Но немислимо, чтобы Гёте придумал уравнение Шредингера или принцип дополнительности Бора — Гейзенберга. Модель Бора похожа на атом, это прототип атома. Волновая функция или неравенство Гейзенберга не похожи на атом. И то и другое отнюдь не описание эталона атома. Это скорее было бы понято им как попытка угадать идею, воплощенную в атоме.

Попытка «примерить» Гёте к науке нашего времени навевает всем духом книги И. И. Канаева, хотя автор вовсе не пытается специально осознать Гёте. Но так оказывается: проблемы, стоящие перед гением, — это проблемы на все времена.

И. И. Канаев весьма удачно подметил одно место, где Гёте уже непосредственно выходит на уровень современной науки. Это то, что сегодня, после работ Л. Бергаланфи, стало называться системным подходом. Автор правильно указывает, что, несмотря на неточность деления природных явлений на уровни, кото-

рое разработал Гёте, сама идея многоуровневости природы весьма существенна. Гёте подошел к весьма актуальной проблеме сводимости любой системы к системам младших уровней. И. И. Канаев справедливо указывает на родство термина Л. Бергаланфи «динамическая морфология», отражающего идею взаимопроникновения уровней, с представлениями Гёте о динамической структуре организма.

Пожалуй, не имеет смысла давать общую оценку книги И. И. Канаева. Достаточно сказать, что затронутые в этой рецензии проблемы далеко не исчерпывают содержания книги. В рецензии не упомянут Гёте-геолог, Гёте — организатор науки и многие другие аспекты фундаментального и многопланового исследования И. И. Канаева. А спорность и незавершенность некоторых концепций автора делают книгу еще более интересной. Серьезный упрек можно предъявить только к техническому оформлению. В такой книге необходимо более подробное оглавление и, конечно же, необходим именной указатель. Можно надеяться, что книге суждено не одно переиздание, и эти дефекты будут исправлены.

Жизнь и путешествия Хейердала

И. Б. Шишкин
Москва

Арнольд Якоби. СЕНЬОР КОН-ТИКИ. Перевод Л. Жданова. Научная редакция и послесловие кандидата исторических наук Г. И. Анохина. М., «Мысль», 1970, 248 стр., ц. 1 р. 08 к.

Издательство «Мысль» сделало хорошее дело, выпустив биографию всемирно известного норвежского путешественника, писателя и ученого Тура Хейердала.

Это увлекательный рассказ о человеке, биография которого удивитель-

на, красочна и временами напоминает приключенский роман. Перевел книгу — и перевел отлично — Л. Жданов. Издательство «Мысль» приложило немало усилий, чтобы книгу приятно было взять в руки: супер-обложка, переплет, форзац, рисунки, докумен-

тальные фотографии сделали книгу столь же привлекательной по оформлению, сколь привлекательна она по содержанию.

В работе над биографией своего героя А. Якоби использовал книги и статьи Т. Хейердала, его письма, мно-

гочисленные материалы мировой прессы, а также свои воспоминания и впечатления. Много места в книге А. Якоби уделено экспедициям. Особый интерес представляет рассказ о путешествиях Т. Хейердала на западное побережье Канады (1939—1940), на Галапагосские острова (1953) и в леса Амазонки (1954). Об этих экспедициях Т. Хейердал не написал научно-популярных книг, подобных «Путешествию на «Кон-Тики» или «Аку-Аку», поэтому посвященные им главы читаются с особым вниманием.

Большое место в книге уделено рассказу, как создавалась гипотеза о заселении Полинезии. Т. Хейердал считает, что вначале островов Полинезии достигла волна переселенцев из Южной Америки, а потом — вторая волна, попавшая на эти острова из Азии, но не прямым путем, а через Северную Америку. Эта гипотеза приобрела в последнее время некоторое число сторонников, но большинство ученых продолжает отстаивать точку зрения о непосредственном переселении предков полинезийцев из Юго-Восточной Азии.

А. Якоби показывает, как складывалось мировоззрение Т. Хейердала, вырабатывался его научный метод. Согласно А. Якоби, сильная сторона Т. Хейердала как ученого — широта подхода к изучаемым проблемам, использование данных различных наук (истории, археологии, этнографии, географии, антропологии, зоологии, ботаники). Этот комплексный подход оказался плодотворным и дал возможность если и не решить проблему, то, во-первых, подметить слабые места в старых гипотезах и, во-вторых, установить ряд новых фактов и по-новому сформулировать стоящие перед учеными задачи.

Большое место в книге уделено полемике Т. Хейердала со своими оппонентами по поводу проблемы заселения Полинезии (стр. 169—188), которая в изложении А. Якоби выглядит приблизительно так. Все критики идей Т. Хейердала приводят неубедительные доводы, то и дело попадают впросак и в конце концов, побежденные логикой доказательств Т. Хейердала, сдают свои научные позиции. Но, детально рассказав, кто, где, ког-

да и как признал правильность идей Т. Хейердала, А. Якоби в конце книги вдруг заявляет: «Теория американского происхождения народов и культур Восточной Океании, защищаемая Хейердалом, и сейчас остается в глазах большинства ученых спорной, другие и сейчас решительно ее отвергают» (стр. 232). Это противоречит предыдущему рассказу, и, прочитав книгу, читатель остается в полном неведении относительно судьбы гипотезы Т. Хейердала.

Особо хочется остановиться на вопросе миграций в связи с морскими течениями. Подводя итог раскопкам на о-ве Пасхи, А. Якоби пишет: «Теперь у Тура не оставалось сомнений: легендарные светлокочие и бородастые «виракочи», которые некогда вышли в море, покинув свой культовый центр в Тиауанако, не пропали в океане, они благополучно причалили к острову и обосновались на «Пупе вселенной» (стр. 215). Казалось бы, все ясно. Но... вспомните плавание Т. Хейердала на «Кон-Тики»: именно с целью доказать возможность пересечения на плоту Тихого океана и тем самым возможность переселения из Южной Америки в Полинезию Т. Хейердал соорудил плот и отправился в путь. Маршрут выбирать не приходилось: он определялся природой, а точнее — морскими течениями, о которых так много пишет А. Якоби.

Куда же принесли течения плот «Кон-Тики»? На о-в Рароа в архипелаге Туамоту. А куда добрались те последователи Т. Хейердала, о которых упоминает в своей книге А. Якоби? Все они или доходили до о-вов Полинезии или их относил к северу, к Галапагосскому архипелагу. Так, У. Уиллис дважды пересекал Тихий океан и достиг: в первый раз (1954) — о-вов Самоа, во второй раз (1963—1964) Самоа, а затем Австралии; плот «Кантута-1» (1955) дошел только до Галапагосских о-вов; плот «Кантута-2» (1959) — до Таити; плот «Тангароа» (1965) — до Таити; две попытки на плоту «Пасифик» (1966—1967) не увенчались успехом, его упорно отослало к Галапагоссам; и, наконец, в 1970 г. плот «Ла Бальса» дошел до берегов Австралии.

А как же с о-вом Пасхи? До него

не добрался ни один плот. Почему? Если мы посмотрим на карту течений Тихого океана, то легко разберемся, в чем тут дело. На карте мы увидим Перуанское течение, идущее с юга на север вдоль берегов Южной Америки. Где-то в районе Галапагосских о-вов это течение переходит в Южное пассатное течение, идущее с Востока на Запад. В западной части Тихого океана это течение разбивается на отдельные ветви, многие из которых отклоняются к юго-западу. Но все ветви, как сохраняющее прежнее направление, так и отклоняющиеся к юго-западу, далеко обходят о-в Пасхи. Вот почему Т. Хейердал и последующие путешественники на плотях, в том случае, если их не относил на север, к Галапагоссам, добирались до каких-либо о-вов Полинезии, но только не до о-ва Пасхи, стоящего далеко в стороне от остальной Полинезии.

Возникает закономерный вопрос: на о-ве Пасхи Т. Хейердал обнаружил памятники древней культуры, которую он считает родственной южноамериканской. Но ни один плот, моделирующий переселение «виракочей» из Южной Америки, на Пасху не попал. Как же попали туда те «виракочи», о которых А. Якоби с полной уверенностью пишет, что они «благополучно причалили к острову»? Ответа на этот вопрос книга А. Якоби не дает.

Впрочем, вряд ли имеет смысл требовать от автора научно-популярной биографии Т. Хейердала строго научного анализа этой проблемы или критики его гипотезы в целом. Не приходится поэтому удивляться и некоторым преувеличениям А. Якоби. Все они объясняются тем, что А. Якоби — не беспристрастный повествователь: для него Т. Хейердал — и друг, и любимый герой, который, убежден А. Якоби, должен всегда и всех побеждать, преодолевать препятствия, переплывать океаны и... разбивать своих оппонентов.

Именно поэтому-то было очень важно, чтобы некоторые преувеличения А. Якоби уравнивались посыланием специалиста, который бы спокойно, объективно, по-деловому показал место гипотезы Т. Хейердала в современной науке. К сожалению, послесловие к книге А. Якоби, напи-

санное Г. И. Анохиным, не только не сбалансировало некоторых слабостей «Сеньора Кон-Тики» но, напротив, усугубило их.

«Действительно, если миллионами читателей Хейердал был признан смелым ученым и героем, достойным подражания,—читаем мы в послесловии,—то среди некоторых наших ученых он встречал негативное отношение» (стр. 237). Это утверждение Г. И. Анохина служит отправным пунктом его дальнейших рассуждений, но, к сожалению, оно искажает истинное положение дел. Ведь суть дела не в том, что «некоторые наши ученые» «негативно» отнеслись к идеям Т. Хейердала, а в том, что к его гипотезе скептически отнеслись специалисты различных стран мира. Под специалистами мы разумею историков, ботаников, этнографов, археологов, лингвистов и антропологов, каждый из которых, с точки зрения своей науки, в чем-то не соглашается с Т. Хейердалом. Что же касается тех ученых, которые отнеслись к Т. Хейердалу не «негативно», а позитивно, то вот что пишут о них советские этнографы и лингвисты: «К настоящему времени весьма значительное число специалистов разных отраслей знания высказали свое отношение к монографии Хейердала «Американские индейцы в Тихом океане». В подавляющем большинстве они дали этой книге отрицательную оценку. Лишь отдельные части книги встретили положительный прием, но, как правило, те части, в которых ученые, оценива-

вшие их положительно, не являются специалистами»¹.

Вызывает возражения и ожесточенная атака Г. И. Анохина на «кабинетных ученых» — не каких-то конкретных лиц, не каких-то определенных профессий, а «кабинетных ученых» вообще, в целом. Г. И. Анохин обрушивается на ученых, которые «не держали в руках факты, не добыли их на месте событий. Поэтому так повелось среди кабинетных ученых: один строит свои гипотезы на сведениях, почерпнутых из печатных трудов другого, а тот, другой, может быть, сам тоже не держал эти факты в руках...» (стр. 240).

Начнем с того, что человек может быть настоящим ученым, хотя он и «не добывал» факты «на месте событий». Г. И. Анохин не замечает и того курьезного факта, что Т. Хейердал, безусловно, относится к тем, кто «строит свои гипотезы на сведениях, почерпнутых из печатных трудов другого...». Об этом неопровержимо свидетельствуют научные работы Т. Хейердала с огромным количеством ссылок на труды других ученых. Фактов же, добытых самим Т. Хейердалом «на месте событий», оказывается ничтожно мало по сравнению со всей массой используемых им данных. Это вполне естественно и говорится вовсе не в укор Т. Хейердалу.

Половину послесловия (стр. 241—246) Г. И. Анохин уделил плаванию на Н. Бутинов, Р. Кинжалов, Ю. Кнорозов. Рецензия на книгу Г. Хейердала «Аку-Аку». «Советская этнография», 1959, № 1, стр. 146.

«Ра-1» (когда книга А. Якоби печаталась, путешествия на «Ра-2» еще не было). Г. И. Анохин с негодованием пишет о тех ученых, которые критически отнеслись к задачам этой экспедиции (стр. 246). Ее цель, по словам Т. Хейердала, заключалась в том, чтобы «доказать, что древние египтяне были в состоянии бороздить океаны на своих судах из растительных волокон»¹. И, главное, выяснить, плавали ли древние египтяне в Центральную Америку (стр. 245—246). Скептицизм специалистов, видимо, все же имеет основание, ибо известно (и еще никем не опровергнуто), что древние египтяне имели мореходные суда из ливанского кедра (а при XVIII династии также и из эфиопского леса), на которых они плавали по Красному морю. Трудно предположить, чтобы для более тяжелого и опасного плавания через Атлантику они заменили деревянные суда на папирусные.

Послесловие должно было снять вопросы, возникающие при чтении книги А. Якоби, дать ей оценку, осветить точку зрения советских специалистов на гипотезу Т. Хейердала. К сожалению, Г. И. Анохин понял свою задачу иначе, упустив из виду, что такой выдающийся человек как Т. Хейердал не нуждается в рекламе, а читатель — в субъективной трактовке ряда сложнейших проблем мировой истории, над которыми работает норвежский исследователь.

¹ Тур Хейердал. Папирусная лодка побеждает океан. «За рубежом», 1970, № 34, стр. 20.

Новые книги

ПРОСТРАНСТВО, ВРЕМЯ, ДВИЖЕНИЕ. Сб. ст. под ред. И. В. Кузнецова. М., «Наука», 1971, 623 стр., ц. 2 р. 20 к.

Каждая эпоха в развитии человеческих знаний вносит новое в содержание понятий пространства, времени и движения. Поэтому проблема про-

странства, времени и движения — вечная проблема философии.

Авторы настоящего сборника — философы и представители конкретных наук: Б. М. Кедров, А. М. Мостепаненко, Ю. В. Сачков, Ю. Б. Румер, В. И. Кремянский, Ю. А. Урманцев и др. Общий замысел книги — рассмотреть понятия пространства, времени и движения в их взаимной зави-

симости и в связи с общими законами природы, такими как принцип сохранения, симметрия, гравитация. Эта задача соответствует современным особенностям научного знания, для которого характерен синтетический подход.

Сборник может представлять интерес для всех, кто работает в области философии и естествознания.

ФИЛОСОФСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ ХИМИИ. Сб. переводов. М., «Прогресс», 1971, 232 стр., ц. 1 р.

Наметившееся в последнее время стремление раскрыть структуру науки путем осмысления наиболее интересных ситуаций в истории ее развития нашло отражение в ряде выступлений крупных зарубежных ученых-химиков.

Основная часть статей, вошедших в этот сборник, посвящена проблемам, связанным с философским и историческим аспектами атомистики. Открывается книга докладом известного английского физико-химика лауреата Нобелевской премии С. Н. Хиншелвуда, в котором он обсуждает вопрос о границах количественного метода в науке. В статьях выдающегося американского физико-химика И. Лэнгмюра рассматриваются современные концепции в физике и их отношение к химии; значение моделей в химии; химия как дедуктивная наука. Представление об онтологическом значении основных понятий в химии изложено в статье В. Декельмана.

В предисловии и примечаниях, которыми снабжен сборник, дан критический анализ некоторых положений.

Издание предназначено философам, химикам, физикам, вообще всем, кто интересуется философскими проблемами естествознания.

А. И. Баженов. ФИЗИКИ-ЛАУРЕАТЫ (Нобелевские премии за работы советских физиков). М., «Знание», 1971, 42 стр., ц. 9 к.

Брошюра рассказывает о работах советских физиков, удостоенных выс-

шей международной награды, знакомит читателя с краткой историей основания Нобелевской премии и ритуалом ее вручения. В конце брошюры приводится полный список всех нобелевских лауреатов по физике с 1901 по 1970 гг. В этом списке упомянуты также имена нескольких ученых, которым была присуждена Нобелевская премия по химии. Это Н. Н. Семенов, чьи работы относятся к областям, пограничным между физикой и химией, а также всемирно известные ученые Э. Резерфорд, Фредерик и Ирен Жолио-Кюри, открытия которых не могли быть в свое время точно классифицированы жюри как физические или химические. «Я имею дело со многими разными превращениями, которые изучал в разные годы жизни,— сказал по этому поводу Э. Резерфорд,— но самое замечательное превращение заключалось в том, что я в один миг превратился из физика в химика».

Брошюра представляет собой первое обобщение сведений о советских ученых — лауреатах Нобелевской премии по физике. Она рассчитана на самые широкие круги читателей.

Анри Пуанкаре. ИЗБРАННЫЕ ТРУДЫ В ТРЕХ ТОМАХ. Том I. Новые методы небесной механики. М., «Наука», серия «Классики науки», 771 стр., ц. 3 р. 22 к.

Замечательный французский математик Анри Пуанкаре (1854—1912) достиг выдающихся результатов почти во всех областях своей науки. Вместе с тем он открыл новую эпоху в истории небесной механики, участвовал в создании теории относительности и квантовой теории, выступал по общим вопросам науки и был ее блестящим популяризатором. Отбирая из этого огромного и исключительно ценного наследия работы для настоящего трехтомного издания, его составители и редакторы решили «свести к минимуму повторение... работ Пуанкаре, имеющихся в русском переводе, и включить... поразительные по богатству идеями и результатами три тома

знаменитых „Новых методов небесной механики“».

Вышедший том «Избранных трудов» Пуанкаре содержит первые части этого произведения, публикация которого завершится во втором томе. Третий том будет в основном посвящен выступлениям Пуанкаре по вопросам, представляющим широкий интерес.

ПОЛИТИКА США В ОБЛАСТИ НАУКИ. Сокр. перев. с англ. под общей ред. и с предисл. Д. М. Гишшани. М., «Прогресс», 1971, 359 стр., ц. 2 р. 07 к.

Вопросы организации науки занимают все более заметное место во внутренней и внешней политике государственно-монополистического капитализма. Об этом документально свидетельствуют обзоры по восьми странам, подготовленные Организацией экономического сотрудничества и развития (ОЭСР). Задача этих обзоров — помочь каждой из стран-участниц проанализировать свою собственную научную политику, а также содействовать развитию научных контактов между соответствующими государствами.

В обзоре, посвященном США, несмотря на его апологетический тон, отмечается много недостатков, присущих организации современной американской науки. В декабре 1970 г. президент Национальной академии наук США Ф. Хэндлер заявил, что пять последних американских президентов не выполнили своих обещаний поддержать научные исследования. Он отметил, что «этот пробел в деятельности демократической и республиканской партий» нашел отражение в «повсеместном разочаровании состоянием науки в США».

Публикация этой книги на русском языке, дающая возможность широкого критического изучения научной политики США, весьма актуальна, поскольку научно-технический прогресс — один из главнейших фронтов соревнования двух социальных систем.

■
Дж. Б. Гёрдон. ПЕРЕСАДКА ЯДЕР И ДИФФЕРЕНЦИРОВКА КЛЕТОК. М., «Знание», 1971, 32 стр., ц. 6 к.

Джон Гёрдон, английский эмбриолог, профессор Оксфордского университета, провел серию интересных опытов по замещению ядра яйцеклетки лягушки ядрами из клеток более поздних стадий. И ему удалось доказать, что ядра клеток взрослых организмов сохраняют весь набор своих генов в том же состоянии, что и ядра яйцеклетки. Но почему в таком случае ядра разных клеток выполняют разные функции?

Сочетая метод пересадки ядер с биохимическими методами, Дж. Гёрдон показал, что активность тех или иных генов находится под контролем цитоплазмы. Установлено при этом, что, регулируя активность генов, цитоплазма не изменяет закрепленную в них наследственную программу.

Брошюра написана автором специально для серии «Биология» изд-ва «Знание».

■
Ю. А. Белый. ИОГАНН КЕПЛЕР. 1571—1630. М., «Наука», серия «Научно-биографическая литература», 1971, 294 стр., ц. 95 к.

В декабре минувшего года исполнилось 400 лет со дня рождения великого немецкого ученого Иоганна Кеплера, который открыл закономерности в движении планет и тем самым заложил фундамент научной астрономии. Кеплер всю жизнь боролся за утверждение коперниковского учения. Труды его полны глубоких размышлений, предвосхитивших позднейшие открытия в области механики, физики и других наук. Наконец, он был первым ученым-естествоиспытателем, установившим понятие законов природы в его современном понимании.

Жизнь Кеплера была полна невзгод. Но несмотря на слабое здоровье, семейные несчастья, материальные лишения и религиозные преследования, он был одним из рож-

денных эпохой «титанов по силе мысли, страсти, характеру, по многосторонности и учености».

В книге рассказывается о шестилетней борьбе Кеплера за жизнь его матери, которую обвинили в колдовстве и хотели сжечь на костре, о работе Кеплера по лунной астрономии с фантастическим описанием полета человека на Луну, о многих других знаменательных событиях его печальной биографии и о драматической судьбе его научного наследия, ныне хранящегося в нашей стране.

■
А. Г. Аркадьев, Э. М. Браверман. ОБУЧЕНИЕ МАШИНЫ КЛАССИФИКАЦИИ ОБЪЕКТОВ. М., «Наука», 1971, 192 стр., ц. 35 к.

Как мы различаем образы, как формируем понятия и из понятий — фразы языка? Для изучения этих сложнейших вопросов начинают использовать методы, основанные на машинном моделировании деятельности мозга. В своей предыдущей книге «Обучение машин распознаванию образов», вышедшей в 1964 г., А. Г. Аркадьев и Э. М. Браверман описали разработанную ими «гипотезу о компактности образа», позволившую построить ряд узнающих машин и объяснить действие некоторых узнающих машин, построенных ранее. В настоящей книге, наряду с уже достаточно известными фактами, излагается дальнейшее развитие этого метода. Много места уделено решению прикладных задач в психологии, медицине, социологии и экономике.

Книга знакомит с принципами автоматической классификации и в основном рассчитана на специалистов смежных наук, которые хотели бы использовать в своей работе методы распознавания образов.

■
БЕРЕЧЬ ПРИРОДУ ПРИКАМЬЯ. Вып. 2. Пермское книжное изд-во, 1971, 179 стр., ц. 30 к.

Под таким заголовком выходят сборники пермской организации Об-

щества охраны природы и Пермской областной организации общества «Знание». Во втором выпуске сборника приняли участие свыше пятидесяти авторов — ученых, преподавателей вузов, учителей средних школ, практиков, так или иначе связанных с охраной природы. Статьи посвящены охране земель, подземных вод, озер и прудов, животных и растительности Пермской области.

Рассматривается вопрос о санитарном благоустройстве Перми. При этом отмечается, что одна из отстающих отраслей благоустройства — зеленое строительство. В среднем на жителя города приходится не более 9 м² насаждений вместо 15—25 м² по норме. Представляет интерес статья о значении биологических способов очистки воздуха.

Материалы сборника будут полезны всем, кто интересуется работой по охране природы. Следующий выпуск предполагается целиком посвятить охране сельскохозяйственных угодий.

■
Ю. Н. Киклевич. ИХТИАНДР. Л., Гидрометеиздат, 1971, 215 стр., ц. 29 к.

В 1965 г. на Украине, в Донецке, появился клуб подводных исследований «Ихтиандр». Как и почему возник он в сугубо «сухопутном» городе шахтеров? Отвечая на этот вопрос, автор говорит о сходстве условий работы под водой и под землей. Но причина, по-видимому, не только в этом. Впрочем, «стремление человека к изучению морских глубин, — как говорит Ж.-И. Кусто, — не всегда легко объяснить».

«Необъяснимая» любовь к подводному миру крепко спаяла коллектив энтузиастов. Клуб стал общественной лабораторией, которая провела три медико-технических эксперимента с длительным пребыванием под водой и ряд других опытов.

Очерки об экспедициях «Ихтиандра» и их участниках представляют интерес для самых широких кругов читателей.

Предполагаемые метеоритные кратеры

Кратер близ Ладожского озера

В последнее время все очевиднее выясняется значительная роль, которую сыграли в истории Земли метеоритные кратеры, вызванные ударами и взрывами крупных метеорных тел. Среди этих космических шрамов наибольший космогонический интерес представляют крупнейшие (и, как правило, древнейшие) ударно-взрывные структуры, размеры которых измеряются десятками километров, подобно лунным циркам. Энергия их образования соизмерима с энергией геологических процессов.

Очевидно, что древние гигантские кратеры лучше всего сохранились на устойчивых континентальных платформах, где геологические пертурбации за протекшие миллионы лет были не столь разрушительны. Наиболее тщательно на метеоритные кратеры пока был обследован Канадский кристаллический щит, где уже найдено более двадцати объектов.

На территории Советского Союза чрезвычайно перспективными в этом смысле представляются Скандинавский, Воыно-Подольский, Алданский и Анабарский щиты. Как известно, на Анабарском щите в 1970 г. был идентифицирован самый большой в мире древний метеоритный кратер — Полигайский, его поперечник достигает почти 108 км, а возраст оценивается в 30 млн лет¹.

Один из руководителей канадской

«кратерной программы» М. Р. Денс предлагает¹ европейским исследователям обратить пристальное внимание на хорошо обнаженный Скандинавский щит. Начиная с 1966 г. в Швеции и Финляндии уже найдены подозрительные депрессии: Лалпаярви, Деллен, Мин и др. В этой связи М. Р. Денс напоминает о полузабытой работе крупного финского геолога Пентти Эсколы.

В 1920 г. П. Эскола обследовал северную часть Ладожского озера. На о. Валаам в валунах среди однообразного гранитного материала его внимание привлекли чужеродные образцы, состоящие из лавы. Направление сноса ледниковой морены указало, что изверженный материал происходит из оз. Янисъярви. Озеро имеет размеры 14 × 26 км, расположено близ северной оконечности Ладожского озера, в 25 км от г. Сортавалы. В середине озера — два скалистых лавовых островка.

Опытного геолога привело в глубокое недоумение строение и состав горных пород, окружающих Янисъярви. П. Эскола писал, что они противоречат всем привычным представлениям об изверженных породах. Дело не только в том, что вулканические проявления на Карельском перешейке довольно нетипичны; не менее странным кажется состав лавы, соответствующий глинистым отложениям, и обилие посторонних включений. По мнению П. Эсколы, трудно даже представить себе какой-либо процесс, при котором расплавленная магма, застывая, образовала бы странные лавы оз. Янисъярви.

Теперь, спустя пятьдесят лет, появилась возможность рассеять справедливое недоумение финского геолога. Несомненно, он наблюдал взрывные туфо-бреккии, установленные сейчас в большинстве метеоритных кратеров, — результат плавления и дробления породы при ударе космического тела.

По мнению М. Р. Денса, Янисъярви можно смело включать в список древних метеоритных кратеров. Кстати, по общему облику оно напоминает канадский кратер оз. Клируотер, также образованный в гранитах и гнейсах и также имеющий центральную горку, выходящую на поверхность в виде островов. Можно предположить, что этот кратер в нескольких часах езды от Ленинграда вновь привлечет к себе внимание исследователей.

Некоторые советские геологи в последнее время обратили внимание еще на четыре интересных объекта. Один из них — Карская впадина поперечником в несколько десятков километров, образующая залив на Югорском п-ве. Там на поверхность выходят следы каких-то катастрофических пертурбаций, которые можно истолковать как взрыв. Другие кратероподобные структуры на поверхности не проявляются; они покрыты мощным слоем более поздних отложений и обнаружены при разведочном бурении.

В 40 км к северу от Кировограда под слоем осадков находится 25-километровая округлая Болтыхская котловина, которая углубляется в кристаллический фундамент на 300—400 м. Недалеко от нее разведана еще одна погребенная депрессия — Ротмистровская впадина.

¹ См. «Природа», 1971, № 9, стр. 78—82.

¹ «Journal of Geophysical Research», v. 76, 1971, N 23, pp. 5552—5565.

В районе Калуги под километровым осадочным чехлом захоронен древний ископаемый кратер поперечником около 15 км. Буровые скважины позволили извлечь на поверхность гранито-гнейсовые брекчии — характерный признак ударно-взрывного дробления.

Е. В. Боровкова

Москва

Кратер на Енисейском кряже

Новые аргументы в пользу метеоритного происхождения большинства мелких (до 1 км в диаметре) кратеров на небесных телах, полученные в результате успешного использования космических средств, заставляют ученых пристально всматриваться в подобные образования на поверхности Земли в поисках доказательств их внеземного происхождения.

Депрессия, метеоритное происхождение которой предполагается, была осмотрена нами летом 1969 г. во время проведения геологических работ. Она расположена в верховьях одного из притоков р. Кандашимо на Енисейском кряже (59°0 с.ш. и 93°9 в.д.) и представляет собой почти идеально круглую, заполненную водой западину диаметром 160 м (рис. 1). Она окаймлена пологим концентрическим валом высотой около 3 м над уровнем воды. Крутизна внутреннего склона вала ~15°, наружного, очень пологого, около 2—4°; расстояние от уреза воды до осевой линии вала 25—30 м. Общий диаметр депрессии по оси вала составляет 220—230 м.

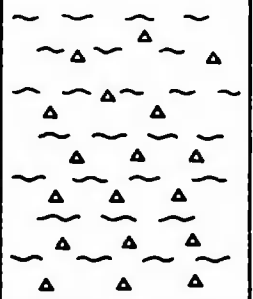
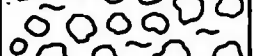
№ слоя	Разрез	Мощность слоя, м
1		0,6
2		2,2
3		0,1
4		0,6

Рис. 2. Некоторую ясность в механизм образования депрессии может внести изучение вертикального разреза шурфа глубиной 3,5 м, пройденного на ее западном валу: 1 — почвенный слой; 2 — суглинок желтый, светло-желтый, с редкими (5%) мелкими слабоокатанными обломками выветрелых глинистых сланцев; 3 — прослой, содержащий обломки яснослоистых глинистых сланцев; обломки неосветленные, слабоокатанные размером 10—20 мм; заполнитель — суглинок (5—10%); 4 — слой обломков осветленных глинистых сланцев; обломки угловатой формы, слабо ожелезнены, размер 5—10 см в поперечнике; заполнитель — суглинок (40%).

Глубина озера на расстоянии 60—70 м от берега 14 м; предположительная глубина в его центре ~20—25 м.

Описанная депрессия располагается в области развития глинистых сланцев верхнепротерозойского возраста, перекрытых рыхлыми отложениями. В шурфах, пройденных в полукилометре восточнее озера, установлено, что сланцы имеют меридиональное простирание и почти вертикальные углы падения. Разрез рыхлых отложений в шурфе, заложенном на западном участке вала депрессии, показан на рис. 2.

Необычность появления западины совершенно округлой формы на пологом склоне борта долины может служить косвенным признаком ее метеоритного происхождения, тем более, что вероятность карстового провала, как показывает состав окружающих озеро пород, в данном случае исключена.

Н. К. Михняк

пос. Никель, Мурманской обл.

Кратер в Подмоскowie

Летом 1967 г. в редком смешанном лесу в окрестностях дер. Лайково, Одинцовского района, Московской области, автор натолкнулся на небольшую заболоченную впадину, окруженную подковообразным валом. Впадина приблизительно эллиптической формы (30 × 40 м) опоясана с трех сторон — северной, восточной и южной — валом высотой в среднем около 0,8 м над окружающей поверхностью (рис. 1 и 2). Уклон вала с внутренней стороны ~25—30°, с наружной ~15—20°. Вал весьма одно-

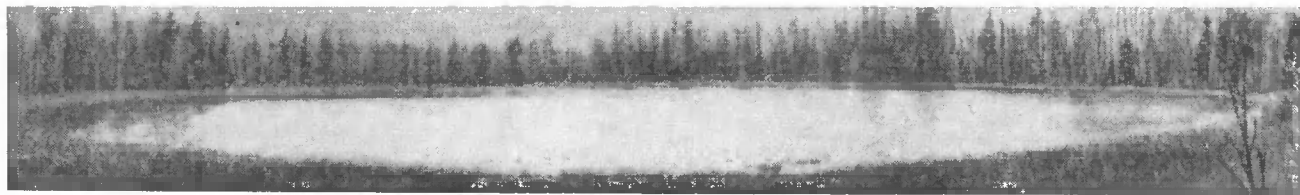


Рис. 1. В почти идеально круглой депрессии, расположенной на пологом склоне в верховье одного из притоков р. Кандашимо, образовалось озеро; оно окаймлено концентрическим валом высотой около 3 м.

роден, если не считать следов старой, в настоящее время почти затянувшейся траншеи с восточной стороны. Ширина вала по подошве — около 4,5 м. Возраст некоторых из растущих на валу деревьев — 100 и более лет. Дно впадины на 0,3 м ниже окружающей поверхности и сильно заболочено.

При обследовании прилегающей к предполагаемому метеоритному кратеру территории обнаружены в 70—90 м к югу от впадины 6 небольших воронок диаметрами от 3 до 5 м при глубине от 0,4 до 1,0 м. Некоторые воронки сильно выровнены эрозией, иные сохранились лучше.

В 1967 г. проводились частичные раскопки воронки № 3 (см. рис. 2). Под слоем дерна и 20-сантиметровым слоем серой лесной почвы залегает бурый суглинок; в нем повсеместно встречаются небольшие валуны, некоторые из них расколоты. Попадают также небольшие частицы древесного угля. В частности, один фрагмент размерами $4 \times 4 \times 2$ см найден на глубине 0,7 м, где он залегал под крупным камнем.

Поиски метеоритного вещества с помощью миноискателя, а также попытки выделить магнитную фракцию из суглинка, находящегося в валу впадины и в одной из воронок, не увенчались успехом.

Летом 1970 г. был сделан разрез через северо-северо-восточную часть вала. Выяснилось, что вал сложен тяжелым серовато-бурым суглинком, в котором местами встречаются небольшие включения рыхлого железоглинистого сланца. Как и в исследованной воронке, встречаются частицы древесного угля. Несколько ниже современной окружающей поверхности в подошве вала залегает слой погребенной почвы, метаморфизованной вымывом илистых частиц болотными водами. К сожалению, высокий уровень болотных вод во впадине не позволил вскрыть участок, прилегающий к внутреннему склону вала, — наиболее интересный с точки зрения метеоритного происхождения кратера.

Не исключена, однако, и возможность искусственного происхождения впадины. Например, ее можно считать старым прудом с насыпным ва-



Рис. 1. Вал с северной стороны впадины. На валу растут деревья, некоторые из них достигают возраста 100 и более лет.

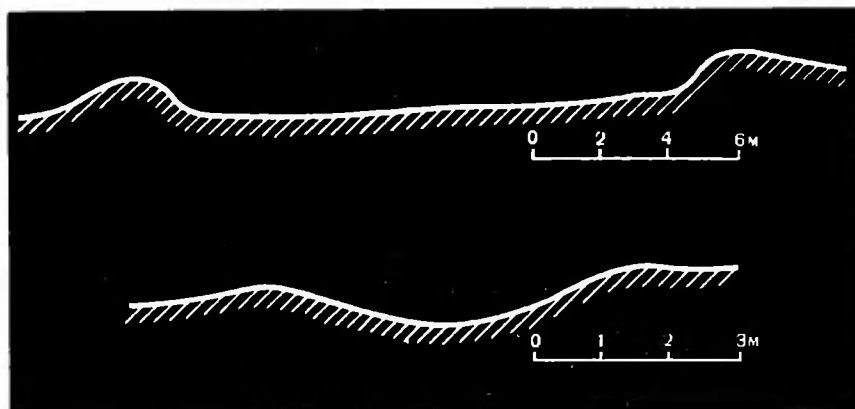


Рис. 2. Схематические профили впадины (вверху) и исследованной воронки (внизу).

лом, за что говорит отсутствие вала с западной стороны и старая траншея, которая могла служить водосбросом, но расположение впадины вдалеке от населенных пунктов, а также наличие в 300 м к востоку естественного источника водоснабжения — ручья со следами старинных запруд — свидетельствуют против этого.

Вероятность образования воронок при взрывах снарядов или авиабомб во время Великой Отечественной войны, по-видимому, исключается, так как возраст деревьев, окружающих впадину, достигает 100 и более лет и они совершенно не повреждены.

Не настаивая на метеоритной природе описанных объектов, автор хо-

тел бы обратить внимание на необходимость более детального их изучения с применением современных методов исследования подобных структур. В особенности, по мнению автора, представляет интерес исследование включений железоглинистого сланца, напоминающих сланцы из кратера Хевилэнд (США), которые представляют собой продукты земного метаморфизма осколков железного метеорита. Заметим, что кратер Хевилэнд также имеет эллиптическую форму и размеры, весьма близкие к размерам описанной впадины.

А. К. Станюкович

Московское отделение Всесоюзного астрономо-геодезического общества

О счете столетий

Читатель В. Я. Павлов (Обнинск, Калужской обл.) просит редакцию дать подробный и обстоятельный ответ, с какого года начался XX век.

У меня и моих товарищей этот вопрос возник после прочтения материала под рубрикой «Справка» в газете «Вечерняя Москва» (от 23 ноября 1971 г.), где утверждалось, что XX век начался 1 января 1900 г. По нашему же глубокому убеждению, к этому моменту с начала летосчисления истекло всего лишь 1899 лет и до конца XIX столетия должен пройти еще один год.

На вопрос В. Я. Павлова отвечает М. М. Дагаев (Москва).

В одном из своих номеров «Вечерняя Москва» сообщила о том, что текущий XX век начался 1 января 1900 г. К сожалению, газета ошиблась ровно на один год. В действительности, 1900 год явился последним годом XIX столетия, а XX век начался 1 января 1901 г. Поясним это простым примером: с появлением на свет ребенка начинается счет его возраста, и только по истечении первого года считается, что ребенку исполнился один год. Аналогично считаются и века в хронологии. Каждые 100 полных истекших лет означают прошедший век. Следовательно, когда начинается сотый год, век еще не окончен. Именно поэтому 1 января 1900 г. является началом последнего года XIX столетия, которое закончи-

лось 31 декабря 1900 г. И лишь с окончанием этой даты, т. е. с полночи 1 января 1901 г., начался XX век.

Путаница в причислении граничных лет к различным смежным столетиям имеет своим истоком указ Петра I «О праздновании Нового года», изданный в связи с переходом на современное летосчисление (до 1 января 1700 г. нумерация годов в России была иной). В этом указе Петр I объявил 1 января 1700 г. началом нового, XVIII века, хотя в действительности этот год был последним годом XVII столетия, а XVIII век наступил с 1 января 1701 г.

Попутно отметим, что в отличие от обычного счета чисел натурального ряда (1, 2, 3, 4...) в современном счете лет не было ни первого, ни второго, ни даже 500 года. Дело в том, что в целях укрепления христианской религии, усиленно насаждавшейся в V—VI вв. феодалами, римский монах Дионисий Малый объявил, что он вычислил год рождения мифического Христа и следующий год предложил считать 525-м годом от «рождества Христова». Так возник счет годов нашей (или новой) эры. В действительности же, подсчеты ученого монаха сводились к отысканию весьма простого правила для вычисления большого лет вперед дат празднования передвижного праздника пасхи. Таким образом, начало счета лет в принятом сейчас летосчислении абсолютно произвольно и не связано ни с каким историческим событием.

Новое летосчисление было принято в христианских странах далеко не сразу. Даже в Риме, цитадели христианской религии, новое летосчисление стало постепенно вводиться с 533 г., а окончательно утвердилось в

VIII в.; во Франции оно было введено тоже в VIII в., в России — в последний год XVII столетия, т. е. с 1700 г.

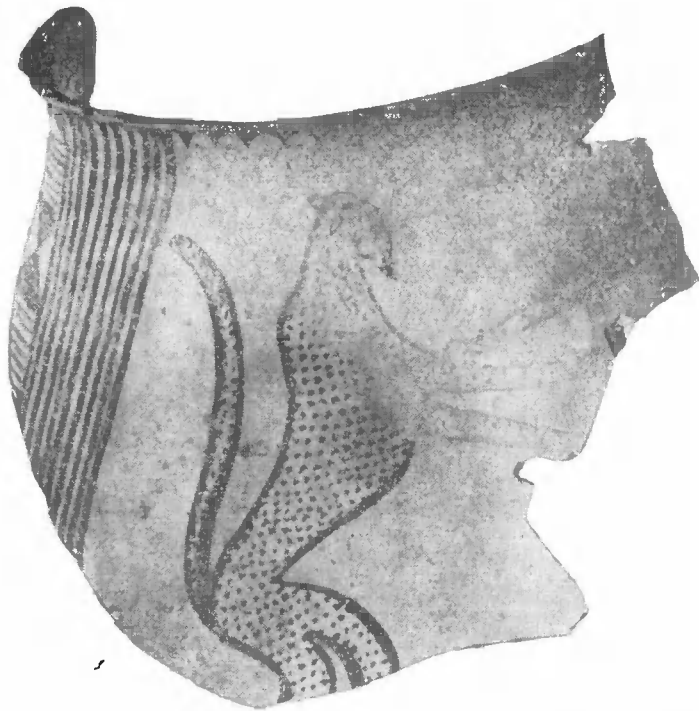
Леопард? Нет, гепард!

Научный сотрудник Бадхызского государственного заповедника Ю. К. Горелов пишет в редакцию:

На первой странице обложки журнала «Природа» (№ 10, 1971 г.) помещена фотография обломка расписного сосуда из Северо-Западного Ирака с изображением якобы леопарда. Зная разницу между леопардом и гепардом, позволю себе утверждать, что на обломке сосуда изображен не леопард (*Felis pardus*), а гепард (*Acinonyx jubatus*). Об этом свидетельствуют: мелкие плотные пятна на спине и боку (у леопарда они кольцевидные); общие очертания тела — подтянутый живот и длинные ноги; характерное строение головы — крайне выпуклая лобная площадка, заметно возвышающаяся над остальными частями черепа.

Письмо Ю. К. Горелова комментирует кандидат географических наук Г. Н. Лисицына (Институт археологии АН СССР).

Видовое определение животного, изображенного на фрагменте керамики из Северо-Западного Ирака, для



Фрагмент керамики из Северо-Западного Ирака с изображением гепарда (*Acinopus jubatus*).

археологов представляет определенный интерес. Обычно зооморфные мотивы, украшающие посуду древних земледельцев (IV—II тысячелетия до н.э.), выполнены весьма схематично и, как правило, отражают лишь самые общие черты, свойственные животным отдельных крупных семейств. Именно в силу этой условности зооморфные рисунки подразделяются археологами на такие собирательные группы, как «птицы», «козлы», «кошки» и др.; среди «кошек» археологи не выделяют какой-либо вид, а нередко условно именуют все эти изображения барсами или леопардами. С этим, видимо, и могут быть связаны ошибки в определении вида животных археологами.

Древние художники рисовали на сосудах и весьма динамичные сцены. По-видимому, на керамике из Ирака не обычное зооморфное изображение, а сцена, поскольку у передних лап «кошки» нарисована змея с характерной для ядовитых видов копьевидной головкой, как бы жалящая животное в грудь.

Мнение Ю. К. Горелова подтверждает зоолог проф. А. Г. Банников.

Нет сомнения, что на сосуде изображен гепард. Именно этот вид кошки очень хорошо был известен охотникам, поскольку гепард с давних пор в Передней и Средней Азии использовался как прирученное животное, с помощью которого охотились на диких копытных, особенно часто на джейрана.

Выпадает ли град ночью?

Читатель Н. А. Алпатов из Калининграда пишет в редакцию:

Со школьных лет веду дневник природы. Примерно за 45 лет в Тамбовской, Воронежской, Рязанской и Калининградской областях мне не приходилось фиксировать выпадение града ночью.

Крестьяне утверждают, что ночью град не выпадает. Так ли это? В литературе не нашел каких-либо указаний по этому вопросу.

На вопрос Н. А. Алпатова отвечает физико-географ М. Б. Вестников (Москва).

Представление о том, что града ночью не бывает, основано на наблюдениях жителей средней полосы, и для этих местностей, по-видимому, соответствует действительности. Однако в Закавказье, например, град выпадает в любое время суток. В Восточной Грузии около 3% случаев выпадения града приходится на промежуток времени с 23 час. до 7 час. утра. В Армении град часто отмечают между 22 и 2 час. ночи.

Град выпадает из очень мощных (толщиной до 10 км) кучево-дождевых облаков, возникающих в результате развития восходящих потоков воздуха. На большой высоте капли воды в облаке находятся в переохлажденном состоянии при температуре, доходящей до минус 15—20°. Подхваченные сильным потоком в средней части облака капли устремляются вверх и, соприкасаясь там с ледяными иглами, быстро кристаллизуются. Так возникают зародыши градин.

Образование восходящих потоков связано с нагреванием земной поверхности солнечными лучами. Естественно, что мощные кучевые облака достигают необходимого уровня развития обычно после полудня и град в большинстве случаев выпадает во второй половине дня. Так, в центральной части Европейской территории СССР между 13 и 19 час. наблюдается 60% всех случаев выпадения града, а после 24 час. выпадения града не отмечалось.

В горных районах образование мощных восходящих потоков может быть обусловлено местными особенностями рельефа. Так, поднимаясь по наветренному склону, ветровой поток может достигнуть значительной высоты, произойдет конденсация влаги и при соответствующей скорости потока может образоваться и град. Этот процесс не зависит от условий дневного нагревания атмосферы и может идти в любое время суток.

Копенгагенский «Фауст»

Каждый год весной в Копенгагене в Институте Нильса Бора проводилась конференция, на которую съезжались виднейшие теоретики, работающие в области атомной физики. Стало доброй традицией завершать конференцию «капустником», в котором в шуточной форме делался обзор последних результатов. По окончании конференции 1932 г. ее участникам была показана «историческая пьеса» — пародия на «Фауста» Гёте, написанная и сыгранная учениками Бора.

Основная сюжетная линия Копенгагенского «Фауста» такова. В. Паули (Мефистофель) старается продать настороженному и недоверчивому П. Эренфесту (Фауст) идею невесомого нейтрино (Гретхен). («В жизни» лейденский профессор Эренфест был одним из самых яростных противников нейтринной гипотезы.) Разумеется, все происходит с божьего благословения, и, разумеется, доброжелательный, терпимый и несколько застенчивый Господь — Нильс Бор.

Несколько слов о главных героях.

«Знаете ли, то, что рассказывал нам господин Эйнштейн, вовсе не так уж глупо...» — таково было начало выступления 19-летнего Паули по окончании лекции, прочитанной Эйнштейном в Мюнхенском университете в 1919 г. Эпизод этот хорошо обнаруживает характер Паули, с детства до крайности непосредственного и одержимого неистовым духом сомнения, вследствие чего для него не существовало никаких авторитетов, кроме авторитета логического аргумента. Со временем к этим свойствам добавились сарказм, язвительность. Словом, уже к 25 годам, ко времени своего великого открытия, ставшего одним из краеугольных камней физики мик-

ромира и названного принципом Паули, этот *enfant terrible* был великолепным кандидатом в «мефистофели».

Но несмотря на столь «отпугивающие» черты характера, по свидетельству Леона Розенфельда, «из всего окружения Бора ближе всего к нему, несомненно, стоял Паули»¹. Спустя много лет Бор напишет: «Когда Паули... прибыл в 1922 году в Копенгаген, он со своим остро критическим и неустанно ищущим умом стал для нашей группы истинным источником воодушевления. Особенно понравилось всем нам его интеллектуальное благородство, проявляющееся с прямотой и юмором как в научных дискуссиях, так и в простых человеческих взаимоотношениях»².

Первая встреча будущих Мефистофеля и Фауста отнюдь не сулила им той дружбы, которая впоследствии у них возникла. На весьма неучтивое поведение молодого человека Эренфест заявил ему: «Ваши печатные труды нравятся мне намного больше, чем вы сами». «Странно! А мне как раз наоборот», — ответил Паули.

В статье «Памяти Пауля Эренфеста» Эйнштейн создал мастерский по глубине психологического анализа портрет своего старого друга. «Его величие», — писал Эйнштейн, — заключалось в чрезвычайно хорошо развитой способности улавливать самое существо теоретического понятия и настолько освобождать теорию от ее математического наряда, чтобы лежащая в ее основе простая идея проявлялась со всей ясностью... Но его трагедия состояла... в почти болезненном не-

верии в себя. Он постоянно страдал от того, что у него способности критические опережали способности конструктивные. Критическое чувство обкрадывало, если так можно выразиться, любовь к творению собственного ума раньше, чем оно зародилось»¹.

Предлагаемые вниманию читателей «Природы» отрывки Копенгагенского «Фауста», взятые из пролога, первой части и эпилога, доносят до нас волнующую атмосферу «бури и натиска» в физике и дают представление об основной «нейтринно-нейтронной» сюжетной линии. Во второй части, которую мы здесь не помещаем, отражены и другие острые для той поры проблемы и свежие открытия: античастицы Дирака, единая теория поля Эйнштейна, модели Солнца, новые космологические модели и т. п.

Перевод публикуемых отрывков сделан с английского перевода, содержащегося в книге Г. Гамова «Тридцать лет, которые потрясли физику»: G. Gamov. Thirty years that shook physics (к сожалению, оригинального немецкого текста достать не удалось). Оттуда же взяты и рисунки. Об их авторе ничего не говорится, как и об авторах пародии, пожелавших остаться неизвестными.

В случае прямого или слегка перефразированного цитирования «Фауста» Гёте в русском тексте пародии был использован перевод Б. Пастернака (И. В. Гёте, Фауст, М., ГИХЛ, 1960).

Вступление, комментарии и перевод

Г. Л. Варденги

¹ Сб. «Нильс Бор. Жизнь и творчество», М., «Наука», 1967, стр. 66.

² «Теоретическая физика XX в.», сб. статей, М., 1962, стр. 12.

¹ А. Эйнштейн. Собр. научн. трудов, т. 4, М., «Наука», 1967, стр. 191.

Фауст

Историческая пьеса

Написана: по И. В. Гёте

Поставлена: Группой особого назначения Института теоретической физики в Копенгагене

Девиз:

Не для того, чтобы критиковать...
Н. Бор

Кого представляют действующие лица ¹:

Архангел Эддингтон — А. Эддингтон, английский астроном.

Архангел Джинс — Дж. Джинс, английский астроном.

Архангел Милн — Е. А. Милн, английский астроном.

Мефистофель — В. Паули, швейцарский физик.

Господь — Нильс Бор, датский физик.

Фауст — П. Эренфест, голландский физик.

Гретхен — Нейтрино ².

Оппи — Р. Оппенгеймер, американский физик.

Человек высокого роста — Р. Толмэн ³, американский физик.

Вагнер — Дж. Чедвик, английский физик.

Мистический хор — все умеющие петь.

Пролог

Между небом и адом

Три архангела, Господь, небесное воинство, потом Мефистофель.



Пародируя начало «Пролога на небе» Гетеевского «Фауста», архангелы Эддингтон, Джинс и Милн поочередно повествуют о космосе, о звездах, упоминая в шуточной форме новейшие астрофизические теории. Сцена завершается хоровым речитативом:

Все трое

Картина этой ангелы дивятся,
Хотя для нас она сплошной туман и дым.

Вот так же нам темны в День Публикаций
И странны все Великие Труды.

Мефистофель

(выпрыгивая на авансцену)

О господи, попал я на прием!
Сам здесь, и все рабы его при нем.
(Господу)
Поскольку ты, о Боже, сам решил
К нам снизойти с небес, поскольку я,
Мне кажется, тебе немного мил,
Будь терпелив и выслушай меня.

О звездах и мирах я говорить стесняюсь,
Я расскажу, как люди бьются, маясь.
В теории творятся безобразья,
А ты по-прежнему паришь в экстазе
И рад извлечь рецепт на каждый случай:

Идея, чем безумнее, тем лучше ⁴.
Поглубже вник бы в существо вопроса

И во все дрязги не совал бы носа.

Господь

И это все? Опять ты за свое?

Лишь жалобы да вечное нытье?
Опять все в физике тебе не так?

Мефистофель

Да, Господи, там беспросветный мрак.
Теорий — тьма. И больно видеть мне,
Как физики бредут в крошечной тьме.

Господь

Ты знаешь Эренфеста?..

Мефистофель

Критик?

(Появляется призрак Эренфеста)

Господь

Рыцарь мой!

Мефистофель

Твой рыцарь, паж и раб. Я спор любой
Готов держать, и вот моя рука —
Не выбраться ему из тупика.
У вас я сумасброда отобью,
Немного взявши в выучку свою.

Господь

Ужасно это! Но сказать я должен...
Да, надобность сказать...⁵ Вот до чего
я дожил —
Идеям классики пришел полнейший
крах.

И вот еще... Скажи мне в двух
словах —
Но строго между нами — помоги
советом:

Что делать с массой?

Мефистофель

Да забыть о ней!

Господь

Но... это...

Очень ин-те-рес-но⁶. Попытаться
все ж...

Мефистофель

Какую чушь сегодня ты несешь!

Молчи!

Господь

Но... Но... Но... Но... Нигде я...

Мефистофель

Так в том и состоит моя идея!

Господь

О Паули, Паули, Паули, все верно,
на мой взгляд.

Мне с массой все понятно. Но есть
еще заряд!
Мы можем, разумеется, отбросить
массу смело —
Заряд-то остается! Заряд — другое
дело!

Мефистофель

Вот вздор! А почему бы заряд нам
не убрать?

Господь

Идея мне понятна. Но надобность
сказать...

Мефистофель

Молчать!

Господь

Дослушай, Паули. Ведь
спорю я не зря.

Допустим, вслед за массой убрали
мы заряд.

Так что же остается у нас тогда в
итоге?

Мефистофель

Да это ж детям ясно! О, черт возьми!
О боги!

Мозгами шевельни же — хотя бы
половиной!

Так что же остается? Останется
Ней-три-но!

(Пауза. Оба нервно прохаживаются взад —
вперед.)

Господь

Поверь, не для того, чтобы
критиковать⁷,
Я говорю все это — а только, чтоб
понять.

Уж вечер наступает. Прости, друг,
мне пора.
Всего тебе хорошего. Я буду здесь
с утра.

Мефистофель

Люблю иной раз в гости явиться к
старикам.

Стараюсь быть с ним мягок —
насколько я могу.

Господь не без чудачеств (но кто от
них избавлен?),

Так добр и человечен, что говорит
и с Паули!

(Уходит)



Первая часть



Сцена I

Кабинет Фауста.

Погруженный в печальные размышления, Фауст высказывает их в монологе. Он успел познать так много — квантовую химию, теорию групп, теорию электромагнитного поля, теорию преобразований — и все же, несмотря на все свои знания, не стал умнее, чем раньше. Уже давно он Магистр искусств и Доктор наук, у него много учеников, и тем не менее сомнения терзают его, и он боится Паули, как самого Дьявола.

Монолог прерывается внезапным, как гром, появлением Мефистофеля, одетого в костюм коммивояжера. Мефистофель говорит Фаусту, что все его прежние знания ложны, и последова-

тельно предлагает купить различные теории и их модификации. Каждое предложение сопровождается аккомпанементом хора, который каноном поет фамилии авторов теорий: Борн — Гейзенберг,

Гейзенберг — Паули и т. д.

На все предложения Мефистофеля Фауст отвечает решительным отказом и заявляет, что он никогда не прикоснется к препринтам Паули.

Мефистофель

Могу я лакомый кусок тебе добыть.

Фауст

Хоть речь сладка, меня не
соблазнить.

Едва творение ума я возвеличу,
Едва из всех теорий хоть одной
Скажу: «Прекрасна ты. Остановись,
постой!» —

Пусть смерть придет. Пусть я твоя
добыча.

Мефистофель

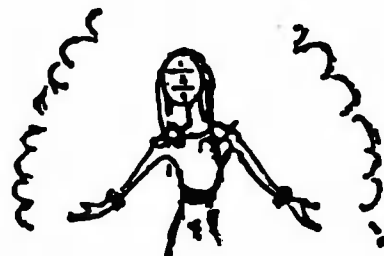
Остерегайся только высших сил
людских —

Науки с Разумом, Союз ужасен их.
Вверх колдовству себя, и ты познаешь

волю
Все обольщенья квантового поля.

Идет? Смотри ж — прекрасна и
невинна

Тебе предстанет юная Нейтрино.



Гретхен

(входит и поет Фаусту на мелодию «Маргариты за пряхкой» Шуберта)

Заряд я отрину
И массу долой.
Зовусь я Нейтрино,
И ты — мой герой.

Я ключ твой, поверь мне,
Судьба я твоя.
Закреты все двери
Тебе без меня.

От спин-аномалий
Кто спас бы азот ⁸? —
Все копыа ломали,
Но мне ль не везет!

Прохода от бета-
Частицы ⁹ мне нет.
«Умчимся! О где ты?» —
Все шепчет мне вслед.

Заряд я отрину
И массу долой.
Зовусь я Нейтрино,
И ты — мой герой.

Что ¹сталось со мною?
Я словно в огне.
Единственный мой,
О, приди же ко мне.

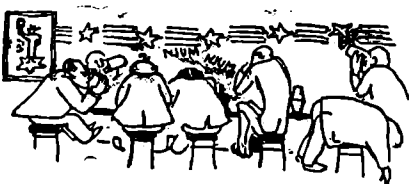
Томлюсь я ужасно,
О мой властелин.
Не в силах сдержать
Свой трепещущий спин.

Заряд я отрину
И массу долой.
Зовусь я Нейтрино,
И ты — мой герой.

(все уходит)

Сцена II.

Подпольный бар миссис Энн Арбор ¹⁰
(иначе известный как погреб Ауэрбаха).



Американские физики уныло сидят у
стойки бара.

Мефистофель

(внезапно появляется за стойкой)

Никто не пьет? И смех притих?
Что ж, физике я обучу вас вмиг.

(с подчеркнутой значительностью подмигивает физикам)

Ребята — просто загляденье,
А скисли, словно на моленье.

Оппи

(Не спеша, с громким причмокиванием допивает стакан)

Твоя вина! Ни слов привета,
Ни новостей, ни иксов. Ха!

Мефистофель

(представляя Гретхен)

А что вы скажете на это?
Новинка, право, неплоха.
(Шумное оживление, аплодисменты.)

Человек высокого роста

Рад милой барышне служить.

(обращаясь к Мефистофелю)

А довелось вам в Пассадене быть
И там с Эйнштейном повидаться? ¹¹

Мефистофель

С Эйнштейном? Да. И я, признаться,
Чуть не забыл его приказ:
Отвезть поклон просил он нас
Сюда, в Бар миссис Энни Арбор.

Человек высокого роста

Эйнштейн! Его поля! Его масштабы!

Мефистофель

(поет на музыку «Блохи» Мусоргского)

Жил-был Король всесильный.
Блоху он взял в семью ¹².
Любил ее, как сына,
Как Гра-ви-та-ци-ю.



И Майеру-портному ¹³
Он дал приказ такой:
«Сшей тензор ей парчевый
С вельможной кривизной» ¹⁴.

$$\Gamma_{st}^i = \Gamma_{st}^i + \Gamma_{str}^i \xi^r$$

$$\int M_i \xi^i d\tau$$

$$g_{\mu\nu}^{\text{ls}} = 0$$

Старания портного
Порой сулят успех —
Блоха в наряде новом
Очаровала всех.

Блохе дитя случилось
На свет произвести ¹⁵.
Дитя напрасно тщилося
Мамашу превзойти.

Полунагой блошинный
Поток валил все злей.
Был назван он Единой
Теорией Полей.

Совет мой немудреный:
Старайся, физик, чтоб
Блохам новорожденным
Был придан гардероб!

Все

Мы пьяны, и раздолье нам,
Как в луже свиньям пятистам.

Фауст

(известный как противник алкоголя, Мефистофелю)

Уйдем, мне надоело в этом месте:
Шум, грохот, морды пьяных бестий.
(к Гретхен)

Уродина, каких не видел свет,
Ты сознаешь всю меру моей власти?
Смотри, я за руку беру тебя, скелет.
И вдребезги...

Гретхен

О Фауст, я боюсь несчастья!
(Все уходит)

Финал

Апофеоз Истинного Нейтрона

Вагнер

(олицетворяя собой идеального экспериментатора, он появляется, балансируя на пальце черным шаром, и с гордостью говорит)

Явило небо нам Нейтрон.

Налит он массой и силен —

Крепыш, свободный от заряда.

Ужель вы, Паули, не рады?

Мефистофель

Эксперимент — как откровенье:

Пусть в нем теорий ни крупницы,

Зовет нас к новым размышленьям

Природы новая страница.

Что ж, мир тебе, почет и власть,

Тяжеловес, Эрзац-Нейтрино¹⁶

Но путь нам направляет страсть,

И Гретхен для меня — святыня!

Мистический хор

Ныне мир сущий —

Символ, виденье.

Классики кущи

Ныне в забвенье.

В смутной реальности

Истин и век

К Вечной Нейтральности

Тянет нас всех.



Комментарии

¹ Здесь перечислены только те персонажи Копенгагенского «Фауста», которые принимают участие в публикуемых отрывках. Кроме них, действующими лицами пьесы являются Л. Д. Ландау (Дай), американские физики Р. Милликен, Г. Гамов и Дж. Слейтер, английские физики П. Дирак, Ч. Дж. Дарвин и Р. Фаулер, немецкий физик М. Дельбрюк и др.
² Незадолго до конференции, в том же 1932 г., английский физик Джеймс Чедвик открыл новую нейтральную частицу с массой, примерно совпадающей с массой протона. Частицу эту он назвал нейтрон. Однако к тому времени другая частица с таким же названием уже с год фигурировала в разговорах физиков. Речь идет о знаменитой невесомой и неуловимой частице Паули, гипотезу о существовании которой Паули выдвинул во имя спасения законов сохранения энергии и момента импульса, казалось бы, нарушавшихся при бета-распаде. Лишь в 1933 г. на одном из семинаров в Риме частица эта во избежание путаницы была названа Э. Ферми «нейтрино» и под этим названием прочно вошла в научный обиход, хотя доказать существование паулиевской малютки в эксперименте удалось лишь спустя 25 лет. Естественно поэтому, что в немецком оригинале Копенгагенского «Фауста» 1932 г. Нейтрино фигурирует под названием Нейтрон. В сделанном позже английском переводе пародии Нейтрино названо своим собственным именем, что хотя и нарушает «историческую правду», но правильно по существу и потому принято в настоящем русском переводе.

³ Фамилия Толмэн (Tolman) — произносится так же, как и английское выражение tall man — человек высокого роста.

⁴ **Идея, чем безумнее, тем лучше.** Имеется в виду ставшее знаменитым замечание Н. Бора: «Перед нами — безумная теория. Вопрос в том, достаточно ли она безумна, чтобы быть правильной».

⁵ **Да, надобность сказать...** Попытка на русском языке передать один из даницизмов в немецкой речи Н. Бора.

⁶ **Очень интересно...** Характерная реплика Н. Бора в ответ на изложенную ему ошибочную или тривиальную идею. Будучи человеком чрезвычайно деликатным и тактичным, Н. Бор воздерживался от резких критических высказываний. В воспоминаниях сотрудника Н. Бора С. Розенталя рассказывается, что некий приехавший в Копенгаген физик после сделанного им доклада выглядел очень огорченным, так как был уверен, что доклад провалился. На вопрос, почему он так думает, физик ответил: «Да, но ведь Бор сказал, что доклад был весьма интересен». («Нильс Бор. Жизнь и творчество». М., «Наука», 1967, стр. 212).

⁷ **Не для того, чтобы критиковать.** Также чрезвычайно характерное выражение Н. Бора, которым он обычно смягчал свои возражения в научных спорах.

⁸ **От спин-аномалий кто спас бы азот!** Если бы ядро азота с зарядовым числом 7 и массовым числом 14, как предполагалось до открытия нейтрона, состояло из протонов и электронов, то общее число частиц в нем было бы 21. А так как спины протона и электрона равны $1/2$ (в единицах $\hbar$), спин ядра азота должен был иметь полуцелое значение и, следовательно, подчиняться статистике Ферми. Однако исследование спектров азота¹⁴ показали, что он обладает спином 1 и подчиняется статистике Бозе. Гипотеза Паули в самом первом ее варианте

(1930 г.) предполагала существование в ядре помимо электронов также и нейтрино со спином $1/2$, что «спасало» статистику.

⁹ **Прохода от бета-частицы...** Согласно гипотезе Паули, испускание бета-частицы всегда сопровождается вылетом из ядра нейтрино.

¹⁰ **Подпольный бар миссис Энн Арбор.** Имеется в виду Мичиганский университет в Энн Арбор (штат Мичиган).

¹¹ **А довелось вам...** Юмор этой реплики, как и ряда других «ходов» Копенгагенского «Фауста», рассчитан на хорошее знание пародируемого «Фауста». Сравните у Гёте в сцене «Погреб Ауэрбаха в Лейпциге»:

Фрош

Не вы ли в Риппах, въехав на ночлег, С Иванушкою-дурачком выдalisь? (Гёте. Фауст. М., ГИХЛ, 1960, стр. 128).

¹² **Блоху он взял в семью...** Под блохой Короля (Эйнштейна) подразумевается общая теория относительности.

¹³ **Вальтер Майер** — математик, с которым Эйнштейн сотрудничал в 30-х годах. Из всех соавторов Эйнштейна имеет наибольшее число совместных с ним работ.

¹⁴ **Тензор** — многокомпонентная величина, характеризующаяся своим поведением при преобразованиях системы координат. **Метрические тензоры** определяют геометрическую структуру пространства, его кривизну.

¹⁵ **Дитя** — единая теория поля, над которой Эйнштейн работал последние 30 лет жизни. По его замыслу, она должна осуществить объединение и геометризацию гравитационного и электромагнитного полей.

¹⁶ **Эрзац-Нейтрино** — имеется в виду нейтрон, открытый в 1932 г. Джеймсом Чедвиком. См. примечание 2.

Рисунки из второй части Копенгагенского „Фауста“



Н. Бор и Л. Д. Ландау



П. Эренфест



А. Эйнштейн



П. Дирак



М. Дельбрюк



Л. Розенфельд



Дж. Чедвик

Цена 50 коп.
Индекс 70707

