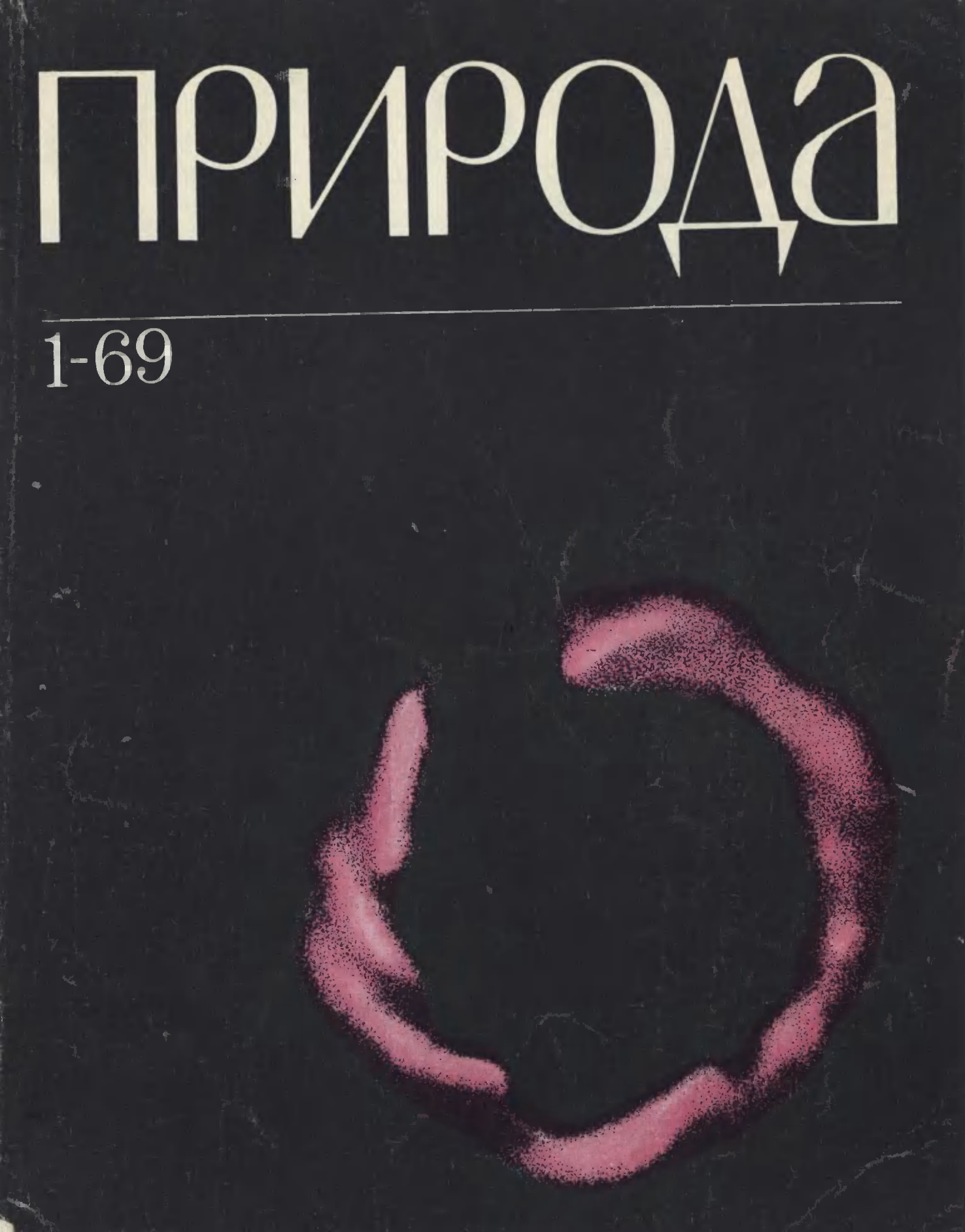
ПРИРОДА

1-69



Ежемесячный
популярный
естественнонаучный
журнал
Академии наук СССР

ПРИРОДА

Основан в 1912 году

Издательство «Наука»
Москва

Редакционная коллегия:

Главный редактор
академик
Н. Г. БАСОВ

Зам. главного редактора
академик
Б. Л. АСТАУРОВ

Доктор биологических наук
А. Г. БАННИКОВ

Академик
А. И. БЕРГ

Академик
А. П. ВИНОГРАДОВ

Член-корреспондент АН СССР
Б. Н. ДЕЛОНЕ

Академик
Л. А. ЗЕНКЕВИЧ

Доктор физико-математических наук
С. П. КАПИЦА

Академик
Б. М. КЕДРОВ

Академик
И. К. КИКОИН

Член-корреспондент АН СССР
В. Л. КРЕТОВИЧ

Доктор физико-математических наук
Б. В. КУКАРКИН

Доктор философских наук
Г. А. КУРСАНОВ

Доктор географических наук
К. К. МАРКОВ

Доктор философских наук
Н. Ф. ОВЧИННИКОВ

Академик
В. В. ПАРИН

Ответственный секретарь
В. М. ПОЛЫНИН

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

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
А. Н. ФОРМОЗОВ

Академик
Г. М. ФРАНК

Зам. главного редактора
доктор физико-математических наук
Д. А. ФРАНК-КАМЕНЕЦКИЙ

Член-корреспондент АН СССР
В. Е. ХАИН

Академик
Н. В. ЦИЦИН

Доктор географических наук
Л. А. ЧУБУКОВ

Кандидат физико-математических наук
Н. В. ШЕБАЛИН

Доктор биологических наук
А. В. ЯБЛОКОВ

В номере:

1 1969

К 100-летию со дня рождения В. И. Ленина. *В. И. Ленин о новых периодах в развитии естествознания.* Б. М. Кедров 2
Что мы думаем о прогнозировании. *В. М. Глушков, Г. М. Добров, В. И. Сифоров* 6
Атомная энергетика и ее роль в техническом прогрессе. *А. П. Александров* 14
Новые источники и методы получения электроэнергии. *М. Д. Миллионщиков* 25
Цивилизация и наследственные болезни. *Ю. Я. Керкис, А. М. Полищук* 33
Хромосомная патология человека. *Н. С. Стонова* 40
Демонстративное поведение животных. *Е. Н. Панов* 51
Атлантида в Эгейском море? *Е. Е. Милановский* 60

Научные сообщения

Цветы и ... йод. *В. Ф. Портянко, А. Е. Костина* 69
Остатки скелета морской коровы. *Ф. Г. Челноков* 71

Охрана природы

Лес возвращается на крымские яйлы. *М. Н. Алябьев* 74

Экспедиции

В предгорьях Гиндукуша. *А. А. Никонов* 78

Гипотезы

Миграция к смерти. *В. Д. Лебедев* 89

Очерки

Цвета природы. *А. Е. Ферсман* 95

История науки

Ленинградскому обществу естествоиспытателей — 100 лет. *С. П. Семенов* 102

Съезды и конференции

Насекомые в жизни человечества. *Г. А. Викторов* 105
Тринадцатая метеоритная конференция. *А. А. Явнель* 108

Заметки, наблюдения 111

Новости науки 114

Книги 124

Календарь природы 127

В конце номера 128

Художественный редактор Д. Д. Петров
Технический редактор Д. И. Скляр
Корректоры Р. Н. Сидорина, И. К. Шатуновская
Адрес редакции: Москва, Ж-127, ул. Осипенко, 52, тел. 231-76-80
Подписано к печати 7/I 1969 г.
Формат бумаги 84×108 1/16. Печ. л. 8
Уч.-изд. лист 16/4 Бум. л. 4
Тираж 41 000 экз. Зак. 1274. Т-00307
2-я типография издательства «Наука»
Москва, Г-99, Шубинский пер., 10

На первой странице обложки: электронно-оптическая фотография кольца низкотемпературной плазмы (см. статью акад. М. Д. Миллионщикова «Новые источники и методы получения электроэнергии»).

На второй странице обложки: драка самцов зебры Гранта за право быть вожаком стада. Фото Н. Лобанова к заметке «Как иногда ведут себя дикие животные»

К СТОЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ В. И. ЛЕНИНА

В. И. Ленин о новых периодах в развитии естествознания

Академик Б. М. Кедров

Принцип историзма — важнейший принцип марксистской диалектики — требует того, чтобы три звена единой цепи событий: прошлое, настоящее и будущее,— никогда не разрывались между собой. Знать прошлое, чтобы понимать настоящее и предвидеть будущее,— таков этот принцип в действии. Он ярко прослеживается на примере данного Лениным анализа революции и кризиса естествознания XX в., на примере определения конкретных условий, при которых этот кризис мог быть преодолен. Таковы были обстоятельства, вызвавшие у Ленина особый интерес к истории естествознания.

В любой исторической науке, в том числе и в истории естествознания, периодизация исторического процесса занимает важное место. По существу, это вопрос об основной структуре данной исторической науки, о ее общей архитектонике.

Какие же периоды прошло естествознание в своем развитии с момента его возникновения в качестве самостоятельной систематической науки, начиная со второй половины XV в. и кончая XX в.? Какие важнейшие черты и характерные признаки носит каждый период в истории естествознания, если мы подойдем к нему с общеметодологической точки зрения?

От метафизики до стихийной диалектики

Первый период развития естествознания, продолжавшийся до середины XVIII в., определяют по-разному.

Энгельс характеризовал его и как метафизический, и как дохимический, и как собирательный. Иногда его называют механистическим. Главной чертой этого периода было признание неизменности природы. В эпоху Возрождения в странах Западной Европы естествознание выступало как революционная сила, направленная против средневековой мертвой схоластики, против догматизма церковников, против идеологии феодализма. Будучи по своей начальной направленности глубоко революционным, естествознание наносило сокрушительные удары по устоям феодально-церковного миросозерцания и этим вызывало к себе ненависть церковников.

Однако вскоре выявилось глубокое противоречие в его развитии, которое стало общей характерной чертой методологии естествознания первого периода: сокрушая идейно-мировоззренческие основы идеологии господствующих классов и учреждений феодализма, естествознание само стало представлять природу как движущуюся в одном, вечно неизменном круге явлений. В итоге, как отмечал Энгельс, революционное по своему началу естествознание оказалось перед лицом консервативной природы.

Но если природа неизменна, то генезис ее явлений нельзя объяснить естественным путем. Поэтому естествоиспытателям XVII—XVIII вв. приходится обращаться к «первому толчку», к божественному творению (вспомним «первый толчок» у Ньютона и неизменность биологических видов у Линнея). Естествознание, выступавшее против религии, в своих конечных выводах само логически приводило к теологии.

Положение стало меняться со второй половины XVIII в. Космогоническая гипотеза Канта—Лапласа и атомно-кинетическая концепция Ломоносова открыли двери в естествознание идеям развития и всеобщей связи явлений природы. Так были пробиты первые бреши в старом окаменелом взгляде на природу. Последующие естественнонаучные открытия первой трети XIX в. пробили новые бреши в господствующем метафизическом взгляде на природу. Три великих открытия в естествознании второй трети XIX в. (клеточная теория, закон сохранения и превращения энергии, дарвиновская теория эволюции) нанесли сокрушительный удар по всему метафизическому мировоззрению и подорвали его уже не в отдельных звеньях, а в самом его фундаменте, и оно, наконец, рухнуло. Наступил второй период в развитии наук о природе.

Казалось бы, теперь наука должна была бы широко распахнуть свои двери для диалектики как метода мышления, адекватного содержанию всего естествознания XIX в. Его открытия свидетельствовали об объективной диалектике, присущей всем без исключения процессам и предметам природы. Но возникло новое осложнение: естествоиспытателям XIX в. было трудно расстаться с метафизическим способом мышления, ставшим для них уже привычным, и они постоянно делали попытки истолковать новые естественнонаучные открытия с позиций давно уже устаревшего, изжившего себя подхода к явлениям природы.

В середине XIX в. этот консерватизм мышления был закреплен классовыми идеологическими устремлениями западноевропейской буржуазии, а материалистическая диалектика как неотъемлемая часть марксистского учения стала теоретическим оружием революционного пролетариата. Энгельс отмечал, что после революции 1848 г. в Германии диалектику выбросили за борт. Это случилось именно тогда, когда только она могла помочь естествоиспытателям в решении вставших перед ними научных задач.

Оказавшись снова в плену старой метафизики, естествоиспытатели прилагали тщетные усилия к тому, чтобы хоть как-нибудь примирить с нею диалектическое содержание новых научных открытий середины и второй половины XIX в., в том числе и трех великих открытий в естествознании. Для этого приходилось насильно втискивать раскрытую уже диалектику природы в прокрустово ложе метафизических категорий.

Это противоречие, как видим, является результатом вопиющего несоответствия между объективной и субъективной сторонами в развитии естествознания — между тем, что естествоиспытатели делали, и тем, что они думали. Энгельс указывал единственно возможный выход из этого противоречия: овладение диалектическим методом и сознательное применение его в научных исследованиях. Но до тех пор, пока этого не произошло, диалектика в подавляющем большинстве случаев пробивалась в естествознание стихийно, против воли и желания самих ученых. Вот почему, как нам кажется, второй период в развитии естествознания, период эволюционных учений о природе нельзя назвать просто диалектическим, а точнее будет его определить как стихийно-диалектический.

«Новейшая революция в естествознании»

Новый, по счету третий, период в истории естествознания начался на рубеже XIX и XX вв. Для этого периода, который как раз и проанализировал Ленин в своей книге «Материализм и эмпириокритицизм», было характерно дальнейшее углубление и обострение вскрытого Энгельсом противоречия в развитии естествознания. Однако новый период был связан с двумя обстоятельствами, которые отсутствовали во времена Маркса и Энгельса.

Первое обстоятельство заключалось в том, что в конце 90-х годов XIX в. были совершены великие открытия в физике (лучи Рентгена, явление радиоактивности, электрон, радий), которые положили начало «новейшей революции в естествознании» (по выражению В. И. Ленина) и распахнули ученым двери в микромир. Представления о неделимости атомов и о непревращаемо-

сти химических элементов, равно как и другие устаревшие уже физические представления о материи и движении, о пространстве и времени, о закономерности, которые господствовали до тех пор в науке, подверглись коренной ломке.

Второе обстоятельство: эта революция в естествознании началась как раз в момент перехода капиталистического общества в стадию империализма, который, по определению Ленина, нес с собой реакцию по всей линии, а значит и по линии идеологической борьбы, а значит и в области философии. Философская реакция не просто усилила свой натиск на материализм, но и сделала попытку вытеснить его полностью из его вековой цитадели — из естествознания, заменив идеализмом и агностицизмом. Это породило небывалые доселе кризисные явления, которые были глубоко и всесторонне проанализированы Лениным.

В подобных исторических условиях разрешение отмеченного Энгельсом противоречия между объективной и субъективной сторонами в развитии естествознания становилось еще более затруднительным. Более того, оно приняло новую, резко выраженную антагонистическую форму, состоящую в том, что революция в естествознании с ее величайшими достижениями стала использоваться представителями буржуазной идеологии в интересах самой крайней философской реакции. «Реакционные поползновения порождаются самим прогрессом науки» [1],— так характеризовал Ленин это противоречие в развитии современного ему естествознания.

Конкретным проявлением этого противоречия Ленин считает «физический» идеализм, который толкует в духе идеализма и агностицизма новейшие достижения физики. «Физический» идеализм возник «...под влиянием ломки старых теорий великими открытиями последних лет, под влиянием кризиса новой физики...» [2]. Более того, Ленин говорит о новых открытиях в физике, как создавших «физический идеализм» [3]. Следовательно, Ленин устанавливает прямую причинную и вместе с тем глубоко противоречивую связь между прогрессом в физике и регрессом в философском объяснении ее достижений, между революционной ломкой в естествознании и реакционными тенденциями в философии, вызванными этой научной революцией. Соответственно этому, новый период в развитии науки о природе, отвечающий эпохе империализма и пролетарских революций, можно определить, следуя ленинской характеристике, как период новейшей революции и кризиса в естествознании.

Ленин не только проанализировал источники и сущность болезненных явлений в развитии современного ему естествознания, но показал их временный, преходящий характер. Крутая ломка старых понятий составляет самую суть революции в естествознании. Она наглядно вскрывает относительность всех научных положений и представлений. Говоря о причине кризиса физики, а значит и кризиса естествознания, и о причине, породившей конкретного носителя этого кризиса — «физический» идеализм, Ленин указывал на «...принцип релятивизма, относительности нашего знания, принцип, который с особенной силой навязывается физикам в период крутой ломки старых теорий и который — *при незнании диалектики* — неминуемо ведет к идеализму» [1]. Ибо, как подчеркивал далее Ленин, единственно правильная постановка вопроса о релятивизме дается материалистической диалектикой Маркса и Энгельса, и незнание ее неминуемо должно привести к философскому идеализму.

Естественно возникает вопрос: могут ли ученые, находящиеся под непрестанным воздействием реакционной идеологии, оказаться способными в своей массе не только заинтересоваться марксистской диалектикой, но и овладеть ею и сознательно применять ее в своих исследованиях? На ряде конкретных примеров Ленин показывает, как трудно это сделать в условиях буржуазного общества.

Физик А. Риги, возможно, смог бы стать на путь правильной философии, если бы познакомился с диалектическим материализмом. «Но вся обстановка, в которой живут эти люди,— констатирует Ленин, — отталкивает их от Маркса и Энгельса, бросает в объятия пошлой казенной философии» [2]. Английскому физику А. Риккеру, говорит Ленин, недостает «... только знания диалектического материализма (если не считать, конечно, тех очень важных житейских соображений, которые заставляют английских профессоров называть себя «агностиками») [3].

Значит, для преодоления кризиса физики и всего естествознания XX в. остается единственный выход — тот самый, на который указывал еще Энгельс: естествоиспытатели должны овладеть диалектическим методом, чтобы привести способ своего мышления в соответствие с объективным содержанием естественнонаучных открытий. «Материалистический основной дух физики, как и всего современного естествознания, победит все и всяческие кризисы,— предсказывал Ленин,— но только с непременной заменой материализма метафизического материализмом диалектическим» [4].

Новейший период развития естествознания

После победы Октябрьской революции перед учеными Советского государства, где марксистское мировоззрение стало господствующим, открылись большие возможности для овладения диалектическим методом. Если бы естествоиспытатели научились применять его не только в области философских выводов из современных знаний о природе, но и в области специальных научных исследований, это означало бы выход естест-

[1] В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 18, стр. 326.
[2] Там же, стр. 380.
[3] См. там же, стр. 369.

[1] Там же, стр. 327.
[2] Там же, стр. 279.
[3] Там же, стр. 293.
[4] Там же, стр. 324.

вознания из кризиса. Соответственно этому, новейший период в развитии естествознания можно было бы определить как сознательно диалектический или как период дальнейшего развития революции в естествознании и ликвидации кризиса.

В своей статье «О значении воинствующего материализма» (1922) Ленин выдвинул идею творческого союза между философами-марксистами и естествоиспытателями. Цель такого союза — двусторонняя: укрепить позиции материализма в современном естествознании и одновременно обогатить материализм философскими обобщениями новейших достижений естественных наук. Ленин показал, насколько важен был для материалистической философии «...союз с представителями современного естествознания, которые склоняются к материализму и не боятся отстаивать и проповедовать его против господствующих в так называемом «образованном обществе» модных философских шатаний в сторону идеализма и скептицизма» [1].

Такой союз должен был служить инструментом для быстрейшей ликвидации кризиса естествознания тем путем, который Ленин указывал еще в 1908 г. Спустя 14 лет он снова пишет: «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» [2].

К сожалению, с конца 30-х и до начала 50-х годов, а в биологии и позднее (вплоть до октября 1964 г.) ленинское требование научиться помогать естествоиспытателям в овладении материалистической диалектикой было грубо нарушено, а это привело к ослаблению союза философов и естествоиспытателей. Впоследствии допущенные ошибки были исправлены, и ленинские заветы стали успешно осуществляться.

Может, однако, показаться, что мы отошли от вопросов периодизации истории естествознания и занялись проблемами современного естествознания и его текущего развития. Но это не так. Современность не оторвана от предшествующей истории, а является ее закономерным развитием, точнее сказать, «последним словом» истории. Тот, кто следит за современным ходом развития естествознания, может видеть воочию, как сегодня творится сама история естествознания: ведь завтра она из «сегодня» перейдет во «вчера» и станет свершившейся историей, в которой уже ничего нельзя будет изменить — ни улучшить, ни ухудшить. Сегодня же своей практической деятельностью человек может внести в нее такие изменения и коррективы, которые соответствуют поставленным задачам. Это соображение дает возможность раскрыть важный аспект в понимании того, как связаны и в каком соотношении между собой история и современность.

Касаясь взаимосвязи между философией и естествознанием, Ленин ставил перед философами-марксистами задачу следить за тем, что происходит по этой линии в современной науке. «Надо помнить,— предупреждал он,— что именно из крутой ломки, которую переживает современное естествознание, родятся сплошь да рядом реакционные философские школы и школки, направления и направленьица. Поэтому следить за вопросами, которые выдвигает новейшая революция в области естествознания, и привлекать к этой работе в философском журнале естествоиспытателей — это задача, без решения которой воинствующий материализм не может быть ни в коем случае ни воинствующим, ни материализмом» [1].

Очень странно, что за последнее время некоторые философы, считающие себя марксистами, стали выступать против этих прямых ленинских указаний. Приходится слышать утверждения, что если один философ будет следить за развитием современной физики, другой — современной биологии и т. д., то в результате этого от философии, дескать, ничего не останется. Она в таком случае якобы растворится или поглотится частными науками, утратит свою обособленную, специфическую для нее проблематику и станет простым их придатком.

Придумано даже модное словечко «сциентизм» для характеристики таких взглядов, согласно которым философы должны интересоваться теми вопросами, которые выдвигает современная наука, в том числе и прежде всего, естествознание, переживающее свою дальнейшую революционную перестройку. Против этого «сциентизма», т. е. против контакта между философией и естествознанием, за философский «антисциентизм» выступают те философы, которые не смогли или не захотели понять и принять задачи, поставленные Лениным перед философами-марксистами и перед современными передовыми естествоиспытателями.

Отголоски такого, в корне ошибочного «антисциентизма» можно услышать из уст некоторых философов, которые вместо глубокого изучения истории естествознания становятся на путь продумывания отвлеченных логических схем, выводя их из чисто философских соображений. Такие спекулятивно полученные философские конструкции, по мысли их изобретателей, и должны затем лечь в основу историко-научных исследований.

Исходя из задач, поставленных Лениным, следует распространить идею союза между философами и современными естествоиспытателями и на взаимоотношения между философами и историками естествознания. Но это вовсе не значит, будто философы призваны к тому, чтобы заранее, исходя из своих чисто философских изысканий, преподносить готовые схемы и рецепты для историков естествознания. Напротив, здесь отношения должны быть основаны на обоюдном понимании и на взаимопомощи, а не на одностороннем господстве философии над историей естествознания.

УДК 113

[1] В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 45, стр. 29.
[2] Там же, стр. 31.

[1] Там же, стр. 29.

Что мы думаем о прогнозировании?

Отсутствие долгосрочных прогнозов развития науки, техники, экономики уже начинает в какой-то степени тормозить их развитие. В октябре прошлого года было опубликовано постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О мероприятиях по повышению эффективности работы научных организаций и ускорению использования в народном хозяйстве достижений науки и техники». В частности, «признано необходимым, чтобы по важнейшим проблемам развития народного хозяйства впредь разрабатывались научно-технические прогнозы на длительный период (на 10, 15 и более лет)». («Правда», 23 октября 1968 г.)

Но в состоянии ли человек предвидеть далекое будущее! Если это возможно, то какова достоверность таких прогнозов! Мы обратились к советским специалистам в этой области с просьбой высказать свои взгляды на задачи, методы и перспективы долгосрочного прогнозирования.

Виктор Михайлович Глушков, директор Института кибернетики АН УССР (Киев). В 1964 г. получил Ленинскую премию за цикл работ по теории автоматов. Его работы последнего времени посвящены вопросам автоматизации проектирования электронных вычислительных машин и систем, автоматизации умственной деятельности, развитию теории больших систем и созданию автоматизированных систем для управления народным хозяйством. Автор более 300 исследований по алгебре и теоретической кибернетике (теории автоматов, теории алгоритмов, теории больших систем и т. п.).

Моделирование будущего

Академик В. М. Глушков

Прогнозированием занимаются многие: составление прогнозов — это необходимое теперь условие планирования и управления не только народным хозяйством, но и наукой, т. е. огромным по объему и значению комплексом научно-исследовательских институтов и лабораторий. Методы прогнозирования в большой степени зависят от того, насколько далеко вперед мы хотим заглянуть. Одно дело составить прогноз на 10—20 лет вперед, а другое — попытаться нарисовать картину технического прогресса в XXII или XXIII вв.

Мне лично, к счастью, приходится иметь дело со сравнительно краткосрочными прогнозами, при составлении которых можно опираться на большое количество исходных данных. Правда, к краткосрочным прогнозам предъявляются повышенные требования точности. Как же работают прогнозисты?

Можно экстраполировать кривые нарастания скоростей автомобилей, увеличения объема памяти или быстродействия электронно-вычислительных машин, чтобы на основании полученных данных представить себе общую картину технических достижений 1980 или 1990 гг.

По поводу метода экстраполяции обычно высказывается такое опасение. Продолжив кривую, характеризующую темп развития какой-либо машины или устройства за предшествующие десять лет, на десять лет вперед, мы рискуем жестоко ошибиться в прогнозе: неожиданные открытия и изобретения могут резко изменить характер кривой. Достаточно напомнить о том, как внедрение реактивных двигателей разом перечеркнуло множество прогнозов о темпах развития скоростей самолетов. Однако сейчас нас больше беспокоит другая трудность.

Допустим, что мы решили построить кривую роста быстродействия электронно-вычислительных машин на 20 лет вперед, основываясь на данных за два предыдущих десятилетия. В этом случае окажется, что где-то около 1990 г. скорость распространения сигналов в машине превысит скорость света! Результат бессмысленный. Но скорость света — это не единственный ограничитель прогнозов, с которым нам приходится иметь дело при современных темпах развития науки и техники. При составлении прогнозов постоянно приходится заботиться о том, чтобы не вступить в противоречие с законами природы.

Второй метод прогнозирования состоит в создании различного рода моделей. Специалист в области автомобилестроения предскажет, например, такой-то рост выпуска машин к 1980 г. Специалист-металлург, независимо от автомобилестроителя, на основании собственных соображений определит вероятный выпуск стали в 1980 г. Специалист по топливу прикинет, сколько будет произведено в 1980 г. бензина. Если теперь начать сводить концы с концами в общем экономическом балансе, то обнаружится, что между отдельными прогнозами существуют явные противоречия. Может, например, не хватить стали для выпуска предполагаемого количества автомобилей. Частные прогнозы приходится сопоставлять и корректировать, пока мы не получим удовлетворительную модель будущего.

В последнее время особенно большое значение приобрел метод экспертных оценок, на описании которого я, однако, останавливаться не буду, так как ему посвящена специальная справка (см. стр. 12). Есть и другие методы прогнозирования. Но каким бы путем мы ни построили модель будущего, необходимо помнить, что процесс научно-технического прогнозирования должен быть непрерывным.

Допустим, мы поставили перед экспертами сто проблем, важных с точки зрения народного хозяйства. Анализируя эти проблемы, эксперты, в свою очередь, выдвинули тысячу или 10 тысяч более частных проблем, не решив которые, нельзя разрешить и сто главных задач. Однако, когда эксперты утверждали, что для решения задачи № 1 необходимо выполнить такие-то условия, а для решения задачи № 2 — такие-то, они исходили из уровня знаний сегодняшнего дня, а еще точнее — из уровня своих знаний: ведь весьма вероятно, что о каком-то важном открытии или изобретении, влияющем на его оценки, эксперт еще не успел прочитать. Кроме того, завтра, через месяц или через год будут сделаны новые открытия. Поэтому следует вновь и вновь возвращать экспертов к уже, казалось бы, решенным ими вопросам, побуждать их заново составлять свои прогнозы. А это как раз и означает создание системы непрерывного прогнозирования.

Прогнозист — не писатель-фантаст, который не несет никакой ответственности за свои предсказания. Прогнозист — участник управления наукой и техникой, всем народным хозяйством. Он отвечает за сделанные им предположения. Представьте себе, что эксперту задан вопрос: когда мы совершим полет на Марс? Эксперт ответил: через 20 лет после того, как будут выполнены такие-то и такие-то предварительные условия. В любой момент все или часть из этих условий могут быть выполнены. И вот, эксперт должен быть готов к тому, чтобы в случае, если его условия оказываются выполненными, принять на себя ответственность за свою рекомендацию начинать конструирование межпланетного корабля. Если же его оценки меняются, он обязан немедленно сообщать об этом соответствующим организациям.

Задача о полете на Марс может служить примером большого класса задач и проблем, которые должны постоянно находиться в поле зрения прогнозистов. Эти задачи и проблемы следовало бы заносить на некую карту перспективных идей: вот идея, а вот что требуется для ее осуществления. Требования «ветвятся» — на схеме они образуют подобие дерева, с опрокинутой вниз вершиной. Постепенно ветви этого дерева «покрываются листьями», т. е. становятся ясными способы решения задач, которым они соответствуют. В конечном итоге, когда все дерево «зазеленеет», прогноз сомкнется с сегодняшним днем и перспективная идея станет с этого момента достоянием конструкторов и проектировщиков. Но пока этого не произошло, мы должны внимательно следить за всеми изменениями в жизни нашего дерева.

Какие же идеи следует заносить на карты? В какой момент это необходимо делать? Еще в Древнем Египте можно было бы поставить задачу создания телевидения... на уровне волшебного блюдечка, в котором герои народных сказок видят все, что совершается в мире. На такой стадии развития идеи ее еще рано обозначать на карте перспективных идей. Но после того как в начале 80-х годов прошлого века Максвелл вывел свои знаменитые уравнения, идею телевидения и радиосвязи вполне возможно было осмыслить как перспективную и, хотя еще ничего нельзя было сказать о способах ее осуществления, уже должно было стать ясным, что это лишь вопрос времени. Но как известно, идея телевидения не была нанесена на карту перспективных идей, и, по мнению ряда ученых, это обстоятельство намного задержало развитие радиотехники.

К числу перспективных идей не была своевременно отнесена и мысль о возможности использования атомной

энергии. Интересно, что теоретический анализ этой проблемы еще в начале 20-х годов должен был привести к убеждению, что только открыв или создав соответствующие цепные реакции, можно надеяться выделить внутриатомные запасы энергии. Будь это сделано — поиски цепной реакции, быть может, велись бы более целенаправленно. Одна из важнейших задач прогнозирования как раз и состоит в том, чтобы избежать ошибок прошлого и обеспечить своевременную правильную оценку новых перспективных идей. Построение моделей будущего — шаг на пути решения этой сложной задачи.

Вопрос. В книге Р. Лэппа «Атомы и люди» (М., 1959, стр. 277) говорится: «Наши прогнозы на 1965, 1980 и 2000 гг., несомненно, окажутся слишком скромными, главным образом, из-за того, что мы видим будущее через очень узкую щель. Нам явно не удалось предугадать темпы развития автомобилестроения, и у нас нет оснований надеяться на то, что теперь мы сумеем предвидеть будущее. Специалисты, как правило, чрезмерно осторожны в своих прогнозах. Они видят лишь огромные трудности, которые предстоит преодолеть, и не учитывают возможного стремительного продвижения вперед, в ходе которого целый ряд препятствий сокрушается одним ударом».

Насколько непреодолим этот «барьер осторожности»?

Ответ. «Барьер осторожности» при увеличении точности прогнозов будет влиять в основном на дальние (свыше 25—30 лет) прогнозы.

Критерии выбора

Г. М. Добров
Доктор экономических наук

Геннадий Михайлович Добров, заместитель директора Института математики АН УССР. Работает над проблемами науковедения; в этой области им опубликовано более 100 работ и монографии: «Век великих надежд» (изд-во «Наукова думка», 1964); «Наука о науке» (изд-во «Наукова думка», 1966).

Чем больше мы знаем о будущем, тем точнее наши прогнозы. Но получить информацию из будущего теми же путями, какими мы получаем информацию из прошлого, очевидно, невозможно. Необходимо прибегнуть к специальным приемам обработки доступной нам информации о настоящем и прошлом, чтобы таким образом представить себе наиболее вероятный ход событий ближайшего и более отдаленного будущего.

Один из таких приемов состоит в том, чтобы выделить в информации о развитии науки и техники то, что имеет прямое, самое непосредственное отношение к будущему. Вот как можно конкретизировать эту задачу. Между рождением какой-либо идеи и моментом, когда эта идея воплощается в металл, в машины, в сооружения, проходит определенный, характерный для каждой эпохи срок. В настоящее время путь «от колбы до цистерны» занимает обычно 12—15 лет — лишь в некоторых областях техники он равен 5—6 годам. Значит, то, что сейчас существует в металле, 12—15 лет назад существовало на бумаге: содержалось в скрытом виде в заявках на изобретения, в патентной литературе, в журнальных публикациях. В свою очередь, сегодняшние заявки на изобретения, патенты и журнальные статьи содержат в скрытом виде значительную часть научно-технических проблем 1980 или 1985 гг.

Однако поток информации о новых открытиях, идеях, изобретениях очень обилен. Мы заведомо знаем, что не все, содержащееся в нем, будет реализовано. Иными словами, мы располагаем информацией не об одном варианте будущего, а о многих его вариантах. И прогнозист только тогда выполнит стоящую перед ним задачу, если сумеет определить, предсказать, какой именно вариант будет реализован,— такое предсказание всегда делается с некоторой степенью вероятности. Но, мало этого, прогнозист должен оценить возможные варианты, выбрать среди них несколько наилучших в разных отношениях. Это поможет

людям, которые должны принимать решения, правильно намечать те цели, к которым следует стремиться. Чтобы рекомендовать наилучший вариант, прогнозист должен располагать надежными и достаточно четкими критериями оценок того, что следует считать плохим, а что — хорошим. Итак, прежде всего надо выработать представление о возможных целях развития, о доступных путях их достижения и необходимых для этого ресурсах. Затем с помощью критериев оценки произвести предварительный отбор прогнозных вариантов.

Критерий надежности прогноза — это оценка достоверности выработанных гипотез с целью отсеять сомнительные или малообоснованные предположения. Большую роль здесь играет здравый смысл и интуиция самого прогнозиста. Есть и достаточно объективные методы вероятностей оценки степени «риска», когда принимаются решения о выборе возможных нововведений.

Опыт показывает, что в любом случае надо проверить прогноз с точки зрения наличия таких типичных ошибок прогнозистов, как сверхуверенность, недоучет влияния смежных отраслей, предвзятость (концентрация внимания на одной только альтернативе), неправомерность пределов экстраполяции, ошибки в расчетах и др. Подмечено также, что прогнозы на очень краткие сроки (до 5 лет) оказываются часто излишне оптимистичными, на 20 лет — недостаточно смелыми. Срок в 12—15 лет оказывается обычно наиболее оптимальным.

Системные критерии оценки возможностей развития базируются на учете интересов иерархически высших (для данного случая) уровней систем. Перспективность нового направления фундаментальных теоретических исследований предлагается оценивать по степени влияния, которое оно может оказать на другие науки. Чем более существенны ожидаемые изменения у соседей, тем более высоко расценивается перспективность поиска в новом направлении данной научной системы.

Перспективность прикладных направлений научных исследований оценивается по их месту и роли в более широкой системе: «наука — техника — производство». Один из критериев оценки такого рода ситуаций нам представляется как соотношение скоростей развития, при котором техника опережает производство, а наука — технику. Критерии политики — это широкий класс критериев, исходящих из общесоциальной структуры общества, его внутренней и внешней политики, идеологии и т. п. факторов, которые находят свое выражение в отношении данного государства и общества к науке, в совокупности «национальных целей», выдвигаемых перед нею.

Один конкретный вид критериев этого класса известен в форме «критериев приоритета». Не только немаловажные факторы национального престижа, но и более глубокие экономические и оборонные обстоятельства делают такого рода критерии весьма актуальными. Проблема, однако, в том, что сейчас каждой отдельно взятой державе не под силу держать мировой приоритет по полному комплексу научно-технических перспектив, обоснованных прогнозами. Причем «малые» и «большие» страны отличаются друг от друга только ассортиментом посильного им набора направлений, а не наличием самой проблемы как таковой.

Отсюда вытекает необходимость иметь в составе стратегической доктрины каждой страны представления о том, в каких направлениях данная страна сознательно не ставит перед собой цели мирового приоритета, а ориентируется на активное использование интернационального научно-технического опыта.

С другой стороны, так же определенно нужно знать области, где достижение мирового приоритета признается национальной целью. К сказанному следует добавить, что интернациональная кооперация ученых социалистических стран, как на двухсторонней основе, так и на многосторонней — в рамках СЭВ — позволяет значительно расширить масштабы развития во всех этих странах особо перспективных направлений научно-технического прогресса.

Проблемы прогнозирования привлекают все большее внимание мировой общественности. Организуются международные съезды по этим вопросам. В декабре 1967 г. в Киеве и в январе 1968 г. в Москве состоялись симпозиумы по проблемам прогнозирования, в которых участвовало несколько сот человек. В нашей стране ведутся интересные и важные исследования проблем прогнозирования. И все же у нас еще не существует государственной системы, способной объединить разрозненные усилия и обеспечить «подхватывание» идей на уровнях отдельных исследовательских институтов, отраслей промышленности и всего народного хозяйства.

Естественно, возникает мысль об организации большого института прогнозирования. Но достаточно ли у нас специалистов, способных возглавить его работу? Хватит ли квалифицированных исполнителей? Думается, что сейчас целесообразнее создавать лаборатории и рабочие группы по прогнозированию, сотрудники которых должны получать зарплату за свои «пророчества» и соответственно решать задачи, в которых заинтересовано народное хозяйство.

Любой коллектив прогнозистов должен состоять из различных специалистов. Все или многие из них могут продолжать деятельность в той области, где они работали раньше. Вообще кадры прогнозистов должны формироваться из людей, имеющих то или иное «профессиональное прошлое». Но для того чтобы эти специалисты могли выполнять функции экспертов при составлении прогнозов, им необходимо овладеть специальными навыками.

Работы по прогнозированию следует развивать широко и смело, не дожидаясь создания специального института прогнозирования. А такой институт — это уже мой прогноз — появится скоро, возможно, через несколько лет.

Вопрос. В 1929 г. ведущий английский конструктор дирижабля R-100

Н. С. Норуэм (в 1960 г. под псевдонимом Невиля Шьюта он выпустил роман «На последнем берегу») писал: «Сейчас с легкостью предсказывают, что через несколько лет скорость пассажирских самолетов достигнет 500 км/час — нынешнего рекорда скорости». Решительно отвергнув такую возможность, Норуэм составил прогноз на 1980 г.: скорость полета пассажирских самолетов достигнет 170—200 км/час, дальность полета — 1000 км, полезная нагрузка — 4 т.

В 1947 г. английский ученый и писатель А. Кларк — человек, близкий по своему профилю к Норуэму,— в своем научно-фантастическом романе «Прелюдия к космосу» предсказал, что первая ракета на Луну будет запущена в 1959 г., первые спутники с людьми полетят в 1970 г., а посадка космонавтов на Луну произойдет в 1978 г.

Совершенно ясно, что при составлении прогноза развития авиации Норуэм располагал гораздо большим объемом исходных данных, чем Кларк в своих предположениях о развитии космонавтики. Тем не менее прогноз Кларка оказался гораздо более точным.

Не сыграла ли тут известную роль интуиция Кларка? Каково вообще значение интуиции при составлении прогнозов развития науки и техники?

Ответ. Безусловно, интуиция — одно из мощных оснований для научно-технического прогнозирования. По сути дела — это единственный источник информации, упреждающий по содержанию своих сведений то, что содержится в обычной научной информации.

Целый класс методов современной прогностики (так называемые методы экспертных оценок) основан на выявлении, сборе и соответствующей обработке информации, содержащейся в умах ученых в виде неопубликованных гипотез, смелых догадок, оригинальных предположений и других проявлений творческой интуиции.

При этом хотелось бы заметить, что, делая умозаключения (экспертные оценки) «по интуиции», ученый-прогнозист должеч тем не менее изложить систему взглядов или аргументов, которые привели его к данной оценке. В особенности если этот прогноз не страница из научной фантастики, а материал, по которому будут принимать решения органы планирования научно-технического развития. Можно было бы строго доказать, что любое логически непротиворечивое утверждение о событии, не нарушающем свод основных законов естествознания, имеет определенный шанс сбыться.

Владимир Иванович Сифоров, директор Института проблем передачи информации АН СССР, работает в области автоматики, радиоэлектроники, систем передачи информации.
Автор многочисленных научных работ, научно-популярных статей и учебников.
На 5-м Международном симпозиуме по телевидению в г. Монтре (1967 г.) получил почетный диплом за выдающийся вклад в развитие техники телевидения.

Философия дальних прогнозов

Член-корреспондент
АН СССР
В. И. Сифоров

Мы охотно простили бы метеорологам ошибку в предсказании погоды, скажем, на 5 августа 1998 г. (если они вообще возьмутся за такое прогнозирование), но будем на них в обиде, если в сводке погоды на завтрашний день указано «солнечно», а на самом деле пойдет дождь. Уже отмечалось, что от краткосрочных прогнозов требуется высокая степень точности. Но нужны ли вообще прогнозы на 100 или 200 лет вперед? Имеет ли значение справка, даже сравнительно точная, о том, какая будет погода через 30 лет? И что изменится, если мы сумеем узнать, какие машины будут применяться в горном деле на шахтах, в которых будут работать наши очень далекие потомки?

Когда писатель-фантаст моделирует далекое будущее, он это делает ради того, чтобы, поставив своих героев в необычные, с нашей точки зрения, ситуации, обсудить актуальные психологические, этические и социальные проблемы своего времени. Но зачем нам, ученым, стремиться установить картину будущего, на которое мы реально никак не можем воздействовать?

Думаю, что для этого есть веские основания. Во-первых, в самое бли-

жайшее время может оказаться, что мероприятия, которые мы теперь планируем, начнут сказываться на ходе многих процессов, достаточно удаленных от нас во времени. Во-вторых, планируя развитие науки на 20 или 30 лет вперед, мы должны иметь представление и о гораздо более далеком будущем: оно как бы отбрасывает тень на наше время. Предсказывать на 100 лет вперед необычайно трудно. Известно, что никому не удалось предсказать создание теории относительности или квантовой физики. Если я не ошибаюсь, то не удалось предвидеть и появление электронных вычислительных машин. Но следует учитывать и то, что ученые прошлых поколений не занимались сколько-нибудь систематически прогнозированием и в их распоряжении не было для этого необходимых средств, в том числе и «непредвиденных» ЭВМ. Ни анализ патентной литературы, ни обычные методы моделирования будущего не пригодны для составления очень далеких прогнозов. Тут нужен какой-то совершенно новый подход. Прежде всего, мы можем поставить вопрос о том, в какой области науки и техники следует ожидать в обозримом периоде фундаментальных и даже сверхфундаментальных открытий, которые окажут на науку и технику далекого будущего такое же революционизирующее влияние, какое, например, оказала на науку современную та же теория относительности.

Следующий шаг должен состоять в том, чтобы определить, к какому классу наук относится та, в которой мы ожидаем крупные открытия. К наукам, занимающимся исследованием окружающей нас действительности? К дисциплинам, цель которых состоит в разработке способов изменять эту действительность? Или, наконец, к наукам, исследующим закономерности изменения самого человека?

Мне представляется, что крупнейшие открытия будут сделаны во всех трех направлениях исследований, причем картина будущего определится комплексом революционных открытий и изобретений. Однако в этом комплексе предполагаемых событий могут быть выделены элементы, оказывающие особенно большое влияние на развитие науки и техники,— открытия самого высокого ранга.

Вот как мне рисуется далекая перспектива развития в области техники. Фундаментальный скачок произойдет в результате совершенствования ЭВМ. Глобальная система передачи информации, глобальная система связи и другие возможности, обусловленные созданием саморегулирующихся и самопрограммирующихся машин, сильно продвинут человечество по пути автоматизации умственного труда. Конечно, о столь отдаленных последствиях открытий и изобретений, которые, возможно, будут сделаны еще через много лет, трудно говорить конкретно. Вообще гипотеза о том, что архифундаментальный скачок в развитии ЭВМ приведет в конечном счете к появлению новых форм движения материи, вероятно, вызовет возражения со стороны многих специалистов. Но мне лично такая гипотеза представляется заслуживающей внимания, а для рассмотрения занимающих нас проблем дальнего прогнозирования она очень удобна. В самом деле, разбирая эту гипотезу, мы, во-первых, выявили область, в которой изменения наступают в результате сверхфундаментальных сдвигов совсем в другой области. Во-вторых, мы составили себе некоторое представление о сущности самого фундаментального открытия, или, точнее говоря, целого комплекса открытий.

С этой иллюстративной целью я и рассматриваю здесь возможные последствия коренного, принципиального усовершенствования ЭВМ. Более полная картина отдаленного будущего может быть получена лишь в результате построения многих подобных моделей, сопоставления их, известной подгонки друг к другу и т. д.

Вопрос. За последние годы появилось много различных прогнозов. Если свести воедино предположения ученых, относящиеся к одной и той же дате, получится впечатляющая картина. К 2000 г., например, приурочены такие прогнозы:

Заселение планет. Искусственный разум. Управление погодой (А. Кларк, Англия). Использование тепла магмы для выработки электроэнергии (акад. Н. Н. Семенов, СССР). Автомагистрали с автоматическим управлением. Всемирный язык с автоматическим переводом на основные языки мира. Роботы для выполнения домашней работы («Рэнд корпорейшн», США). «Интегрирование» радио- и телепередач, а также газет (д-р Богарт, США). 720 миллионов автомобилей на дорогах США и Европы. 2000-местные лайнеры, летающие на скоростях до 10 чисел Маха (Г. Буланон, Швейцария). Полная ликвидация голода и инфекционных болезней (проф. Глесс, США). Регуляция пола у животных (акад. Б. Л. Астауров, СССР). Регулирование пола детей. Победа над раком. (Т. Г. Сиборг, США).

К 2050 г. относят такие открытия и изобретения: Управление гравитацией. Управление памятью для восстановления воспоминаний (А. Кларк). Автоматическое чтение мыслей. Полет за пределы солнечной системы, длительностью в несколько поколений («Рэнд корпорейшн»).

В какой мере обоснованы эти и множество подобных им прогнозов, встречающихся не в научно-фантастических романах, а на страницах серьезной литературы? Насколько точна «привязка» этих прогнозов к определенным датам? Можно ли, иными словами, на их основании «сконструировать» модель 2000, 2050 и последующих годов?

Ответ. Мне представляется, что большинство этих и многих других подобных прогнозов являются обоснованными, так как они базируются на принципиально достижимых возможностях науки и техники. Более того, в XXI в. и даже в XX в. будут открытия и изобретения значительно более фундаментального характера, которые с современной точки зрения являются «фантастическими». Надо иметь в виду, что возможности

науки и техники практически неисчерпаемы. Неосуществимы лишь те прогнозы, которые противоречат законам развития природы, общества и мышления. Поэтому можно утверждать, что такие прогнозы, как создание искусственного разума, заселение планет, управление погодой, конструирование лайнеров со скоростями, значительно превышающими скорость звука, полная ликвидация голода на нашей планете и многие другие будут осуществлены. Одни из этих прогнозов, по-видимому, осуществятся и до 2000 г., а некоторые позже.

Рассматривая вопросы прогнозирования техники, необходимо различать принципиально достижимые возможности и возможности, которые действительно будут реализованы на практике. Далеко не все то, что потенциально достижимо, будет реализовано в действительности, потому что в человеческом обществе (в процессе его дальнейшего развития по пути социального прогресса) может не возникнуть соответствующих потребностей. Так, с моей точки зрения, вряд ли появится потребность в регулировании пола детей, автоматическом чтении мыслей или конструировании синтетического человека.

В большинстве дальних прогнозов в настоящее время невозможно определить точную дату. Здесь очень легко ошибиться. Мне представляется, что для многих прогнозов, несмотря на большие трудности, все же целесообразно делать хотя бы сугубо ориентировочно оценку во времени. Имеет смысл построить на основании таких прогнозов и модели будущего. В частности, целесообразно сделать хотя бы сугубо ориентировочную оценку возможных достижений в области техники, например, к такой дате как столетие Советской власти, т. е. к 2017 г., по важнейшим ее разделам. Такая попытка сделана мною по технике телевидения. Соображения по этому вопросу даны в моей статье, опубликованной в журнале «Советское радио и телевидение» (1968, № 1, стр. 5—6).

Метод Дельфи

Примечание к статье В. М. Глушкова

В литературе по прогнозированию, в том числе и в материалах, помещенных в этом номере журнала, часто упоминается метод экспертных оценок, или метод Дельфи. Такое название связано с оракулом, вещавшим в древнегреческом храме Аполлона в Дельфах. Предполагается, что дельфийские оракулы выражали, как теперь говорят, независимые точки зрения. Считается также, что если сопоставить и определенным образом обработать ответы современных «оракулов» — экспертов — на те или иные вопросы о будущем, то в нашем распоряжении окажутся достаточно надежные прогнозы.

Этот метод был разработан и проверен на практике «Рэнд корпорейшн» (США). В одном из случаев применения этого метода 82 экспертам, крупным специалистам в различных областях науки и техники, было предложено перечислить основные изобретения и открытия, которые каждый из них считает крайне необходимыми и осуществимыми в течение следующих 50 лет. На основе ответов экспертов был составлен список 49 ожидаемых событий в науке.

Во втором туре экспертам предлагалось указать по каждому пункту списка вероятность осуществления события в каждом из следующих периодов времени: 1963—1965; 1965—1968; 1968—1972; 1972—1978; 1978—1986; 1986—1997; 1997—2013; позже 2013; никогда.

Оценки экспертов в ответах на вторую анкету использовались для приблизительного определения года наибольшего ожидания и диапазона вероятности осуществления.

В качестве примеров можно указать, что годом наибольшего ожидания (медианой) для осуществления химического контроля над наследственностью оказался 1993 г., а диапазон вероятности осуществления этого события (квартили) охватил период времени от 1982 до 2033 гг. Медиана точного предсказания погоды — 1975 г., квартили такого предсказания — 1972—1988 годы.

В третьей анкете, направленной тем же экспертам, все прогнозы были разбиты на два раздела. В первом перечислялись пункты, по которым большинство экспертов дали хорошо согласующиеся оценки. По этому поводу спрашивалось: «Полностью ли Вы согласны с мнением, выраженным большинством экспертов? В случае согласия кратко изложите причины».

Во втором разделе перечислялись пункты, по которым мнения экспертов разделились, и поэтому требовался повторный опрос экспертов.

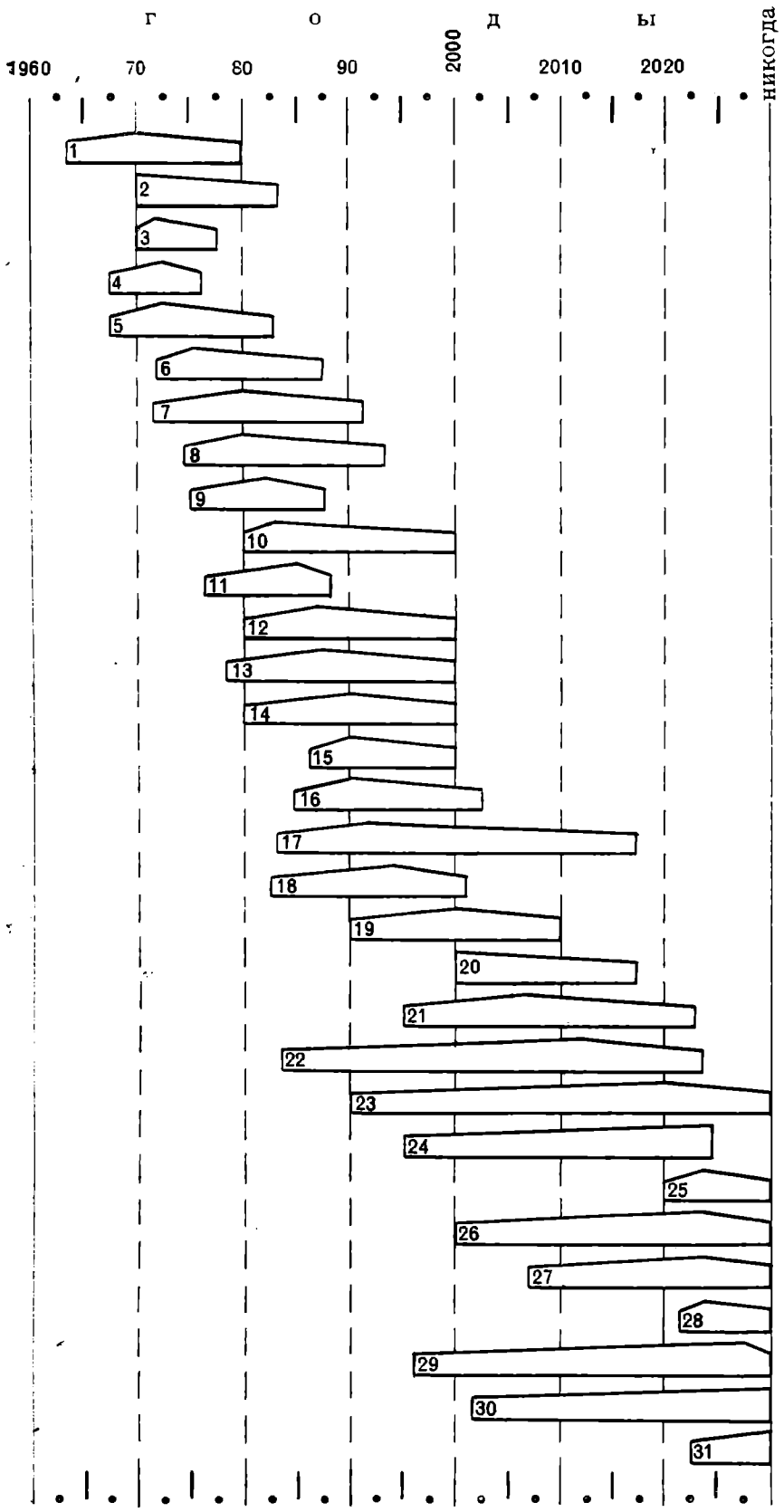
Четвертый тур имел целью дальнейшее уточнение оценок. На этот раз экспертам сообщались скорректированные с учетом предыдущих опросов оценки сроков, данные большинством экспертов, и аргументированное мнение меньшинства.

В результате такой операции организаторы опросов получают в свое распоряжение статистически сложившееся распределение индивидуальных оценок экспертов относительно времени возможного решения тех или иных проблем. А эти данные, как показала практика, дают возможность с достаточной степенью точности предвидеть и наступление событий.

Точность прогнозов, полученных методом Дельфи, в очень большой степени зависит от количества экспертов и от их квалификации, от сроков между различными этапами опросов (чем больше эти сроки, тем вероятнее изменение состава экспертов и их точек зрения). Существенные трудности связаны также с тем, что один и тот же вопрос может быть понят различно и что на характер ответа может повлиять мировоззрение эксперта.

Материал подготовил С. В. Владимиров

УДК 65.012.2



Прогнозы научных открытий, полученные в США методом Дельфи*.

1. Экономически целесообразное опреснение воды
2. Эффективный и дешевый контроль над рождаемостью
3. Новые синтетические материалы для сверхлегких конструкций
4. Машинный перевод с языка на язык
5. Пересадка и протезирование органов
6. Надежное предсказание погоды
7. Создание единого центра информации
8. Реформация теоретич. физики (ликвидация ныне существующих противоречий)
9. Вживление искусственных органов из пластмассы и электронных компонентов
10. Распространение препаратов-ненаркотиков для изменения психических особенностей людей
11. Лазеры в x- и γ-диапазоне электромагнитного спектра
12. Управляемая термоядерная энергия
13. Искусственное создание примитивных форм жизни
14. Экон. целесообразная разработка месторождений на дне океана
15. Огранич. и экон. целесообр. управление погодой в определенных районах
16. Промышленное произв. синтетического белка (пищевые продукты)
17. Многократное расширение области излечиваемых психических заболеваний
18. Всеобщая иммунизация против бактериальных и вирусных болезней
19. Хим. контроль над наследственными дефектами
20. Превращение океанов в источник получения 20% мировых запасов пищевых продуктов
21. Биохимические препараты, стимулирующие регенерацию органов
22. Лекарства, повышающие умственное развитие
23. Непосредственное взаимодействие между мозгом человека и ЭВМ
24. Продление жизни человека на 50 лет
25. Использование обезьян и дельфинов на неквалифицированной работе
26. Двусторонняя связь с внеземными цивилизациями
27. Промышленное производство хим. элементов из субатомных компонентов
28. Управление тяготением путем изменения гравитационного поля
29. Обучение путем внесения информации непосредственно в мозг
30. Длительная летаргия для «путешествия во времени»
31. Использование телепатии для связи

---

* По данным, приведенным в книге «Анализ тенденций и прогнозирование научно-технического прогресса». «Наукова думка», 1967.

Атомная энергия и ее роль в техническом прогрессе

Академик А. П. Александров

В августе 1968 г. в Москве проходил VII конгресс Мировой энергетической конференции (МИРЭК). МИРЭК — одна из крупнейших и старейших международных организаций, объединяющая в своих рядах ученых и инженеров, занимающихся изучением и использованием энергетических ресурсов, проблемами дальнейшего развития энергетического хозяйства. На VII конгрессе собралось свыше 3000 энергетиков мира, которые рассмотрели и обсудили более 270 докладов. Были зачитаны 3 Генеральных адреса: от Советского Союза, Совета Экономической Взаимопомощи и Экономической комиссии ООН для Европы. От Советского Союза выступил академик А. П. Александров.

Анатолий Петрович Александров, директор Института атомной энергии им. И. В. Курчатова, выдающийся советский ученый в области атомной энергетики.

Энергетика — одна из важнейших для человечества областей научно-технического творчества. Это творчество представляет собой процесс, по существу, коллективный. В нем участвуют ученые, инженеры, рабочие и деятели промышленности многих стран, сотрудничающих или соревнующихся друг с другом.

Интеллект в научно-техническом творчестве выступает на равных правах с техническим потенциалом, и поэтому, как показывает история энергетики, все страны — не только большие, но и малые — вносят в это коллективное творчество свой вклад, иногда очень весомый или решающий.

Цель VII конгресса — наиболее представительного и квалифицированного собрания энергетиков всего мира — дать обзор результатов технического творчества в области энергетики и путей ее дальнейшего развития. Этот конгресс, происходящий в знаменательный период, когда техника начала применять для пользы человечества новые энергетические ресурсы — энергию, освобождаемую при делении ядер, имеет большое значение и будет стимулировать дальнейший прогресс. Хотя в настоящее время за счет ядерных ресурсов покрывается менее 1% мирового потребления энергии, это — важный зародыш нового крупнейшего направления в развитии энергетики.

Возможность технического использования энергии деления тяжелых ядер и энергии синтеза легких ядер в принципе изменила ситуацию, существовавшую в первой половине нашего века. Дамоклов меч топливной недостаточности, угрожавший развитию материальной культуры уже в сравнительно недалеком будущем, отведен на практически неограниченное время.

Конечно, принципиальная возможность привлечения новых ресурсов

еще не является решающей. Кроме физической и технической возможности получения новых видов энергетических ресурсов необходимо, чтобы их использование было экономически целесообразно, чтобы они были конкурентоспособны с традиционными. За 14 лет, прошедшие с момента пуска в СССР первой экспериментальной атомной электростанции, большой творческий вклад, внесенный Великобританией, СССР, США, Францией и рядом других стран в развитие АЭС, привел к тому, что энергия деления тяжелых ядер сделалась вполне конкурентоспособной с традиционными видами топлива в тех районах, где его стоимость повышена за счет дальней транспортировки. Более того, предложено несколько соревнующихся технических концепций использования энергии деления, что является залогом быстрого технического усовершенствования создаваемых систем и улучшения их экономичности.

Так, например, с уже хорошо зарекомендовавшими себя корпусными реакторами с легкой водой, развивающимися главным образом в США и Советском Союзе, и традиционными для Великобритании реакторами корпусного типа с углекислотным охлаждением сейчас соревнуются реакторы с трубами под давлением, бескорпусные, с замедлителями из тяжелой воды (как в канадских, великобританском, итальянском, индийском и японском вариантах) или из графита (как это было в первой атомной станции, а затем в Белоярской и строящихся новых станциях большой мощности в СССР). Ряд новых концепций реакторов как на тепловых, так и на быстрых нейтронах [1] — с разными теплоносителями-газами, расплавленными солями, металлическими композициями с неподвижным или циркулирующим топливом — разрабатываются в Великобритании, СССР и странах социалистического содружества, Соединенных Штатах, Франции, Западной Германии, Швеции и ряде других стран в некоторых случаях объединяющих свои усилия.

[1] Для краткости в дальнейшем употребляются термины: тепловые реакторы и быстрые реакторы.

Нет сомнения, что многие из этих разработок, например реактор с расплавленными солями и высокотемпературные реакторы с газовым охлаждением, в определенных случаях окажутся конкурентоспособными.

На грани конкурентоспособности стоит и возможность использования колоссальных ресурсов урана-238 и тория-232, пути экономичного превращения которых в делящиеся элементы плутоний-239 и уран-233 находятся в стадии инженерной доработки.

Более отдаленной рисуется перспектива использования энергии термоядерного синтеза легких элементов, однако и здесь, в труднейшей области физической теории и эксперимента, усилия научных коллективов разных стран ощутимо приблизили решение, и я думаю, что хотя мне хорошо известны данные о продолжительности жизни, у меня есть большие шансы увидеть первые устройства с самоподдерживающейся управляемой реакцией синтеза тритий-дейтериевой смеси.

Значение введения в эксплуатацию ресурсов ядерной энергии не исчерпывается тем, что практически навсегда будет снята угроза топливной недостаточности. Ядерная энергетика будет иметь и важное социальное значение. Смягчение остроты топливной проблемы, несомненно, приведет и к снижению значения этой проблемы как фактора политической напряженности. Введение ядерной энергетики создаст возможности более равномерного развития стран, пользующихся в настоящее время дорогостоящим импортируемым топливом. Благодаря исключительно высокой энергоемкости ядерного горючего стоимость транспортировки его в любые места земного шара относительно низка. Поэтому районы и страны, обделенные природой и не имеющие традиционных топливных ресурсов, смогут получать относительно недорогие ядерные энергоресурсы. В результате вместо депрессии, ожидавшейся в связи с ростом стоимости привозного топлива, возможен быстрый технический прогресс. В перспективе же, когда станет экономичен процесс сжигания всего урана-238, почти каждая страна получит в достатке собственное ядерное топливо.

Однако, несмотря на эти оптимистические прогнозы, в целом достаточно обоснованные, дело обстоит не так просто и для реализации предоставленных физикой возможностей необходимо пройти еще трудный путь. На этом пути перед нами вырисовывается огромное поле научной и технической деятельности.

Все существующие в настоящее время атомные электростанции построены на делении урана-235 и очень малом (около 1%) попутном использовании урана-238. Хотя на использовании урана-235 в ближайшие 10—20 лет, вероятно, будут созданы мощности электроэнергетики того же масштаба, что существуют в мире сейчас, ввод в действие ресурсов урана-235 не является решающим с точки зрения общей величины мировых энергоресурсов. Атомные электростанции на тепловых нейтронах имеют сейчас, прежде всего, экономическую целесообразность. Во многих случаях строительство таких АЭС — наиболее рациональный путь снижения дефицита традиционных видов топлива. Нужно подчеркнуть, что ускоренное развитие атомной энергетики с реакторами на тепловых нейтронах не исключает обычной энергетики, но облегчает задачи энергоснабжения недостаточно обеспеченных топливом районов, и, таким образом, обычная и атомная энергетика взаимно дополняют друг друга на данном этапе развития.

Кроме того, энергетика на тепловых реакторах подготавливает будущее развертывание энергетики на реакторах-размножителях, работающих на быстрых нейтронах. В этом типе реакторов потребляется бóльшая часть урана-238. Когда мы говорим о практически неисчерпаемых энергоресурсах ядерного горючего, то имеем в виду необходимость и возможность ввода в игру вторичного горючего — плутония и использования за этот счет бóльшей части запасов урана-238. Без этого не может быть речи о длительном развитии ядерной

энергетики в тех масштабах, которые определяются современным темпом технического прогресса, так как ресурсы урана-235 для этого будут недостаточны.

Масштабом накопления плутония в тепловых реакторах определится масштаб возможного и рационального начального создания экономически конкурентоспособных реакторов на быстрых нейтронах, поэтому о роли тепловых реакторов как конверторов урана в плутоний нельзя забывать. Накопление плутония в реакторах на тепловых нейтронах имеет первостепенное значение для будущего энергетики, хотя сейчас экономически выгоднее путем глубокого выгорания ядерного горючего достигать меньшей стоимости топливной составляющей, что сильно уменьшает выход плутония. Однако этот процесс управляем и может быть приведен к оптимизации соответствующей политикой цен или налогов. Будущая крупная атомная энергетика должна быть способной к саморазвитию, т. е., используя процесс размножения плутония в реакторах на быстрых нейтронах, должна обеспечить полное снабжение себя вторичным ядерным горючим — плутонием, с подачей в топливный цикл извне только недефицитного урана-238.

Советский Союз, Соединенные Штаты, Англия, Франция и некоторые другие страны в настоящее время строят или проектируют относительно крупные реакторы на быстрых нейтронах, которые предназначаются, в сущности, для отработки инженерных аспектов технологии. Можно ожидать, что в 1975—1980 гг. конкурентоспособность таких реакторов будет достигнута. Но для того чтобы ядерная энергетика могла развиваться, нужно не только добиться экономической конкурентоспособности энергетики с реакторами на быстрых нейтронах (что, конечно, является необходимым условием), но и обеспечить настолько быстрый темп накопления вторичного плутония, чтобы нарастание энергетики на «собственном» вторичном горючем соответствовало темпу развития энергетики данной страны или совокупности стран.

Существующие и создаваемые сейчас реакторы на тепловых нейтронах дадут возможность в ближайшие 10—15 лет обеспечить плутонием относительно небольшое количество реакторов на быстрых нейтронах. Дальнейший рост энергетики может идти только за счет собственного расширенного воспроизводства плутония на созданных быстрых реакторах.

Учитывая, что время удвоения мощностей электроэнергетики для Советского Союза составляет около семи лет, а для Соединенных Штатов — около десяти лет и что способность к развитию атомной энергетики на быстрых нейтронах должна быть опережающей обычную, реакторы на быстрых нейтронах должны удваивать количество вложенного в них плутония за 5—7 лет. При этом нужно иметь в виду, что эти 5—7 лет должны являться фактическим сроком удвоения, с учетом коэффициента загрузки станции, распределения воспроизводства плутония в разных зонах реактора и его потерь при переработке.

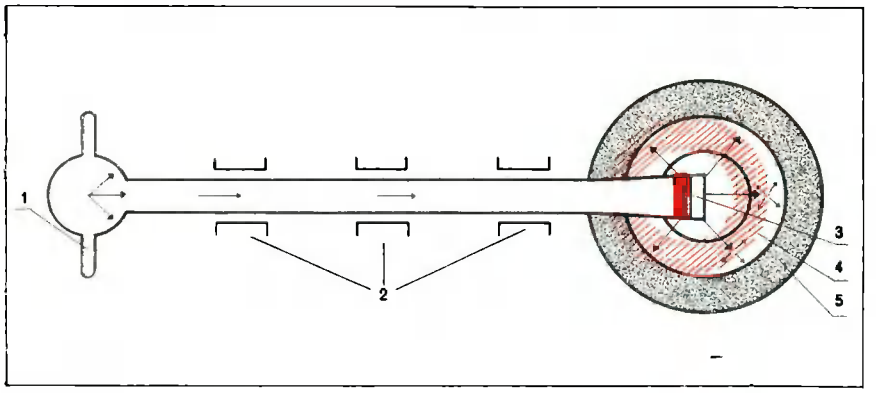
Ясно, что производство плутония для расширяющегося по экспоненте развития энергетики может быть возложено только на бридеры [1] на быстрых нейтронах, работающие в режиме базовой нагрузки. При этом они должны будут вырабатывать плутоний не только для развития мощностей базовых станций, но и выделять некоторую часть его для обеспечения необходимого темпа развития мощностей станций, работающих в режиме регулирования. В целом это приводит к требованию, чтобы расчетное время удвоения плутония в базовых станциях было не более 3—4 лет.

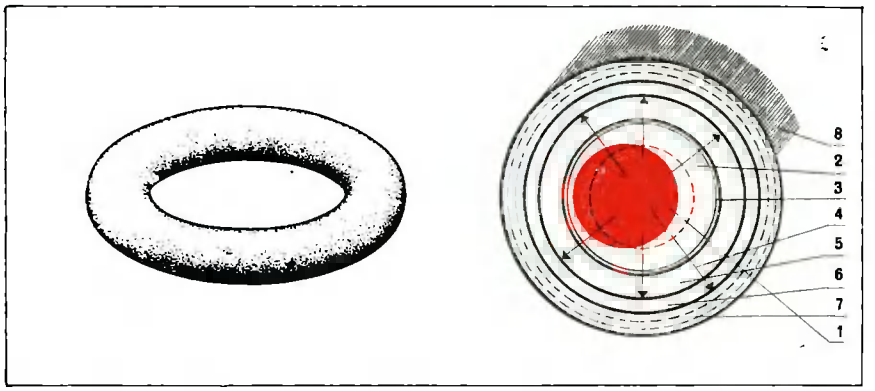
Только в этом случае переход к ядерной энергетике на быстрых реакторах, который в заметной мере начнется с 80-х годов, сможет произойти без снижения темпов развития энергетики в целом, и, следовательно, без задержки технического прогресса.

Существующие и строящиеся реакторы на быстрых нейтронах дадут время удвоения плутония в 2—4 раза продолжительнее, чем требуется. Это определяется главным образом несовершенным топливным циклом: пригодные для высокотемпературных реакторов окисные и в меньшей степени карбидные топливные элементы из-за меньшей удельной плотности плутония в активной зоне дают низкий коэффициент воспроизводства. Загрузка же активной зоны металлическим плутонием исключает возможность получения высоких параметров пара. Кроме того, удобный для высоких параметров теплоноситель — натрий приводит к смягчению спектра нейтронов, что также уменьшает коэффициент воспроизводства. Таким образом, создание реакторов-размножителей с современными для обычной энергетики параметрами рабочих тел приводит к низкой эффективности таких реакторов, как размножителей плутония, что недопустимо в принципе. Другие теплоносители — водяной пар и газ, по-видимому, не облегчат положения. Для преодоления всех этих технических противоречий придется пройти еще большой путь, и, мне кажется, в концепции реакторов на быстрых нейтронах следует ожидать «расщепления» идей. Я думаю, что в близком будущем, кроме существующего направления развития реакторов на быстрых нейтронах, будут создаваться специализированные реакторы для обеспечения плутониевой топливной базы энергетики на быстрых нейтронах с временем удвоения плутония порядка 2—4 лет. При этом они будут совмещены с установками химического выделения плутония и изготовления из него топливных элементов. Чтобы избежать трудностей в подборе материалов, к которым предъявляются высокие требования, видимо, целесообразно будет создавать АЭС на сравнительно низких параметрах пара.

Я представляю себе, что реакторы на тепловых нейтронах не потеряют своего значения и после создания

[1] Бридером называется реактор, вырабатывающий больше вторичного ядерного горючего, нежели сгорает в нем первичного ядерного горючего.





Вверху

Электроядерный метод производства ядерного горючего. При мощности в пучке ускоряемых ионов порядка 65 ма (постройка такого ускорителя проектируется в Канаде) установка может производить 250—300 кг ядерного горючего в год: 1 — источник ионов дейтерия; 2 — сильноточный ускоритель; 3 — мишень из U^{238}: одно ядро дейтерия порождает около десяти нейтронов с энергией около 30 Мэв; 4 — размножитель из U^{238}: здесь происходит деление ядер атомов U^{238}, увеличивающее выход на одно ядро дейтерия до 50 нейтронов; 5 — накопитель из U^{238} (или Th^{232}) поглощает нейтроны размножителя. В результате ядерной реакции из U^{238} получается плутоний (или из Th^{232}—U^{233})

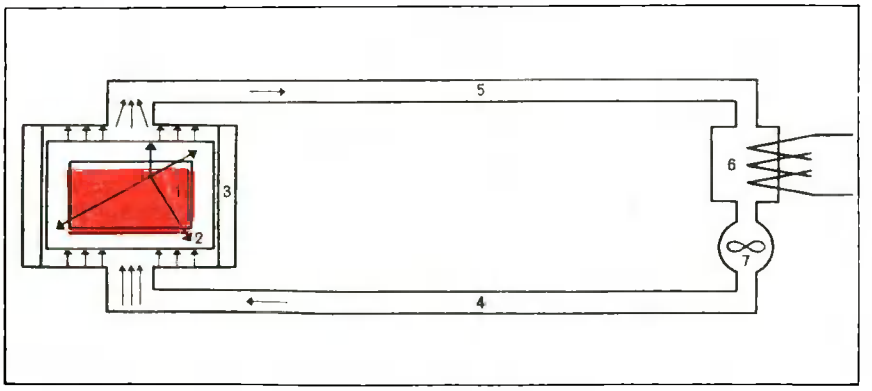
Внизу

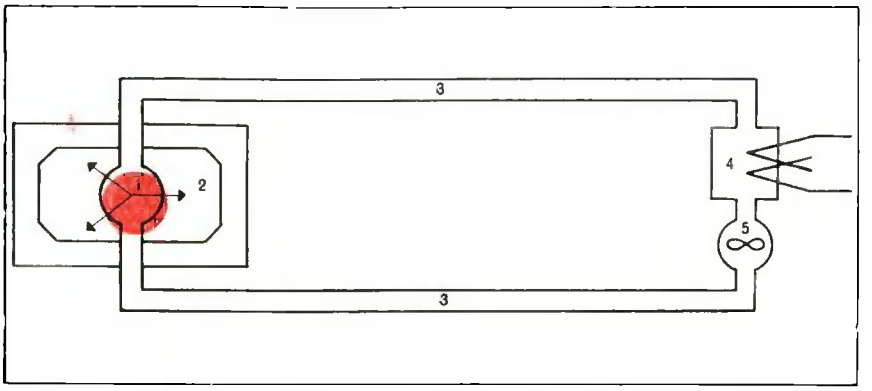
Термоядерный синтез в горячей плазме. Схема дейтерий-тритиевого плазменного термоядерного торообразного реактора: слева — внешний вид, справа — разрез. Дейтерий-тритиевая горячая плазма (1) с температурой $\sim 7 \cdot 10^8$ °К, удерживаемая магнитным полем в камере глубокого вакуума (2) от соприкосновения с молибденовой стенкой (3), в процессе ядерного синтеза излучает «термоядерные нейтроны» (4). В камере (5) нейтроны захватываются с образованием трития; образующееся тепло отводится теплоносителем при температуре ~ 900 ° К. В следующей камере (6) поглощаются гамма-кванты и нейтроны, исходящие из области горячей плазмы, а также гамма-кванты, возникающие при поглощении нейтронов. Сверхпроводящая магнитная система (7) находится при температуре ~ 4° К. Снаружи расположена мощная биологическая защита (8)

экономически конкурентоспособных бридеров. Надо полагать, что они останутся наиболее выгодными для атомных электростанций, работающих в режиме регулирования из-за меньшей стоимости топливной загрузки. Это не значит, что быстрые реакторы современных типов не имеют перспектив. Я думаю, что в течение длительного переходного периода преимущественного развития атомной энергетики они могут сыграть довольно значительную роль, особенно если удастся реализовать у них времена удвоения порядка 5—7 лет. При реальных временах удвоения — больше 10 лет — роль этих реакторов в энергетическом балансе ближайших 15—20 лет будет малозаметной.

По этой же причине топливные циклы на уране-233, по-видимому, будут иметь ограниченное значение. Небольшой коэффициент воспроизводства в этом цикле сможет обеспечить только очень медленное развитие энергетики, с временем удвоения порядка 20 лет. Поэтому в будущем применение урана-233, вероятно, наиболее целесообразным окажется в регулирующих станциях, а мощности их будут наращиваться за счет плутония базовых реакторов и вводимого в баланс извне урана-235. Значение ториевого цикла сможет резко возрасти, если при дальнейшем развитии темпы роста электроэнергетики понизятся. Однако признаков такого понижения пока не существует, и, видимо, такая тенденция может появиться только в наиболее энергообеспеченных странах к концу нашего столетия. Вместе с тем отмечу, что разрабатываются новые тепловые реакторы-бридеры, производящие уран-233 из тория с малым временем удвоения за счет высокой удельной тепловой нагрузки делящегося вещества, которая превышает на порядок тепловую нагрузку в быстром бридере. Оптимисты надеются, что такие тепловые бридеры в экономическом плане превзойдут быстрые и обеспечат вовлечение в энергетику ториевых ресурсов.

Что же, тем лучше: чем больше конкурирующих концепций — тем короче путь к прогрессу.



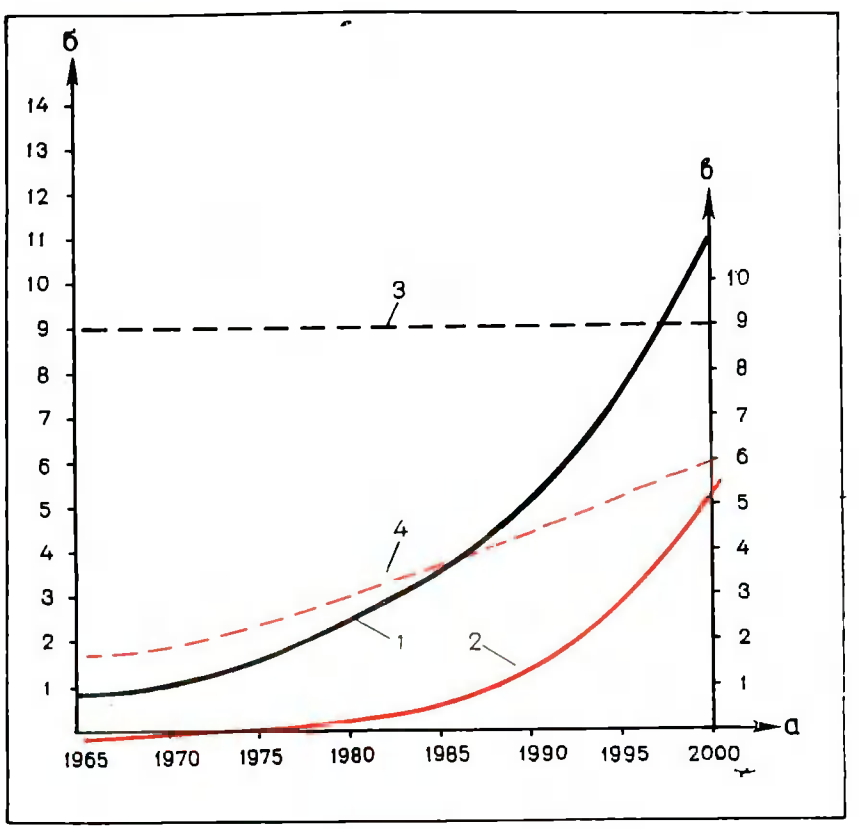


В в е р х у

Принцип действия бридера на быстрых нейтронах. Важной характеристикой процесса расширенного воспроизводства служит время удвоения (ВУ), за которое мощность системы бридеров, т. е. количество в ней ядерного горючего, возрастает вдвое: $ВУ \sim 1/\varphi z$ $(КВ - 1)$, где φ — коэффициент нагрузки реактора (в базисном режиме — около 0,8 и в режиме регулирования — около 0,4); z — удельная мощность — отношение мощности к весу ядерного горючего в реакторе; КВ — коэффициент воспроизводства — отношение количества нового ядерного горючего, возникающего в реакторе, к количеству сгорающего ядерного горючего. 1 — активная зона из смеси U^{238} и ядерного горючего; 2 — размножение быстрых нейтронов вследствие цепного процесса деления ($n + Pu^{239} \rightarrow \nu n + 2$ осколка; $n + U^{238} \rightarrow Pu^{239} + \gamma$), где ν — число нейтронов деления; 3 — накопитель из U^{238} (или Th^{232}) поглощает нейтроны, образуя ядерное горючее $n + {}_{\text{в}}U^{238} \rightarrow Pu^{239} + \gamma$): 4 — теплоноситель Na или газ; 5 — нагретый теплоноситель; 6 — теплообменник; 7 — насос

В с е р е д и н е

Бридер на тепловых нейтронах с ториевым топливным циклом отличается от «быстрого бридера» меньшим коэффициентом воспроизводства (КВ), но более высокой удельной мощностью (z), поэтому время удвоения для этих двух бридеров различается незначительно. 1 — активная зона — смесь теплоносителя и ядерного горючего ($n + U^{238} \rightarrow \nu + 2$ осколка); 2 — накопитель из Th^{232} поглощает нейтроны по реакции $n + Th^{232} \rightarrow U^{233} + \gamma$; 3 — расплав солей или суспензия D_2O; 4 — теплообменник; 5 — насос



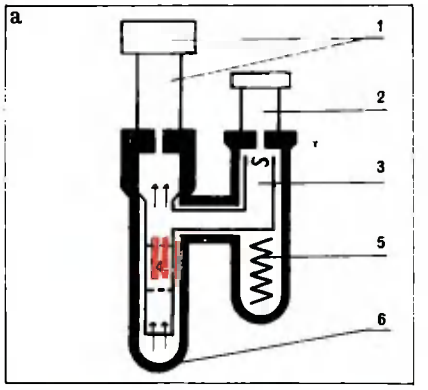
В н и з у

Ожидаемые темпы роста суммарной мощности мировых атомных электростанций (из генерального доклада проф. С. М. Фейнберга на секции МИРЭК VII «Атомные электростанции»). Условные обозначения: по оси абсцисс (а) отложены годы, по оси ординат (б) — совокупная мощность электростанции в миллиардах квтэ; (1) — мощность всех электростанций, (2) — мощность атомных электростанций, (в) — время удвоения мощности (в годах), (3) — время удвоения всех электростанций, (4) — время удвоения для атомных электростанций

Надо, однако, сказать, что наиболее отработанный сейчас метод преобразования урана-238 в плутоний в быстрых реакторах является не единственно возможным для создания топливной базы крупной энергетики. Физики предлагают еще две возможности. Первая из них — это так называемый электроядерный метод конверсии урана-238 в плутоний путем захвата ураном-238 нейтронов, рождаемых во множестве в мишени ускорителя под действием частиц, ускоренных до энергии порядка 1 Гэв. Второй способ — это использование в том же процессе конверсии нейтронов, рождающихся в ходе термоядерного синтеза легких элементов, взрывного или регулируемого. Ускорительный метод, хотя физическая возможность его давно установлена, раньше не мог рассматриваться сколько-нибудь серьезно. Однако в последнее время успехи, достигнутые в разработке ускорителей с сильными токами и высоким к. п. д., позволяют вновь вернуться к этим идеям. Изучение этого вопроса канадскими учеными, а также последующие новые идеи в области сильноточных ускорителей, включая возможность использования новых сверхпроводящих материалов с высокой критической температурой, по-видимому, создают в этом направлении области интересные перспективы. Однако до экономичного технологического процесса здесь еще далеко.

Что же касается также физически ясной идеи использования для конверсии термоядерных нейтронов, то, я думаю, этот вопрос не поздно будет обсудить на следующем мировом энергетическом конгрессе. Хотя эти пути пока крайне неопределенны, однако они не упущены в общем развитии научно-технического исследования. Таким образом, кроме главного направления — наращивания плутония в реакторах-размножителях, имеются и резервные пути, которые, может быть, и будут полезны, если возникнут очень большие сложности получения коротких времен удвоения плутония.

Если действительно удастся, как мы в этом твердо убеждены, полное во-



Тепловые реакторы. Для уран-плутониевого топливного цикла коэффициент воспроизводства — около 0,6. Если в активную зону загрузить смесь U^{238} и Th^{232}, т.е. перейти на ториевый топливный цикл, то коэффициент воспроизводства возрастает примерно до 1. В этом случае говорят, что реактор работает в режиме конвертора, производя почти столько же нового ядерного горючего, сколько его сжигает. а) «Водо-водяной» корпусный реактор; 1 — система стержней управления и защиты; 2 — насос; 5 — теплообменник; 4 — активная зона из смеси U^{238} и ядерного горючего; 3 — водяной или кипящий теплоноситель; 6 — стальной корпус давления. б) «Газо-графитовый» корпусный реактор: 1 — насос; 2 — активная зона из смеси U^{238} и ядерного горючего, где идут ядерные реакции деления и захват нейтронов в U^{238}; 3 — теплообменник; 4 — графитовый замедлитель; 5 — циркуляция газового теплоносителя; 6 — корпус давления из напряженного железобетона. в) Бескорпусный тепловой реактор с трубами давления: 1 — трубы давления (показана только одна); 2 — пар; 3 — паросепаратор; 4 — графитовый или тяжеловодный замедлитель; 5 — активная зона из смеси U^{238} и ядерного горючего; 6 — насос; 7 — циркулирующий теплоноситель

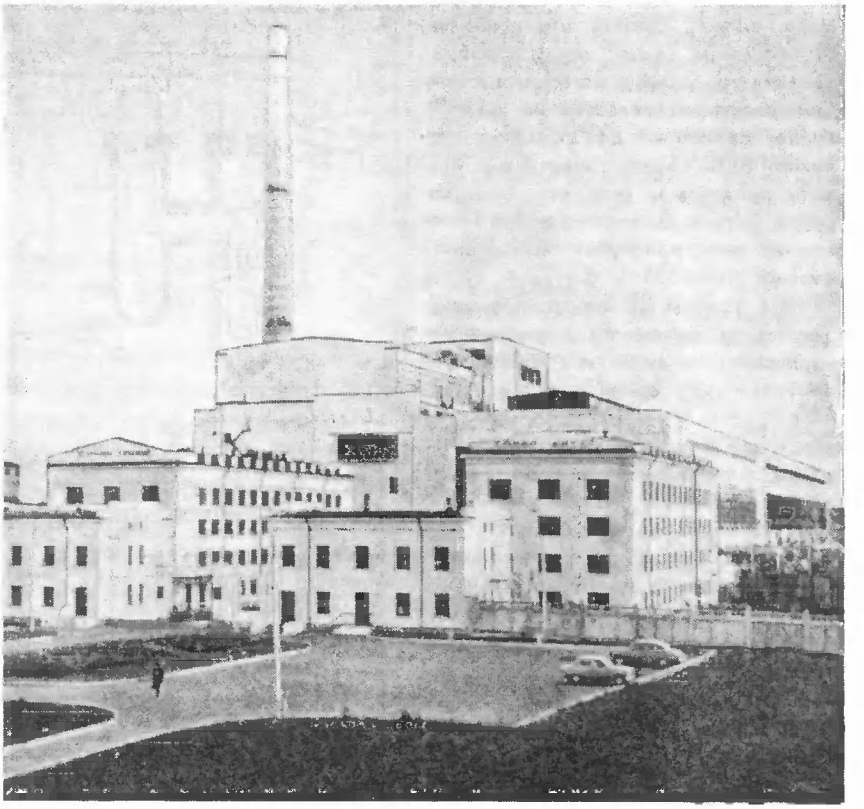
влечение урана-238 в топливный баланс, то человечество окажется перед еще одной важной проблемой. Дело в том, что ядерную энергию деления или синтеза наиболее привлекательно использовать в первую очередь в электроэнергетике. Электроэнергетика же сейчас в общем потреблении энергоресурсов занимает приблизительно одну четверть. Остальные три четверти энергетических ресурсов расходуются на получение промышленного и бытового тепла, транспорт и, наконец, в виде химических компонентов металлургических и химических процессов. При таком положении даже полный перевод всей электроэнергетики на ядерное топливо сэкономил бы только четверть традиционных энергоресурсов и не мог бы играть той принципиальной роли в устранении перспективы топливной недостаточности, о которой я упоминал в самом начале.

Однако в мире идет процесс ускоренного развития электроэнергетики по сравнению с общим использованием энергоресурсов. Если удвоение использования потребления всех энергоресурсов происходит примерно за 25 лет, то удвоение электроэнергетических — в среднем за 10 лет. Это означает, что все большее количество процессов, связанных с расходованием энергоресурсов, переводится на электроэнергию.

Происходящая на наших глазах мощная электрификация транспорта, включая зарождение электромобилей, широкое развитие электроемких процессов в металлургии, получение огромных количеств металлов путем электролиза и существенное увеличение удельного веса электрохимических производств, являются достаточной иллюстрацией общей технической тенденции. Темп этого процесса определяется отработкой экономичных видов электротехнологии (и, разумеется, на него существенно влияют тенденции снижения или повышения цен на электроэнергию), а также специфическими свойствами энергоресурсов.

Все области энергоснабжения, которые присущи современной электроэнергетике, в том числе получение пара и тепла для промышленных и бытовых целей, легко увязываются и с ядерной энергетикой. Расширение области применения атомной электроэнергетики будет определяться прежде всего ее экономичностью.

Ядерная энергетика представляет собой еще очень молодую область. Всего лет десять назад возможность создания конкурентоспособной ядерной энергетики вызывало у многих большие сомнения. Сейчас эти сомнения позади, и уже всем ясно, что более чем на двух третях населенных территорий мира экономически целесообразно использование ядерной энергетики. Этот процесс, несомненно, будет продолжаться и дальше, причем конкурировать будет не только ядерная энергетика с традиционными видами энергетики, но и разные технические направления внутри самой ядерной энергетики. Как в обычной энергетике соревнование между углем, нефтью и газом привело за последние двадцать лет



Атомная электростанция в Ново-Воронеже (СССР) мощностью 210 Мвт, реактор на тепловых нейтронах, корпусной, водо-водяной

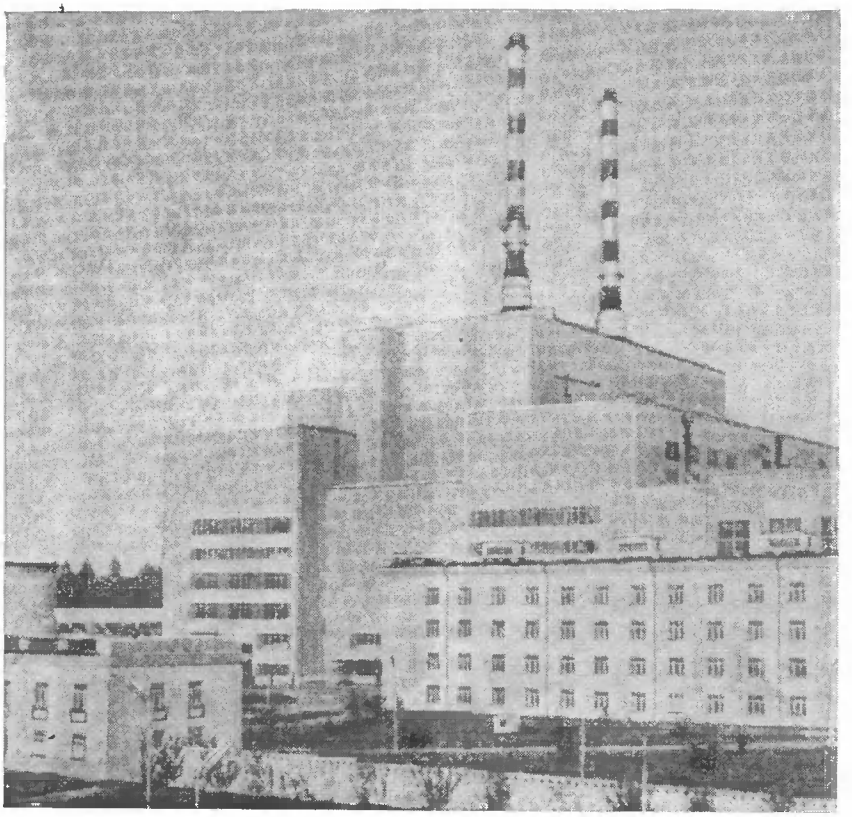
На стр. 21:

Вверху

Монтаж «труб давления» реактора Белоярской АЭС (СССР) им. И. В. Курчатова

Внизу

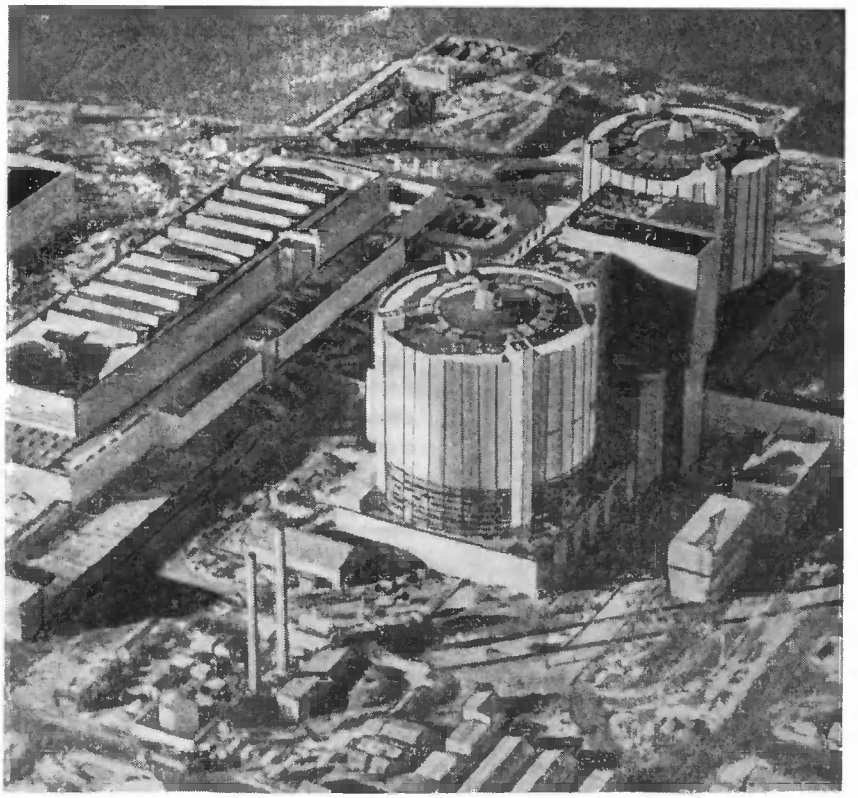
Атомная электростанция в Белоярске (СССР) им. И. В. Курчатова мощностью в 100 Мвт. Реактор на тепловых нейтронах, уран-графитовый с кипящим водяным теплоносителем, пар перегревается в реакторе, реактор бескорпусный («трубы давления»)

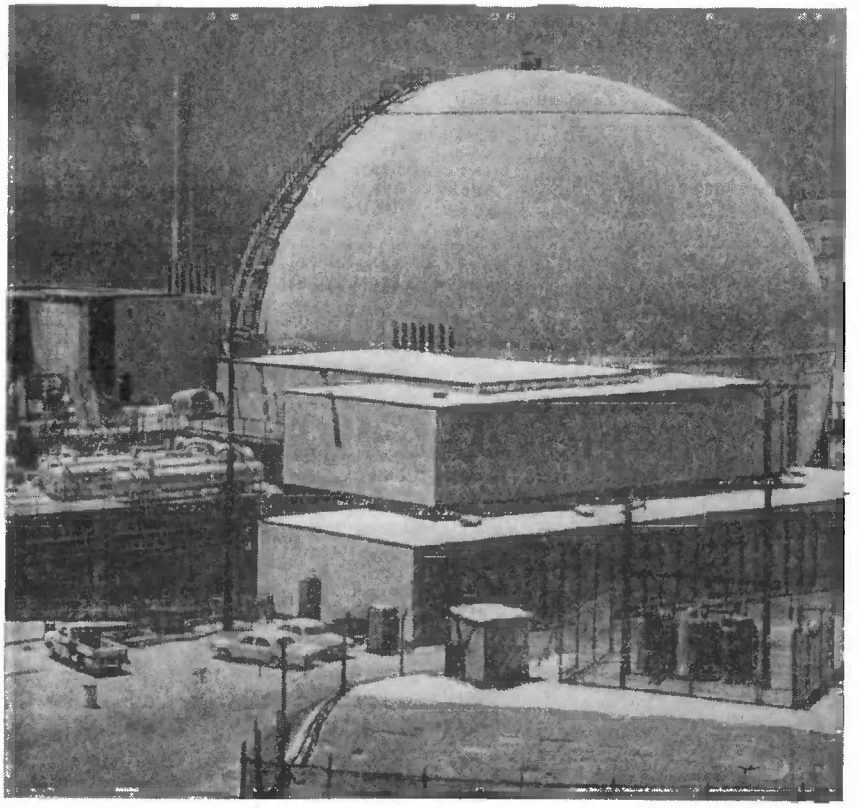


к существенному улучшению экономических показателей во всех этих областях и существенному изменению структуры топливного баланса, так и в ядерной энергетике в ходе соревнования можно ожидать значительного снижения себестоимости.

К такому же результату будет приводить и общая техническая тенденция увеличения единичных мощностей. Как известно, связанное с этим удешевление в области ядерной энергетики более эффективно, чем в обычной энергетике. Таким образом, в период постоянной стоимости урана мы должны ожидать устойчивого понижения себестоимости атомной электроэнергии как за счет снижения удельных капитальных вложений, так и за счет улучшения топливного цикла. Предполагаемое снижение себестоимости атомной электроэнергии к 1980 г.— около 30%. Важно, что повышение цен на уран, которое можно ожидать в связи с исчерпанием легкодоступных месторождений к концу нашего столетия, по-видимому, совершенно не должно повлечь за собой повышения стоимости ядерной электроэнергии. К этому времени вовлечение урана-238 обязательно примет значительные масштабы и не будет надобности в больших количествах добывать естественный уран. Уже добытого на сегодня урана при полном использовании урана-238 хватит на многие десятки лет. Кроме того, прогнозы, касающиеся возможного повышения цен на уран в связи с исчерпанием доступных месторождений, кажутся весьма шаткими. Земной шар еще в очень малой степени обследован на содержание урана. Пока затронуты почти исключительно поверхностные слои, и то далеко не полно.

Стоит вспомнить прогнозы относительно исчерпания нефти. Намечавшийся еще в начале столетия срок в 20—30 лет остается и поныне, хотя с тех пор прошло около 50 лет; между тем масштабы добычи нефти непредвиденно колоссально возросли. Такая же история, скорее всего, повторится с ураном. Поэтому я уверен, что тенденция к снижению себестоимости ядерной электроэнер-





Вверху

Атомная электростанция в Олдбури (Англия) мощностью 560 Мвт, 2 реактора на тепловых нейтронах, реакторы уран-графитовые, газоохлаждаемые, корпусные (напряженный железобетон)

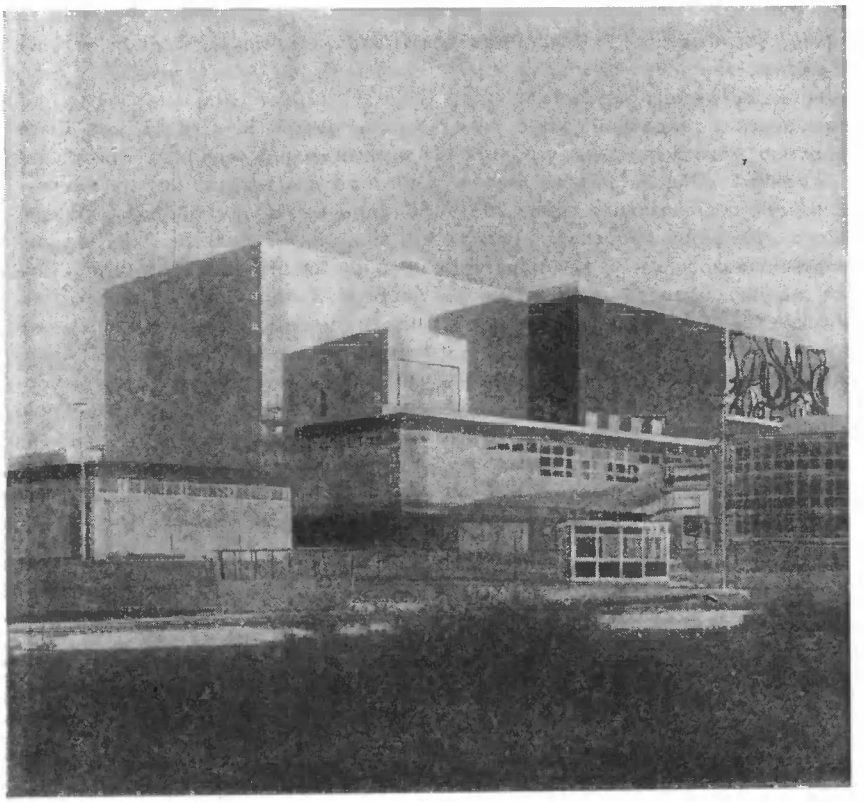
Внизу

Атомная электростанция в Сан-Онофре (США), мощностью 450 Мвт, реактор на тепловых нейтронах, корпусный, водо-водяной

гии будет длительной и устойчивой, а это создаст новые возможности расширения электротехнологии.

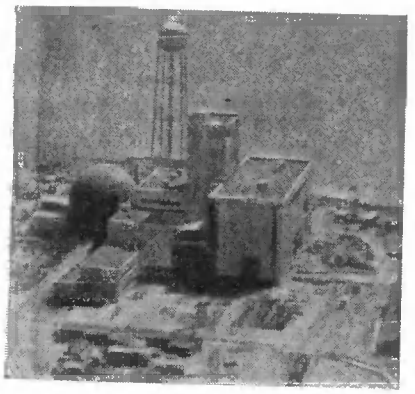
Так как ядерные электростанции практически равной экономичности могут создаваться в любой точке земного шара, то в результате приближения их к источникам сырья, несомненно, произойдет дальнейшее ускорение электрификации технологических процессов. Возникнет и ряд новых технологических процессов, которые сейчас еще невыгодно электрифицировать из-за высокой стоимости электроэнергии. Так, например, перспектива снижения себестоимости электроэнергии даст возможность решить грандиозную задачу промышленного получения опресненной воды для районов, где она дефицитна. Нужно сказать, что дефицит пресноводных ресурсов быстро нарастает и захватывает промышленно и сельскохозяйственно развитые районы, поэтому усилия по развитию технологии опреснения вод в крупных масштабах, предпринимаемые в СССР, США и ряде других стран, имеют актуальное значение и, несомненно, приведут к возникновению новой, весьма энергоемкой отрасли энергетики.

Строительство первой крупной промышленной двухцелевой атомной электростанции с быстрыми реакторами, совмещенной с опреснительной установкой, завершается в городе Шевченко в СССР, на пустынном побережье Каспийского моря. Эта станция позволит в большом масштабе получать пресную воду и обеспечит жизнь целого города.



Вверху
Атомная электростанция в Уинфриде (Англия) мощностью в 100 Мвт, реактор на тепловых нейтронах, уран-тяжеловодный с кипящим водяным теплоносителем, бескорпусный («трубы давления»)

Внизу
Атомная электростанция в Лагуна-Бич (США) им. Э. Ферми, мощностью 90 Мвт, реактор на быстрых нейтронах с жидкометаллическим теплоносителем



Важным и энергоемким является применение обычных видов топлива в металлургии, где топливо служит одновременно восстановителем и источником тепла. Ядерная энергетика в этом случае может заменить обычную лишь при условии, если использовать ее не только как поставщика тепла, но и как изготовителя восстановителей. Например, легко себе представить металлургический процесс производства металла — титана или циркония, где восстановление идет магний-термическим методом, а магний восстанавливается электролитически. Это — замкнутый процесс, который станет, безусловно, осуществимым с использованием энергии атомных станций, хотя, быть может, прямое получение этих металлов электролизом и будет рентабельнее. Возможно, такого типа замкнутые процессы с электрохимическим производством восстановителя и его регенерацией после использования найдут при низкой стоимости электроэнергии широкое применение.

Расширение областей применения ядерных энергоресурсов по мере снижения стоимости — естественный для любой технической отрасли процесс, имеющий большое экономическое значение.

Но атомная энергетика имеет и некоторую специфическую особенность, на которую я хочу обратить внимание. Любой атомный реактор является мощным источником гамма-излучения и производителем большого количества радиоактивных элементов. Существуют технические приемы, позволяющие путем применения специальных циркуляционных контуров с легко активируемыми в нейтронном поле реактора веществами выносить мощное гамма-излучение в специальные радиационно-химические реакторы. Кроме того, радиационно-химические реакторы могут быть конструктивно совмещены и с активной зоной ядерного реактора. Уже сейчас в некоторых странах ведется интенсивная отработка радиационно-химических процессов получения химических веществ или изделий. В Советском Союзе и США организованы опытные и промышленные радиационно-химические производства, хотя и несовмещенные с реакторами. Экспериментальные и проектные работы, ведущиеся в СССР в специально созданном радиационно-химическом центре Министерства химической промышленности, показывают, что использование радиационно-химических процессов дает возможность получать на атомной электростанции только за счет гамма-излучения, выведенного из реактора, химическую продукцию, стоимость которой вполне сопоставима со стоимостью вырабатываемой на этой станции электроэнергии. Эти расчеты проводились для полимеризационных процессов, процессов сшивки полимеров, получению привитых полимеров и, наконец, модификации древесины. Все это сравнительно малоэнергоемкие процессы, и их преимуществом является легкость организации.

Проектная разработка индий-галлиевого радиационного контура для четвертой очереди Воронежской атомной станции показала полную целесообразность такого комплексного производства. В этом контуре, кото-

рый вызовет некоторое увеличение капитальных затрат, будет производиться модификация низкосортной древесины для замены ценных твердых пород, сшивка полиэтилена и полипропилена в изделиях и стерилизация медицинских материалов. По проекту дополнительные капиталовложения будут возвращены в трехлетний срок, а чистый доход от всей радиационно-химической продукции составит около 80% себестоимости произведенной за этот период электроэнергии.

В Советском Союзе ведутся исследования по использованию и высокоэнергоемких радиационно-химических производств с применением радиационно-химических реакторов, встроенных в активную зону ядерного реактора. По имеющимся пока предварительным данным, такие важные процессы, как связывание атмосферного азота для получения удобрений, представляются, возможно, целесообразными, однако еще неясно, следует ли предпочесть прямой контакт с делящимся веществом, либо ускорительную или плазменную электротехнологию.

Наконец, как известно, в народное хозяйство многих стран все шире внедряются радиоактивные изотопы, извлекаемые из осколков деления ядерного горючего или специально изготовляемые на реакторах. Бо́льшая часть осколочных радиоактивных веществ, получающихся на атомных станциях, служит предметом лишних забот для персонала, однако представляется, что уже в близком будущем эти материалы, дающие значительный экономический эффект, будут довольно полно использоваться, правда, области их применения еще недостаточно разработаны.

Таким образом, в перспективе ядерная энергетика вырисовывается как энергетика многоцелевых комплексных производств электроэнергии и других видов продукции.

Сейчас еще вся перспектива комплексных производств, связанных с использованием ядерной энергии, не может быть оценена достаточно детально; экономическая целесообразность многих совмещенных или электрифицированных производств и видов радиационной технологии неясна. Однако на основании определившихся экономических тенденций уже с уверенностью можно ожидать, что доля современной целесообразной электрификации, составляющая около 25% общего энергопотребления, будет ускоренно возрастать и, как показывают оценки председателя атомной комиссии США проф. Сиборга, к концу столетия достигнет не менее 50% общих энергозатрат. Наши оценки дают еще более высокую цифру — до 70%, с учетом широких масштабов опреснения и возможности построения замкнутой электрометаллургии с производством и электрической регенерацией восстановителей.

Ясно, что разработка и всемерное расширение видов технологии, которые могут быть переведены на ядерные энергоресурсы, является одной из важнейших практических задач, стоящих перед нашим поколением, наряду с разработкой быстрых реакторов-размножителей с высоким коэффициентом воспроизводства и временем удвоения плутония от 2 до 4 лет.

Это — вторая, неотъемлемая, сторона проблемы экономии традиционных энергоресурсов для тех нужд, где они совершенно незаменимы за счет широкого привлечения неисчерпаемых ядерных ресурсов ко всем возможным нуждам энергопотребления. Работы в этих двух направлениях должны поддерживаться во всех странах. Международное сотрудничество и обмен в области создания быстрых реакторов уже развивается. Здесь, как мне кажется, перед нами новое поле широкого международного сотрудничества.

Я хочу обратить внимание на одно знаменательное обстоятельство.

В начале нашего века Альберт Эйнштейн установил фундаментальное соотношение между массой и энергией $E = mc^2$. Это соотношение сейчас лежит в основе расчетов энергетического выхода всех ядерных превращений, и в частности энергетического выхода реакций деления и синтеза, которые мы с вами используем и будем использовать.

Хотя в начале 30-х годов уже было известно много ядерных превращений и запасы энергии внутри атомного ядра были уже оценены, однако надежд на использование внутриядерной энергии еще не было. Сам Альберт Эйнштейн — автор идеи эквивалентности энергии и массы — в своем генеральном адресе на мировом энергетическом конгрессе в Берлине, излагая основы теории относительности — свойства поля, времени и пространства, даже не упомянул о возможной огромной практической значимости для всего человечества, и особенно для энергетиков, установленного им принципа. Не прошло и десяти лет, как принципиальная возможность использования ядерной энергии была доказана в связи с открытием деления ядер и образованием при этом нескольких нейтронов, а сейчас, благодаря этому сюрпризу науки, мы — в преддверии крупнейших революционных изменений в энергетике.

Сюрпризы науки могут быть обращены и на пользу и во вред человечеству, и это в особенности относится к возможным применениям энергии ядра. Я выражаю надежду, которую разделяют, вероятно, все энергетики, что у человечества, сумевшего открыть и поставить себе на службу могущественнейшие силы ядерных превращений, хватит ума, чтобы сделать эти силы орудием невиданного технического прогресса, а не орудием самоубийства, уничтожения наших детей. В этой связи мне хочется повторить слова научного руководителя атомной проблемы в нашей стране, покойного академика И. В. Курчатова: «Я счастлив, что родился в России и посвятил свою жизнь атомной науке великой Страны Советов. Я глубоко верю и твердо знаю, что наш народ, наше правительство только благу человечества отдадут достижения этой науки».

УДК 539.121.6
621.311.25

Новые источники и методы получения электроэнергии

Академик М. Д. Миллионщиков

Михаил Дмитриевич ***Миллионщиков,*** *вице-президент Академии наук СССР, Герой Социалистического Труда. Провел важные исследования в области теории турбулентности, теории фильтрации нефти и газа в пористой среде, создал методы эксплуатации нефтяных пластов с подошвенной водой. Большое значение имеют труды М. Д. Миллионщикова в разработке теории газовых эжекторов и других вопросов прикладной газовой динамики. Им исследован ряд проблем, относящихся к прикладной физике. В последние годы М. Д. Миллионщиков занят разработкой проблем прямого преобразования тепловой энергии в электрическую. М. Д. Миллионщиков — один из руководителей международного Пагуошского движения ученых.*

Независимо от того, каков конечный вид используемой энергии, ее основным источником в настоящее время является химическое топливо, запасенное в земной коре. Эти запасы, как бы велики они ни были, ограничены и невозобновимы. Проблема не только в том, что они будут исчерпаны через какое-то количество столетий, и мы, живущие сейчас, должны думать, как смогут обеспечить себя энергетическими ресурсами последующие поколения. Более актуальная сторона этой проблемы состоит в том, что по мере сжигания запасов ископаемого топлива мы вынуждены обращаться ко все более труднодоступным хранилищам, разработка которых требует все бо́льших денежных и энергетических затрат.

Перспективы ядерной энергетики

Прогресс науки уже позволил найти первый заменитель химического топлива — энергию, заключенную в атомном ядре. Это результат глубокого проникновения в физику процессов микромира. Если в ископаемом топливе в процессе сгорания используется энергия химических связей атомов и молекул, т. е. тех связей, которые существуют на периферии атомов и молекул, то в атомной энергетике используется ядерный процесс деления. Такое принципиальное различие между этими двумя способами получения энергии, казалось, обещало привести к громадному увеличению энергетических ресурсов.

В настоящий момент мы находимся на переходном этапе от первоначального сверхоптимизма в отношении экономического значения ядерной энергии к рациональному использованию тех серьезных преимуществ, которые она сулит народному хозяйству.

Развитие энергетической базы страны, характеризующееся, в частности, возрастанием доли потребления электроэнергии, создает благоприятные предпосылки для прогресса большой ядерной энергетики.

Решение генеральной проблемы ядерной энергетики — достижение экономической конкурентоспособности ядерных электростанций по сравнению с обычными—зависит от ряда факторов: создания достаточно совершенных, безопасных и экономичных типов реакторов, допускающих воспроизводство ядерного горючего; развития сырьевой базы ядерной энергетики, а также совершенствования методов добычи, транспортировки и использования обычного ископаемого топлива.

К 1965 г. общая электрическая мощность АЭС составила около 6,8 млн квт, в 1970 г. ее предполагается довести до 30,2 млн квт, а прогноз на 1980 г. дает уже 340 млн квт. Существенно возрастет и доля АЭС в энергетическом балансе различных стран — до 10—20%.

По-видимому, основной путь решения этой задачи состоит в разработ-

Статья написана на основе генерального доклада «Новые методы генерации электроэнергии», с которым автор выступил на VII конгрессе МИРЭК.

ке энергетических реакторов с воспроизводством или расширенным воспроизводством ядерного горючего — так называемых реакторов-размножителей, поскольку за счет их применения резервы ядерного горючего увеличиваются примерно в 100 раз в сравнении с природными запасами, а стоимость ядерного горючего составляет лишь малую долю от стоимости вырабатываемой электроэнергии.

Предварительные расчеты показывают, что для АЭС с реактором-размножителем на быстрых нейтронах электрической мощностью до 1000 Мвт себестоимость киловатт-часа вырабатываемой энергии может оказаться ниже себестоимости на обычных тепловых электростанциях не только в районах с бедными топливными ресурсами, но и в районах Советского Союза с относительно низкой ценой электроэнергии.

Однако для промышленного освоения реакторов-размножителей необходимо решить еще ряд физических, конструкторских и технологических проблем, успешное развитие которых позволит перейти к внедрению реакторов этого типа в народное хозяйство лишь в конце 70-х или начале 80-х годов.

На рентабельность ядерных энергетических установок влияет и возможность их превращения в двухцелевые установки, предназначенные также для получения технологического пара и, в особенности, для опреснения морской воды.

Использование средств малой ядерной энергетики — изотопных источников электроэнергии — в труднодоступных местах и в различных автоматических устройствах (космические объекты, морские буи, метеостанции, станции для регистрации космических лучей и др.) представляет значительные выгоды из-за их небольших размеров и веса, независимости их работы от внешних условий (в отличие, например, от солнечных батарей).

Уже сейчас такие источники могут обеспечивать мощности от десятков до сотен ватт на срок до десяти лет.

Дальнейшее усовершенствование этих источников и их внедрение, безусловно, будет способствовать прогрессу ряда областей техники.

Трудности осуществления регулируемого термоядерного синтеза

Что касается другого источника потенциально возможного резерва энергетики, также связанного с использованием ядерных сил,— реакции синтеза легких элементов,— то здесь, несмотря на то что эту реакцию сравнительно быстро удалось осуществить в водородных бомбах, ее контролируемое использование пока еще наталкивается на серьезные трудности. Хотя в ходе многолетних интенсивных исследований ученым уже удалось существенно продвинуться по пути создания установок для управляемого термоядерного синтеза, еще не достигнут весь комплекс физических условий, необходимых для его реализации.

Согласно имеющимся сейчас прогнозам, для этого необходимо плазму плотностью 10^{14}—10^{15} частиц/см^3 нагреть до сотен миллионов градусов и суметь удержать в таком состоянии в течение нескольких десятых долей секунды. Однако до сих пор в экспериментах либо плотность плазмы, либо ее температура, а чаще всего время удержания плазмы в ловушке на один или даже несколько порядков меньше требуемых, и пока не видно способа радикально улучшить это положение.

Учитывая эти серьезные препятствия, сейчас трудно делать прогнозы относительно сроков решения проблемы осуществления регулируемого термоядерного синтеза. Тем не менее она стоит того, чтобы над нею работать, потому что ее решение открыло бы перед человечеством неисчерпаемый источник энергии.

Таким образом, располагая запасами химического топлива, запасами делящихся материалов, а в перспективе — термоядерной и другими реакциями, ведущими к использованию новых видов энергии, человечество может не опасаться угрозы энергетического голода, если наука будет вносить свой вклад в дело развития энергетики и использования новых процессов для получения энергии.

Перспективы обычной энергетики

Но, несмотря на эти заманчивые перспективы, открываемые наукой, в жизни еще многих поколений химическое топливо останется важным источником энергии как для стационарных энергетических установок, так и для транспортных устройств в большинстве районов мира. Поэтому при всей громадной значимости работ в области создания новых источников энергии мы должны уделять большое внимание на первый взгляд более прозаической задаче повышения экономичности использования топлива. Максимальная эффективность и дешевизна преобразования энергии, заключенной в ископаемых источниках тепла, в электрическую энергию — вот что определяет основные тенденции развития современной электроэнергетики.

В последние 10—15 лет путем систематической оптимизации циклов и применения агрегатов большой мощности, а также благодаря переходу к агрегатам высоких параметров, т. е. за счет повышения температуры и давления пара, достигнуты определенные успехи в увеличении эффективности электростанций. Однако инженерно-технические трудности, связанные с созданием высокопрочных, жаростойких материалов, необходимых для дальнейшего прогресса в этом направлении, столь велики, что вряд ли можно рассчитывать в ближайшем будущем на дальнейшее существенное снижение термодинамических потерь в паровых и паро-газовых турбогенераторах и, следовательно, на значительное повышение к.п.д. электростанций. Напомним, что к.п.д. при сжигании ископаемого топлива на самых лучших паротурбинных электростанциях составляет сейчас 40%, а на большинстве электростанций — примерно 30%.

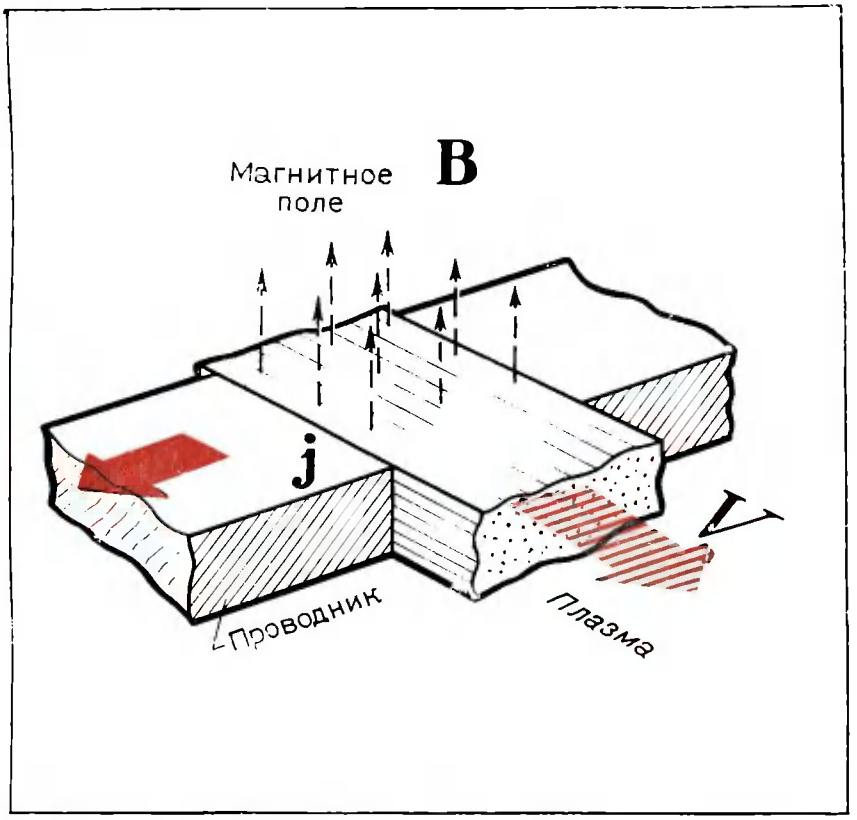


Рис. 1.
Простейшая схема МГД-генератора. Электрический ток j в проводниках возникает при движении плазмы со скоростью V в поперечном магнитном поле с индукцией B. В отличие от динамомашины движущимся в магнитном поле проводником является низкотемпературная плазма с повышенной каким-либо образом электропроводностью

МГД-генераторы

Как известно, основной путь повышения эффективности преобразования тепловой энергии в электрическую состоит в существенном увеличении максимальной температуры рабочего тела. Современная техника позволяет достигнуть высоких температур рабочего тела. В камере сгорания реактивного двигателя, например, температура достигает 3000° С. Однако при этих температурах твердые тела оказываются неработоспособными. Именно ухудшение механических свойств лопаток турбины препятствует повышению температуры. Твердые тела, с которыми соприкасается горячий газ, можно поддерживать при низкой температуре охлаждением. Труднее всего охлаждать турбинные лопатки. От турбин можно было бы вообще отказаться, если бы удалось генерировать электроэнергию непосредственно в самой струе рабочего тела.

За последнее десятилетие во всех промышленно развитых странах были начаты исследования так называемого магнитогидродинамического метода получения электроэнергии [1]. МГД-генераторы — новые перспективные машины, однако следует подчеркнуть, что принцип действия МГД-генератора тот же, что и обычной динамомашины: он основан на открытом Фарадеем явлении возникновения электрического тока в проводниках, движущихся поперек магнитного поля. В динамомашине — это твердые проводники, в МГД-генераторах — жидкие, газообразные (плазма) или газожидкостные.

Принципиальную схему действия МГД-генератора лучше всего иллюстрирует идея Кельвина. Кельвин предложил получать электроэнергию непосредственно из потока морской воды, движущегося по каналу во время прилива или отлива поперек земного магнитного поля. При движении проводника поперек магнитного поля в нем возникает электродвижущая сила. Если учесть конкретные значения проводимости морской воды, скорости ее течения по каналу во время прилива и величины магнитного поля Земли, от которых зависит мощность такого генератора, то окажется, что из кубического сантиметра морской воды удастся получить всего около 10^{-18} вт энергии. Вся нереальность такого проекта очевидна.

Практическая идея МГД-генератора получила реальное развитие только в последние годы, когда благодаря развитию физики плазмы, ракетной и реакторной техники для физика и инженера стали обычными и доступными жидкие проводники (металлы) и газообразные проводники (плазма); когда появились новые жаропрочные материалы, высокотемпературная технология, техника сильных и сверхсильных магнитных полей; когда уже доказана возможность создания крупных сверхпроводящих магнитных систем.

Разрабатывающиеся сейчас МГД-генераторы весьма разнообразны. Простейший из них — тот же канал Кельвина, в котором вместо воды

[1] «Природа», 1961, № 10, статья А. Е. Шейндлина.

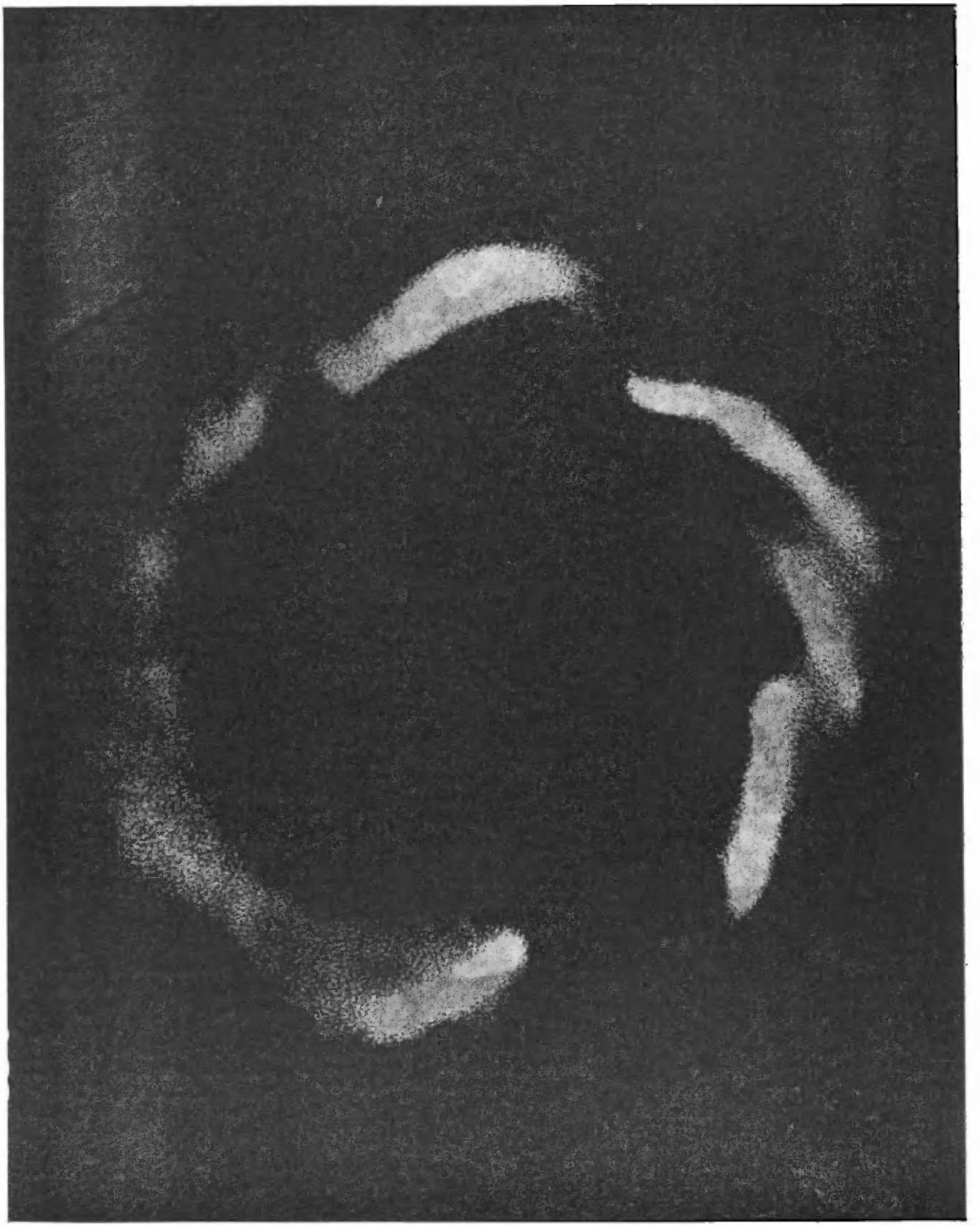


Рис. 2.
Электронно-оптическая фотография развитой ионизационной неустойчивости низкотемпературной плазмы. Вместо сплошного кольца видны отдельные сгустки плазмы

движется ионизированный газ (плазма) в полях 30—40 кгс и более. Съём электрического тока в генераторе осуществляется через электроды, соответствующие коллектору обычной динамомашины. Принципиальная схема такого МГД-генератора, являющегося источником постоянного тока, показана на рис. 1.

Проводимость плазмы

Какие же проблемы возникают в связи с осуществлением магнитогидродинамического метода преобразования? Удельная мощность МГД-генератора определяется соотношением

$$W \sim \sigma B^2 V^2,$$

где σ — проводимость низкотемпературной плазмы, V^2 — ее скорость и B — индукция магнитного поля, в котором плазма движется. Таким образом, повышая каждый из этих сомножителей, мы повышаем эффективность генератора. Рассмотрим первый сомножитель — проводимость плазмы. В отличие от проводимости металлов проводимость плазмы вызывается только термической ионизацией — при низких температурах газ является диэлектриком, а с ростом температуры появляется определенная вероятность ионизации атомов и возникновения свободных электронов и ионов. Однако даже при максимальной температуре, которую можно получить путем сжигания ископаемых видов топлива,— около 3000° С — плазма обладает ничтожно малой электрической проводимостью.

К счастью, имеется целый ряд металлов, стоящих в первом столбце таблицы Менделеева,— цезий, калий, натрий, атомы которых сравнительно легко ионизируются. Добавляя такие металлы в газ, который предполагается использовать в качестве рабочего тела МГД-генератора, можно повысить его проводимость в десятки тысяч раз. Например, добавка одного процента калия в газ, имеющий температуру около 3000° С, делает его пригодным для использования в МГД-генераторе. Это тем более важно при решении проблемы преобразования тепловой энергии ядерного реактора. В обозримом будущем даже в перспективных высокотемпературных ядерных реакторах температуры вряд ли превысят 2000° С. К сожалению, в настоящее время неизвестно ни одной добавки, которая обеспечила бы достаточную проводимость при столь низких температурах плазмы. Однако этот способ, по-видимому, не исчерпывает возможности повышения степени ионизации плазмы. Поиски новых методов увеличения ее проводимости, несомненно, откроют и новые пути в МГД-преобразование энергии.

Такие новые возможности появляются, в частности, при использовании так называемой неравновесной плазмы, в которой при общей невысокой температуре газа электронный газ имеет высокую температуру. Именно за счет этого эффекта поддерживается газовый разряд в неоновых лампах, используемых в рекламе.

Поскольку степень ионизации такой неравновесной плазмы определяется электронной температурой, задача повышения проводимости плазмы сводится к отысканию путей увеличения электронной температуры по сравнению с температурой газа. Наиболее естественный путь повышения электронной температуры — за счет джоулева тепла, которое выделяется при протекании электрического тока через любой проводник. Расчеты показывают, что для существенного нагрева электронов в газе высокого давления требуется использование достаточно высоких магнитных полей. В частности, при давлениях газа, используемого в качестве теплоносителя, в 20 атм, магнитные поля должны достигать 30—40 кгс.

Эксперименты с плазмой в электрическом поле полностью подтвердили возможность осуществления неравновесной проводимости в холодном, достаточно плотном газе. Однако первые же опыты с разрядами в скрещенных электрическом и магнитном полях, т. е. в таких условиях, которые будут иметь место в МГД-генераторе, обнаруживали совершенно новые явления.

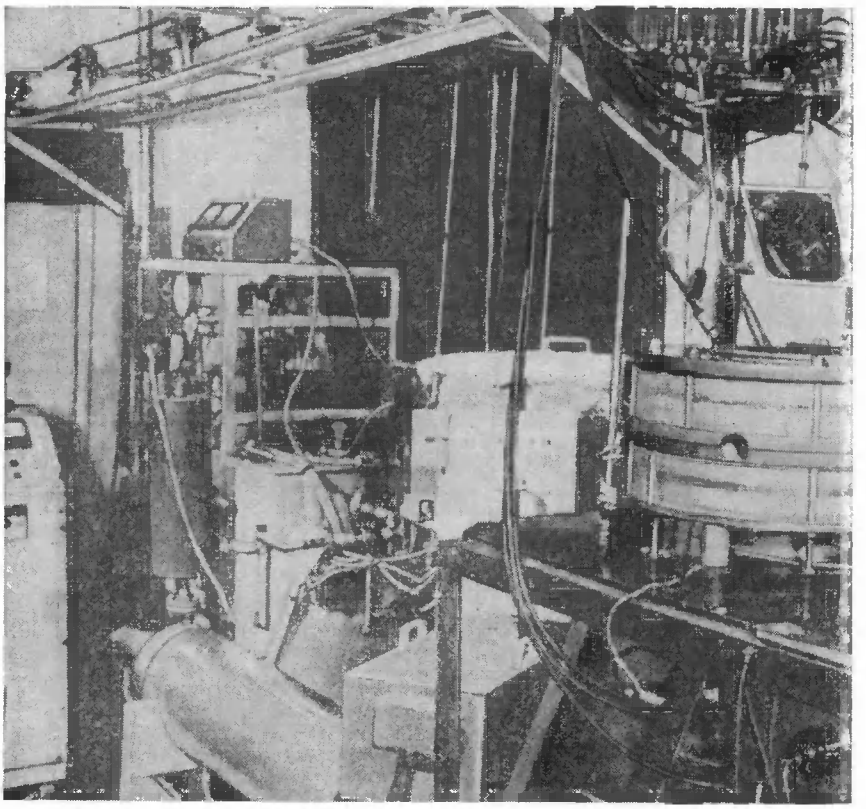


Рис. 3.
Импульсная магнитогидродинамическая установка Института атомной энергии им. И. В. Курчатова. Рабочим телом здесь служит горячий аргон, перемешанный с ионизирующей добавкой в виде специально подготовленной смеси аргона и цезия. Расход газа изменяется от 150 г/сек до 1 кг/сек; магнитное поле —20 ÷ ÷ 40 кгс; давление торможения газа — 2÷10 атм; температура торможения — 700 ÷ 1000° С. Поток газа разгоняется в радиальном сопле и попадает в дисковый канал, который помещен в поперечное магнитное поле безжелезного импульсного соленоида. Техника электронно-оптических фотографий позволяет наблюдать движение ионизированной плазмы и влияние на нее различных параметров эксперимента

В плазме стали возбуждаться колебания, сопровождающиеся изменением проводимости. Плазма с горячими электронами в этих условиях оказалась неустойчивой (рис. 2). В Институте атомной энергии им. И. В. Курчатова была детально изучена неустойчивость плазмы в магнитном поле, параллельном электрическому. Если поместить газоразрядную трубку, например люминесцентную лампу, в соленоид, создающий достаточно сильное продольное магнитное поле, плазма в ней принимает форму винта, который быстро вращается.

В случае перпендикулярных полей такая винтовая неустойчивость отсутствует, но появляются движущиеся слои более плотной плазмы, расположенные под углом к току.

Движения обычных газов и жидкостей мы наблюдаем на каждом шагу. Это может быть, например, дым, поднимающийся над папиросой. Сначала горячий дым всплывает ровным столбиком. Но так как такой столбик, окруженный более холодным и плотным воздухом, неустойчив, в нем возникают колебания: сначала малые и правильные, они постепенно принимают все более сложную и нерегулярную форму и в конце концов переходят в хаотическое движение отдельных дымовых вихрей. Такое движение называется турбулентным.

Эксперименты показали, что неустойчивость плазмы также развивается в т у р б у л е н т н о с т ь. Теоретическое и экспериментальное изучение этого и ряда других интересных явлений привело к установлению закономерностей для проводимости турбулентной плазмы в МГД-генераторе. В результате существенно изменились наши представления о том, как такой генератор должен быть устроен, стали понятны неудачи некоторых наших коллег за рубежом, пытавшихся сделать действующую модель МГД-генератора с неравновесной проводимостью без учета упомянутых явлений. По-видимому, вообще не удастся сделать МГД-генератор со спокойной плазмой. Однако переход плазмы в турбулентное состояние не закрывает путей для ее использования. Расчеты показывают, что МГД-генератор с турбулентной проводимостью может быть достаточно эффективным.

Как уже упоминалось, для существенного нагрева электронов в теплоносителях высокого давления необходимы б о л ь ш и е м а г н и т н ы е п о л я. Поэтому использование плазмы с горячими электронами ограничивает возможные давления теплоносителя. Это несколько уменьшает перспективы использования такой плазмы в ядерной энергетике, особенно для реакторов на быстрых нейтронах, где необходим высокий уровень давлений. Конечно, граница возможных давлений с каждым годом увеличивается из-за успеха техники сверхпроводящих магнитов, однако уже при давлениях порядка десятков атмосфер требуются поля до 100 кгс. Поэтому наряду с методом селективного нагрева электронов изучаются и другие возможные

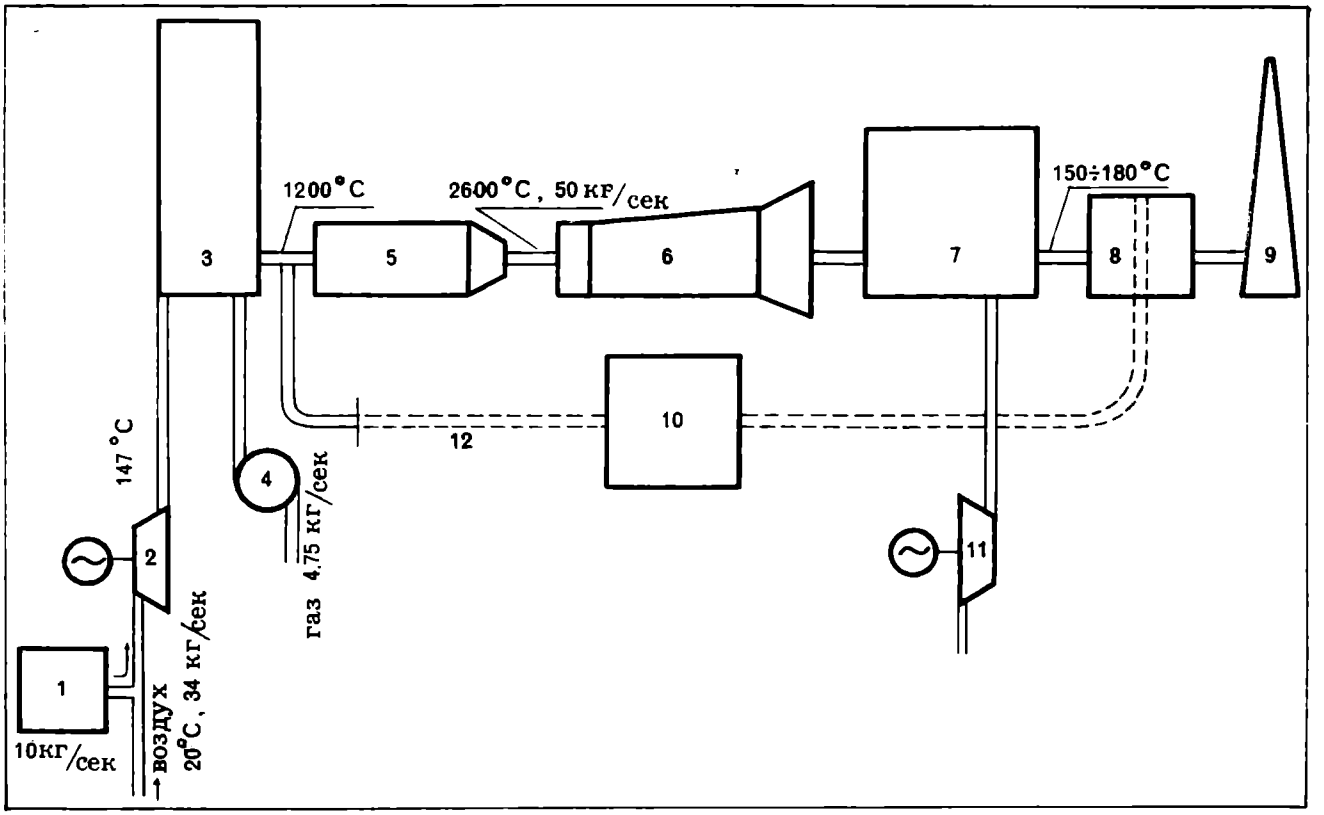


Рис. 4.
Принципиальная тепловая схема энергетической установки с МГД-генератором У-25, сооружаемая Министерством энергетики и электрификации СССР под научным руководством Института высоких температур Академии наук СССР: 1 — кислородная установка; 2 — компрессор; 3 — воздухоподогреватель; 4 — вентилятор; 5 — камера сгорания; 6 — канал МГД-генератора; 7 — парогенератор; 8 — вывод присадки; 9 — дымовая труба; 10 — регенерация ионизирующей добавки; 11 — турбогенератор; 12 — ионизирующая добавка

методы получения плазмы с хорошей проводимостью при низких температурах.

Второе весьма заманчивое предложение в этом направлении основано на использовании плазмы с проводимостью промежуточной между проводимостью металлов и газов. Первые теоретические и экспериментальные исследования в этом направлении ведутся в ряде групп Института атомной энергии им. И. В. Курчатова.

Магнитное поле

Рассмотрим теперь второй сомножитель, определяющий эффективность МГД-генератора — напряженность магнитного поля.

Получение в большом объеме магнитных полей напряженностью до сотен тысяч эрстед является одним из важнейших условий создания эффективных МГД-генераторов.

В современной технике применяются методы, позволяющие создать магнитные поля с индукцией около 25 кгс, но требующие при этом затраты большего количества энергии. Выход может быть найден в использовании сверхпроводящих магнитов на основе сплавов и соединений, которые сохраняют сверхпроводимость до напряженности полей порядка 100 тыс. эрстед.

Отвлекаясь от сложнейших научно-технических проблем, связанных с созданием сверхпроводящих магнитов промышленного значения, остановимся на одном из эффектов больших магнитных полей. Сущность этого эффекта состоит в том, что при больших значениях напряженности магнитного поля в плазме может появиться так называемая акустическая неустойчивость, приводящая к значительному уменьшению проводимости плазмы. Таким образом, казалось бы простой способ повышения эффективности МГД-генератора с помощью увеличения магнитного поля в действительности связан с глубокими теоретическими и эксперимен-

тальными исследованиями на специальных установках.

Скорость потока

Остановимся вкратце на последнем сомножителе — скорости потока. В МГД-генераторах с газовым теплоносителем движение газа описывается хорошо разработанными гидродинамическими методами. Однако существует некоторая специфика. Аэродинамика до сих пор редко встречалась с использующимися в МГД-генераторах радиальными соплами, плоскими соплами прямоугольного сечения с большим отношением сторон. Весьма принципиален вопрос об устойчивости непрерывного торможения сверхзвукового потока объемными силами. Это связано с явлением отрыва пограничного слоя, образованием скачков и акустической неустойчивостью тока.

Установки, в которых возможны реальные магнитогидродинамические исследования — исследования структуры потока, пограничного слоя, явлений отрыва пограничного слоя, скачков уплотнения и их взаимодействий с током, концевых эффектов,— в настоящее время немногочисленны. Для исследования этих явлений в Институте атомной энергии им. И. В. Курчатова сооружена импульсная магнитогидродинамическая установка, в которой в качестве рабочего тела используется горячий аргон с добавкой цезия (рис. 3).

Я кратко остановился лишь на некоторых разделах физики плазмы и магнитной гидродинамики, которые вызваны к жизни развитием исследований, связанных с созданием МГД-генераторов.

МГД-генератор — основа повышения к.п.д. обычных электростанций

Хотелось бы особо подчеркнуть, что создание МГД-генераторов не только крупнейший шаг в разработке принципиально новых методов преобразования тепловой энергии в электрическую, но и огромный резерв повышения к.п.д. обычных тепловых электростанций. Выходящий из МГД-генератора горячий, но уже потерявший необходимую электропроводность газ может работать в установках обычного типа, состоящих из турбин и машинных генераторов (рис. 4). Таким образом, схема использования МГД-генератора, по крайней мере в настоящее время, является комбинированной и включает обычные методы получения электрической энергии, что позволит повысить к.п.д. тепловых электростанций до 50 (и даже выше) процентов.

Уникальная установка, запущенная в Институте высоких температур АН СССР, содержит все основные элементы крупной тепловой электростанции с МГД-генератором. Эта установка позволила осуществить длительную устойчивую работу МГД-генератора под нагрузкой. Мощность при этом достигала 30 квт. Работы, проведенные на этой установке, позволили приступить к сооружению установки с МГД-генератором полупромышленного масштаба мощностью 25 Мвт. Сооружение и эксплуатация этой опытно-промышленной установки явится важным шагом по пути практической реализации идеи МГД-генераторов в крупной энергетике.

Решение проблемы создания МГД-генераторов в значительной степени определяется наличием тугоплавких и жаростойких материалов, обладающих рядом других особых свойств, например высокой степенью чистоты.

Успешное решение проблемы эффективного магнитогидродинамического генератора будет иметь большое значение как для создания на его основе компактных электроэнергетических установок, так и для повышения к.п.д. обычных электростанций. Роль такого метода получения электрической энергии по мере создания все более высоких температур рабочего газа и все более термостойких материалов будет непрерывно возрастать, и можно ожидать, что в будущем большая часть вырабатываемой электроэнергии будет получаться с помощью МГД-генераторов.

УДК 537.525.1
621.311

Цивилизация и наследственные болезни

Ю. Я. Керкис
Доктор биологических наук

А. М. Полищук

Юлий Яковлевич Керкис, доктор биологических наук, профессор Новосибирского университета, заведующий лабораторией радиационной генетики Института цитологии и генетики СО АН СССР, заместитель председателя президиума сибирского отделения Всесоюзного общества генетиков и селекционеров им. Н. И. Вавилова. Автор более 60 научных работ. В последние годы занимается изучением радиочувствительности наследственных структур, а также выяснением причин спонтанных перестроек хромосом у человека.

Анатолий Михайлович Полищук, молодой исследователь, закончил в 1963 г. Ленинградский медицинский институт, а в 1968 г. — аспирантуру при лаборатории радиационной генетики Института цитологии и генетики СО АН СССР. Экспериментальные исследования А. М. Полищука и его кандидатская диссертация посвящены вопросам радиочувствительности наследственных структур млекопитающих на разных стадиях клеточного деления.

Генетический груз человечества

Эволюционное совершенствование всего живого происходит благодаря естественному отбору. Положительные мутации — наследственные изменения, делающие организм более приспособленным к среде его обитания — закрепляются отбором, отрицательные — беспощадно им отметаются. (Под лучшей или худшей приспособленностью понимают большую вероятность выжить и оставить потомство.)

Худшая приспособленность может быть следствием каких-либо анатомических или физиологических отклонений от нормы (аномалий) или заболеваний, обусловленных отрицательными мутациями. Проявления этих заболеваний у человека во многих случаях — с помощью медицинских средств — удается устранить или смягчить, что позволяет больным нормально жить и трудиться, иметь семью и детей. Однако «вредные» гены при этом не исчезают. Они продолжают размножаться и накапливаться в популяции.

Человеческие популяции всегда несут некий запас накопленных вредных мутаций. Этот запас называют генетическим грузом, или наследственным бременем, человечества. Величина наследственного бремени определяется частотой мутаций и интенсивностью естественного отбора. С увеличением частоты мутаций или с уменьшением интенсивности отбора генетический груз увеличивается,

в противоположных условиях — уменьшается.

Выражением тяжести генетического груза считается суммарный вред, наносимый человечеству отрицательными мутациями. Этот вред приблизительно можно выразить долей людей, страдающих наследственными заболеваниями и аномалиями.

По данным международной медицинской статистики («Доклад Комитета экспертов ВОЗ[1] по генетике человека», Женева, 1965), реальный генетический груз современной человеческой популяции определяется следующими цифрами.

1%[2] всех новорожденных поражен хромосомными болезнями — относительно просто наследуемыми заболеваниями, в основе которых лежат изменения хромосом, видимые под микроскопом[3].

1% детей рождается с заболеваниями или аномалиями, для которых эмпирически установлен не только сам факт наследуемости, но и тип наследования (доминантный, рецессивный, сцепленный с полом и т. п.)[4].

2% наших современников страдает сложно наследуемыми психическими заболеваниями (шизофрения, маниакально-депрессивный психоз и др.) и умственной отсталостью.

2,5% живорожденных детей обладают различными уродствами (заячья губа, волчья пасть и т. п.), причем только часть этих уродств обнаруживается при рождении, остальные выявляются позже.

1% живущих на Земле наследственно отягощен хроническими и дегенеративными заболеваниями (сахарный диабет, эпилепсия, некоторые формы патологии щитовидной железы, другие нарушения обмена).

Таким образом, даже если не учитывать такие полностью или частично наследуемые заболевания, как гипертоническая болезнь, коронаросклероз, различные формы аллергии, а также наследственно обусловленную восприимчивость к инфекциям, то суммарная тяжесть генетического груза выразится весьма внушительной цифрой — 7,5%. Это значит, что из 3,5 млрд населения земного шара свыше 250 млн страдает наследственными болезнями и аномалиями. Эта цифра станет еще более внушительной, если будет учтена внутриутробная смертность, зависящая — примерно в 25% случаев — от хромосомных аномалий плода (см. статью Н. С. Стоновой).

Облегчает ли цивилизация тяжесть наследственного бремени?

Величина наследственного бремени зависит, как уже указывалось, от частоты мутирования и темпов отбора. Стабильны ли эти показатели или они изменяются во времени и в зависимости от социальных сдвигов, в частности, в связи с техническим прогрессом и успехами медицины? Рассмотрим вначале, как влияют факторы современной цивилизации на частоту мутаций.

Человечество меняет условия своего существования все более быстрыми темпами. В среду обитания человека в огромных количествах вводятся самые разнообразные агенты, многие из которых могут быть мутагенными. Беспрерывно синтезируются все новые и новые химические вещества. Они сами или получаемые в процессе их производства предшественники выбрасываются в атмосферу и воду; ими обрабатываются посевы, их широко используют в пищевой, парфюмерной, легкой промышленности, в опытной и научно-исследовательской работе. Благодаря общественному характеру современного здравоохранения большие массы людей (иногда целые популяции) подвергаются воздействию различных химических и биологических средств (медикаменты, вакцины, сыворотки и т. д.). Все шире используются в практической медицине, науке и промышленности различные виды ионизирующего излучения. Все это не способствует снижению частоты мутаций в половых и соматических клетках человека.

Наиболее изученным мутагенным фактором является ионизирующая радиация. Группой советских радиогенетиков, во главе с академиком Н. П. Дубининым, установлено, что при хроническом облучении дозой в 10 р частота спонтанных мутаций в следующим поколении удвоится. Глобальное повышение естественного фона радиации всего на 1 р приведет, по расчетам Н. П. Дубинина, к появлению в каждом новом поколении 6 млн наследственно неполноценных людей[1]. В самое последнее время появились основания считать и 10 р завышенной «удваивающей» дозой. По мнению проф. Н. В. Тимофеева-Ресовского, предельно-допустимой минимальной дозы искусственного облучения вообще не существует — любая радиация вредна для генетических структур[2].

Оценить степень мутагенного влияния других многочисленных факторов — физических, химических и биологических, присутствующих в окружающей человека среде, пока, к сожалению, невозможно. Несомненно

---

[1] ВОЗ — Всемирная организация здравоохранения.

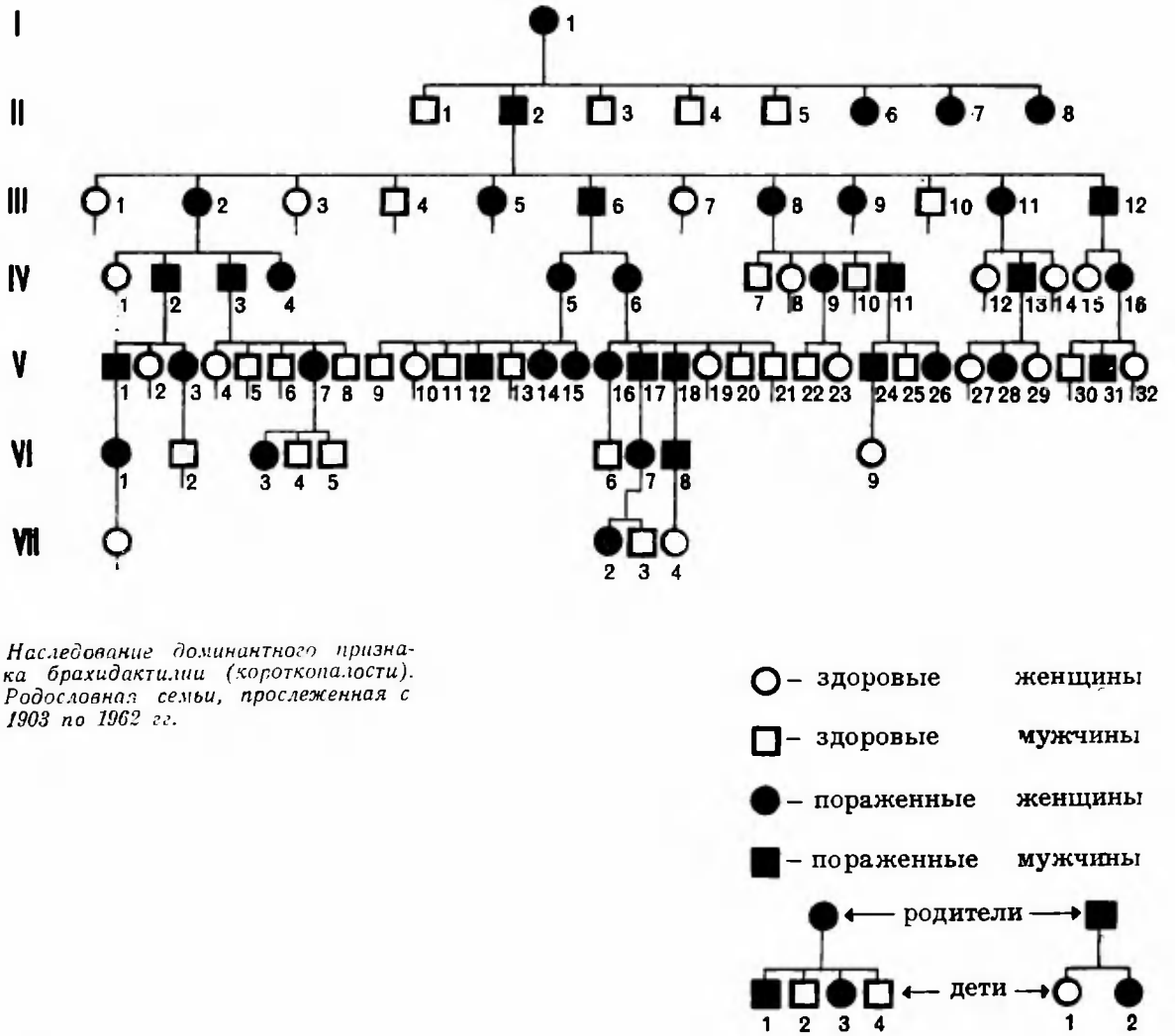
[2] Эта и все последующие цифры из «Доклада Комитета экспертов ВОЗ» даны приближенно (округлены).

[3] Подробнее о хромосомной патологии человека см. в статье Н. С. Стоновой, стр. 40.

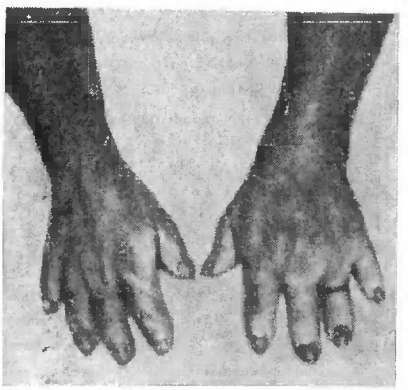
[4] Большинство признаков у человека определяется по меньшей мере парой генов, один из которых унаследован от матери, а другой — от отца. Если информация, заключенная в этих генах, неодинакова, то проявляется (доминирует) лишь один из признаков, а второй остается в скрытом (рецессивном) состоянии. Ряд наследственных заболеваний проявляется уже тогда, когда хотя бы один из двух генов-партнеров несет в себе патологическую мутацию. Такой тип наследования называется доминантным. По доминантному типу наследуется, например, ахондроплазия — карликовость, связанная с недоразвитием хрящевой системы. При рецессивном типе наследования одиночный патологический ген подавляется здоровым геном-партнером, поэтому в гетерозиготном состоянии — когда парные гены различны (heteros — иной, другой) — заболевание не проявляется. Лишь в гомозиготном состоянии (homos — равный, подобный), когда одинаково дефектны оба парных гена, «тайный» (рецессивный) признак становится «явным» и болезнь приобретает клинически выраженную форму. Заболевание может наследоваться одинаково у мужчин и женщин (аутосомный тип наследования) или быть связанным («сцепленным») с полом.

[1] Н. П. Дубинин. Молекулярная генетика и действие излучений на наследственность. М., 1963.

[2] Это, конечно, не значит, что человечество должно вообще отказаться от использования лучевой энергии, а медицина — от рентгенологических и флюорографических исследований. Если взвесить, с одной стороны, генетический вред диагностических облучений, а с другой — их пользу в выявлении ранних (т. е. еще излечимых) стадий туберкулеза и злокачественных опухолей, то перевес будет на стороне последней.



Наследование доминантного признака брахидактилии (короткопалости). Родословная семьи, прослеженная с 1903 по 1962 гг.



Руки больного при брахидактилии

лишь то, что многие из них обусловливают мутации, кажущиеся нам спонтанными, и увеличивают тем самым суммарный генетический груз. И хотя мы еще не знаем удельного веса каждого из уже известных мутагенов и очень большого числа пока неизвестных, имеются все основания считать, что частота мутаций в современных человеческих популяциях растет.

С другой стороны, множество фактов свидетельствует о снижении у человека темпов естественного отбора. Развитие медицины приводит к изысканию новых эффективных средств лечения наследственных заболеваний, считавшихся прежде неизлечимыми. Благодаря выживанию вылеченных людей, появлению у них потомства, а также вследствие повторных мутаций, частота дефектных генов в последующих поколениях будет расти. Это можно видеть на примере врожденной опухоли сетчатки глаза — ретинобластомы [1]. Развитие этой опухоли определяется одним доминантным геном, возникающим в каждом новом поколении с частотой $2 \cdot 10^{-5}$. Без лечения опухоль приводит к гибели в 100% случаев, т. е. мутация полностью элиминируется (исключается) отбором. При современных же методах лечения 70% больных выживает, хотя и слепнет на один или оба глаза. Допустим, что выжившие больные имеют вдвое меньшую возможность создать семью, чем здоровые люди. Тогда вероятность оставить потомство у них составит 35% от нормальной. Значит, с тех пор, как научились лечить ретинобластому, плодовитость больных увеличилась с 0 до 35%. Это должно привести к повышению частоты встречаемости гена в последующих поколениях.

Если в формулу $P_x = m + mr + mr^2 + \ldots + mr^x$ (где P_x — частота встречаемости гена в x-поколении, m — частота возобновления данной мутации в каждом новом поколении, а r — плодовитость больных) подставить значения m и r для ретинобластомы, то можно убедиться, что в 3-м поколении частота патологического гена увеличится почти в полтора раза. Заметим, что два поколения с того времени, когда научились лечить ретинобластому, уже прошло.

Аналогичный расчет сделал английский генетик К. Мазер для ахондроплазии, наследуемой, как уже указывалось, доминантно. Он показал, что уменьшение вдвое неблагоприятного влияния отбора на больных ахондроплазией (путем их лечения) приведет через 10 поколений к удвоению числа носителей патологического гена. Для фенилкетонурии [1], наследуемой рецессивно, вмешательство медицины увеличит число больных всего на 5% и через 10 поколений. Повышение частоты встречаемости генов, ответственных за развитие таких дефектов, как волчья пасть, заячья губа, стеноз привратника [2], является в настоящее время уже установленным фактом.

Итак, медицина снижает темпы естественного отбора и тем самым увеличивает число наследственно отягощенных людей. «Если бы медицина была в состоянии,— пишут по этому поводу Дж. Ниль и У. Шэлл,— вылечить всех больных наследственными болезнями и сохранить им нормальную жизнеспособность и плодовитость, то в конце концов, благодаря давлению мутационного процесса, состояния, считаемые сейчас за аномалии, превратились бы в нормальные признаки, а здоровые люди появлялись бы как редкое исключение в результате обратных мутаций».

Это, конечно, гипербола, но гипербола реалистическая.

Что делать?

Из сказанного видно, что в современном обществе имеется отчетливая тенденция к увеличению тяжести наследственного бремени. Этот вывод не нов. Выдающийся советский биолог Н. К. Кольцов [1] еще в 20-х годах предвидел такую возможность. И в наше время американец Г. Мёллер [2] — один из знаменитой «четверки», создавшей хромосомную теорию наследственности,— весьма остро подчеркнул «отрицательное обратное влияние социального прогресса» на генетическое совершенство людей. Возникает естественный вопрос — как «облегчить» человечеству тяжесть генетического груза и стоит ли это делать? На этот вопрос даются различные ответы.

Известный ученый и писатель А. Азимов [3] (США) полагает, что со временем для каждого наследственного заболевания будет подобрана соответствующая среда, и носители одинаковых дефектных генов расселятся по городам с искусственно созданными, оптимальными для них условиями и специализированной медицинской службой. Вне сферы постоянного врачебного наблюдения человек не сможет существовать.

Итак, города-больницы (можно себе вообразить их названия!), может быть, даже целые страны, населенные уродами! А почему бы и нет? Ведь сбываются же фантазии, например, Жюля Верна. Почему бы не сбыться в таком случае фантастическим сатирам Свифта? Надо, однако, думать, что эти опасения преувеличены. Предлагаемый Азимовым путь — не единственный, да и не лучший. Мутационный процесс идет непрерывно, в каждом новом поколении возникают новые наследственные изменения, и среда, идеально подобранная для одних, может оказаться губительной для других. Издавна известны, например, целебные свойства соснового бора. Напоенный смолистым ароматом, насыщенный кислородом воздух — истинный «бальзам» для легочных и сердечных больных. Но не для всех! Больным бронхиальной астмой или стенокардией сосновый бор летом противопоказан: высокие концентрации скипидара и озона в воздухе раздражают

[1] Пример взят из кн.: Дж. Ниль и У. Шэлл, Наследственность человека. ИЛ, 1958.

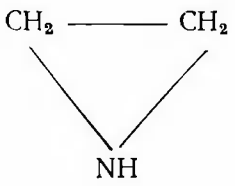
[1] Наследственное нарушение обмена, выражающееся в неспособности организма превращать аминокислоту фенилаланин в другую аминокислоту — тирозин. Без лечения этот дефект обмена приводит к развитию одной из форм умственной отсталости.

[2] Стеноз привратника — сужение желудка в месте его перехода в двенадцатиперстную кишку.

[1] Н. К. Кольцов. Русский евгенический журнал, 1925, т. 3, вып. 1, стр. 67—75.

[2] H. J. Muller. In «Man and His Future», ed G. Wolstenholme, Boston, 1963.

[3] А. Азимов. Вид с высоты. М., 1965.



Структурная формула этиленимина — одного из сильнейших мутагенных агентов (относится к группе так называемых супермутагенов)

Разрыв хромосомы, вызванный этиленимином в культуре клеток человека

сверхчувствительные к химическим влияниям рецепторы таких больных, вызывая спазмы мельчайших бронхов и приступы удушья — у астматиков или сосудистые спазмы и болевые приступы — у страдающих стенокардией. Таких примеров можно привести множество.

В последнее время часто высказывается мысль о том, что человечество получит избавление от наследственного бремени с помощью молекулярной биологии. Лишь тогда, когда будут расшифрованы «ошибки» наследственной информации, лежащие в основе всех видов генетической патологии, станет возможным «исправление» дефектных генов и радикальное оздоровление популяции. Однако, несмотря на гигантский прогресс молекулярной биологии, это произойдет, по-видимому, еще не завтра. Кроме того, от момента раскрытия причины болезни до разработки эффективного метода ее лечения обычно тоже проходит какое-то время. Так, возбудитель туберкулеза был открыт Р. Кохом в 1882 г., но лишь 15—20 лет тому назад стала возможной антибактериальная терапия этого заболевания.

Поскольку эра молекулярной медицины пока не наступила, а генетический груз существует, и не только существует, но и растет, на повестке дня остается все тот же тревожный вопрос: что делать?

В уже упоминавшемся «Докладе Комитета экспертов ВОЗ по генетике человека» говорится, что «проблема чрезвычайно запутана» и что «многие существенные для ее понимания факты нуждаются в дальнейшем изучении». Действительно, характер влияния многих социальных факторов на генофонд человечества еще не известен. Расширяющаяся индустриализация вынуждает людей к переселению из сельских районов в городские, из центров на окраины. В странах, где естественный прирост населения принимает угрожающие размеры, поощряется эмиграция. Перегруппировка населения приводит к перераспределению генов в популяциях. Иммигранты, например, могут отличаться от неиммигрантов определенными генетическими особенностями: большей физической и психической приспособляемостью к трудностям и др. Освоение новых земель, развитие транспорта и связанная с ними миграция населения ведут к распаду замкнутых групп населения — изолятов, что с одной стороны хорошо, так как снижается частота кровнородственных браков [1], а с другой стороны — плохо, ибо «вредные» гены рассеиваются по всему «белу свету».

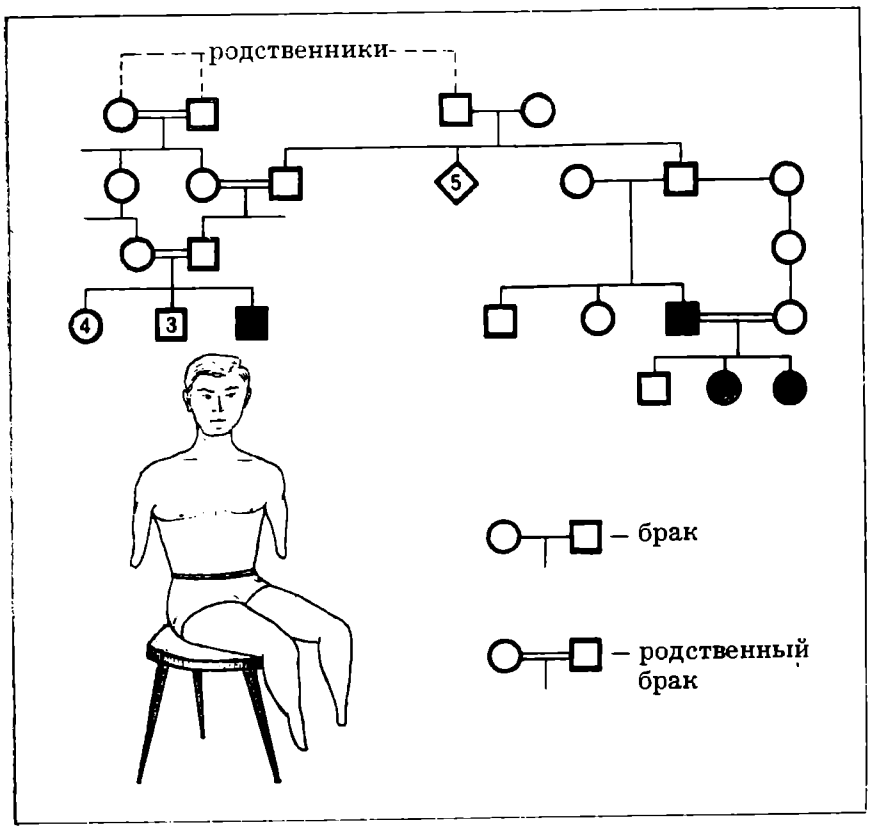
Статистика показывает определенную связь между уровнем образования родителей и количеством детей на семью. Например, среднее число детей у женщин без образования втрое больше, чем у женщин с высшим образованием. Влияние всех этих факторов на генофонд человечества вполне вероятно, однако изучено еще, действительно, недостаточно.

Поскольку «проблема чрезвычайно запутана», а накопление нежелательных генов идет очень медленно, некоторые ученые пришли к выводу, что современному поколению не стоит вмешиваться в естественный ход событий, а потомки рано или поздно найдут какое-нибудь средство борьбы с генетическим грузом. В таком духе высказывался, в частности, недавно умерший видный английский биолог Дж. Б. С. Холдейн [2]. Итак,— ничего не делать... И пусть потомки сами разбираются в запутанном «деле о наследстве»! Ибо, как справедливо заметили классики советской сатиры И. Ильф и Е. Петров, «дело помощи утопающим — дело рук самих утопающих».

Это, конечно, шутка, хотя и довольно мрачная. Ну, а если всерьез: вправе ли современное человечество слагать с себя ответственность за то, что генетический груз растет? И так ли уж мы бессильны остановить этот процесс?

Многие прогрессивные ученые считают, что генетическое оздоровле-

[1] Кровнородственные браки способствуют накоплению у потомства рецессивных мутаций и переходу их в гомозиготное состояние.
[2] Дж. Б. С. Холдейн. В сб.: Наука о науке. М., 1966, стр. 178—187.



Накопление рецессивной мутации (ахейроподия — отсутствие рук и ног) при родственных браках. Цифры, вписанные в фигуры, означают число детей. ◇ — 5 детей, пол которых исследователю неизвестен

ние человечества — реальная задача и приступать к ее решению можно уже сегодня.

Евгеника — за и против

Все критические (и даже бранные) слова, которые можно было сказать по адресу буржуазных евгенистов, уже сказаны. Не будем утомлять читателя их повторением, а также пересказом общеизвестных морально-этических соображений, заставляющих нас решительно отвергать как коннозаводческие методы «улучшения» человеческого рода, так и идею законодательного лишения наследственно отягощенных лиц права иметь детей. Даже если отвлечься от морали, не всегда с чисто научной точки зрения можно уверенно сказать, какие гены «хорошие», а какие «плохие». Воинствующие евгенисты, например, наверняка запретили бы иметь детей матерям Эдгара По и Гюстава Флобера — ведь обе они страдали психическими расстройствами. Но как знать, не «безумие» ли мадам Флобер и миссис По было причиной высокой талантливости их сыновей?

Из экспериментальной генетики хорошо известно, что один и тот же ген может проявлять себя по-разному, в зависимости от условий, в которых он действует, или от сочетаний с другими генами. В принципе нельзя исключить такой возможности и для функционирования генов человека.

Тем не менее, при многих наследственных заболеваниях медицина с полным основанием может советовать больным воздержание от деторождения. Но именно советовать, а не принуждать! Мы — за евгенику, но без принуждения.

Ясно, что решение проблемы добровольного отказа от деторождения (в случаях наследственной отягощенности) потребует самой широкой генетической образованности масс, выпуска в достаточном количестве дешевых и надежных противозачаточных средств, создания широкой сети медико-генетических консультаций. В таких консультациях смогут получить квалифицированный совет молодожены, в семьях которых были случаи наследственных заболеваний; супруги, связанные кровным родством; родители, уже имеющие больного ребенка и желающие знать, велик ли риск повторения заболевания у последующих детей. Медико-генетические консультации уже функционируют в таких странах, как Англия, США, Дания; недавно подобные учреждения открыты в Москве, Ленинграде, Новосибирске. Недалеко то время, когда медико-генетические консультации войдут в быт людей так же прочно, как уже вошли в наш быт женские и детские консультации.

Известна довольно тесная связь между возникновением некоторых наследственных болезней и возрастом родителей, в частности, матерей. Это установлено, например, для болезни Дауна и желтухи новорожденных, обусловленной несовместимостью

матери и плода по одному из белковых компонентов крови, так называемому резус-фактору [1]. Сокращение рождаемости в тех семьях, где женщины уже достигли 35—45 лет, приведет к снижению частоты этих болезней.

В тех случаях, когда возможна диагностика гетерозиготных носителей тяжелой наследственной патологии, число больных можно значительно уменьшить путем настойчивой профилактической и санитарно-просветительной работы. Такая работа проводится в Италии в отношении распространенного на средиземноморском побережье тяжелого наследственного заболевания — талассемии [2]. В районах, где это заболевание встречается особенно часто, проводятся лабораторные обследования всего населения, позволяющие обнаружить носителей гена-виновника. Органы здравоохранения широко информируют местных жителей об опасности рождения больных детей в семьях, где носителями являются оба супруга. Надо полагать, что эти меры будут способствовать сокращению числа больных талассемией в Италии.

Возникает очень важный вопрос: какова эффективность подобных мероприятий, как быстро смогут они снизить частоту вредных генов? Ясно, что полный отрицательный отбор доминантного признака (встречающегося с любой частотой) приведет к полной элиминации этого гена из популяции в первом же поколении. При 50%-ном отрицательном отборе частота доминантного гена снизится к 5-му поколению с 1% до 0,1%. В этом же поколении наступит полная элиминация гена, встречавшегося в 1-м поколении с частотой 0,1%. (Здесь и далее расчеты [3] приводятся для признака, обусловленного одним полностью доминантным или, соответственно, полностью рецессивным геном.)

Полный отрицательный отбор рецессивного признака, встречающегося с частотой 1%, приведет к исчезновению в 10-м поколении лишь 75% от начального числа носителей этого гена. При частоте гена 0,1% в 10-м поколении останется еще 58% от начального числа носителей. 50%-ный отрицательный отбор рецессивных признаков, а также отрицательный отбор признака, обусловленного несколькими генами, потребует более продолжительного времени. Вновь возникающие спонтанные мутации, которые не учитывались в приведенных расчетах, еще больше снизят эффективность отрицательного отбора. Все эти расчеты говорят о том, что реализация любой умеренной евгенической программы лишь очень незначительно скажется на генетической структуре человечества в ближайшие несколько сот лет. Однако евгенические мероприятия могут приостановить дальнейшее увеличение генетического груза, и в этом их большое положительное значение.

Пути биологического и социального прогресса едины

Человек, как и все другие живые существа, связан самыми тесными узами со средой, в которой он развивается и живет. Среда (а для созревающих половых клеток, из которых после их слияния разовьется будущий организм, уже тело матери или отца — «внешняя среда») помогает проявлению одних наследственных задатков и оставляет скрытыми другие; среда — с помощью мутаций — «творит» новые гены.

Но есть у человека одно важное отличие от всех других живых существ: он способен активно вмешиваться в биосферу, вносить в нее свои коррективы.

Отсюда — реальный и действенный путь генетического оздоровления популяции — борьба с мутагенным «загрязнением» среды. Атомная энергетика, химизация быта и другие достижения технического прогресса должны прокладывать себе дорогу в жизнь без ущерба для здоровья и генетического будущего человечества. В наше время стало необходимостью создание так называемой мутационной службы, которая будет заниматься кропотливым исследованием всех факторов, повышающих частоту мутаций, и добиваться изъятия этих факторов из среды обитания человека или создания эффективных средств защиты от них.

Широкую известность получили в свое время слова К. А. Тимирязева о том, что биологическая эволюция человека осталась за порогом его истории. Сейчас с этим утверждением можно поспорить.

В человеке, как объекте живой природы, теснейшим образом переплелись его биологическая и социальная сущность. К каким бы грандиозным успехам ни приводил социальный прогресс, биологическая эволюция человека будет продолжаться до тех пор, пока он существует на Земле. Одной из главных задач и забот социального прогресса как раз и является наиболее полный учет биологических особенностей человека и создание условий, способствующих наиболее полному расцвету его физических и духовных сил.

В СССР, как и в других развитых странах, проводится планомерная работа по реализации Международной Биологической Программы (всесторонне исследуется влияние технического прогресса и социальных преобразований на биологическую продуктивность живой природы), принимаются меры к повышению биологической и особенно генетической образованности масс, ассигнуются значительные средства на научные исследования по генетике человека.

Все это дает основание для оптимистических прогнозов. Можно надеяться, что успехи естествознания и дальнейший социальный прогресс позволят человечеству уже в обозримом будущем взять свою эволюцию в собственные руки и снизить до минимума величину генетического груза.

УДК 575.191

---

[1] В последнем случае важен не так возраст матери, как порядковый номер беременности (опасность желтухи увеличивается с каждой новой беременностью).

[2] Талассемия (средиземноморская анемия) — прогрессирующее малокровие с периодическими приступами гемолитической желтухи.

[3] Расчеты взяты из книги К. Штерна «Основы генетики человека». Медицина, 1965.

Хромосомная патология человека

Н. С. Стонова
Кандидат медицинских наук

Наталья Семеновна Стонова, научный сотрудник Отдела генетики психических заболеваний (руководитель — доктор биологических наук В. П. Эфроимсон) Московского научно-исследовательского института психиатрии Министерства здравоохранения РСФСР. В 1968 г. защитила кандидатскую диссертацию «Роль хромосомных аберраций в возникновении спонтанных абортов у человека».

Прогресс науки во многом зависит от успешной разработки методик, открывающих порой перед исследователями новые широкие горизонты. Это в полной мере относится к истории развития цитогенетики — науки, возникшей на стыке цитологии и генетики в начале XX в.

Усовершенствование цитологической техники в последние 10—15 лет сделало возможным детальное изучение хромосомного набора человека. Это положило начало развитию самостоятельной области биологии и медицины — цитогенетики человека.

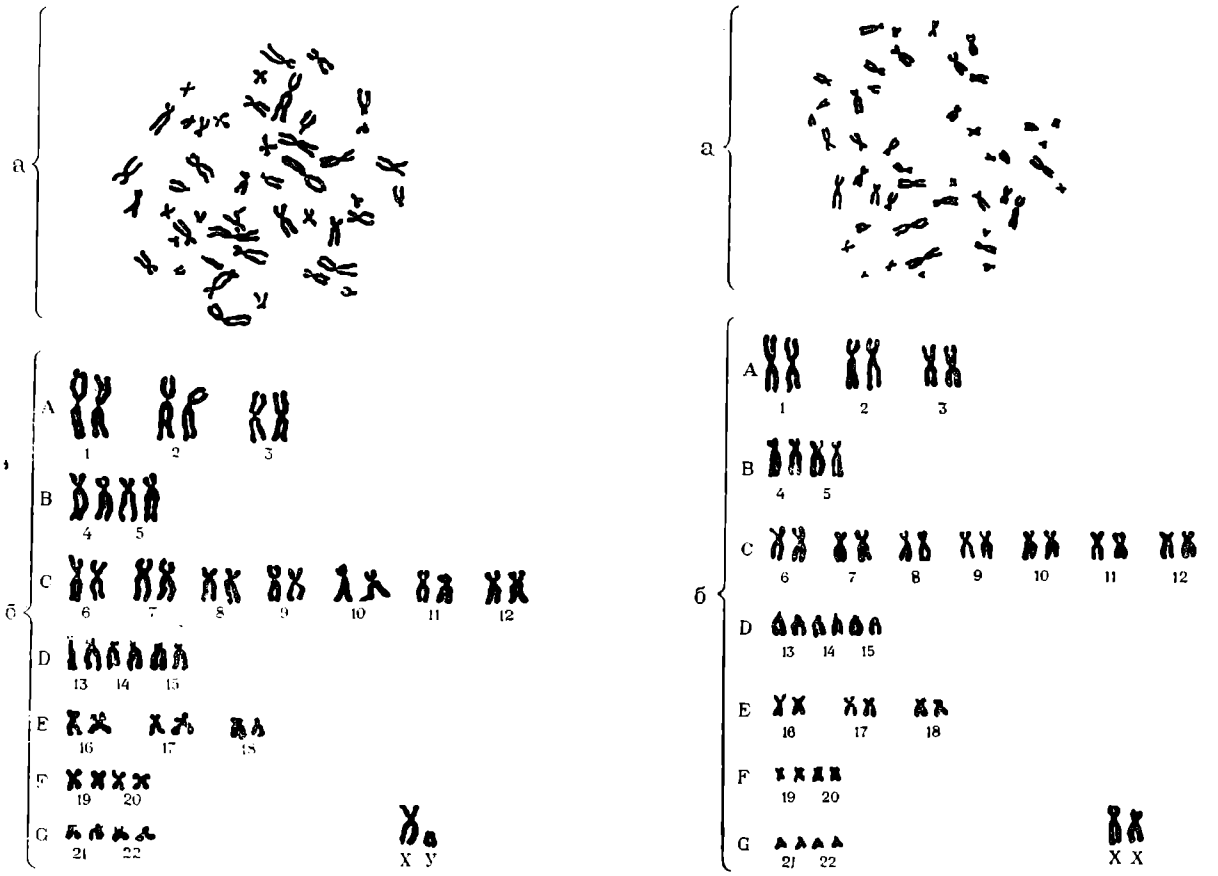
Цитогенетика занимается изучением развития и наследования признаков организмов в связи со строением и поведением их хромосом. Хромосомы — хорошо окрашивающиеся нитевидные структуры клеточного ядра — делаются отчетливо видимыми под микроскопом в метафазе — одной из стадий деления клетки (митоза) [1].

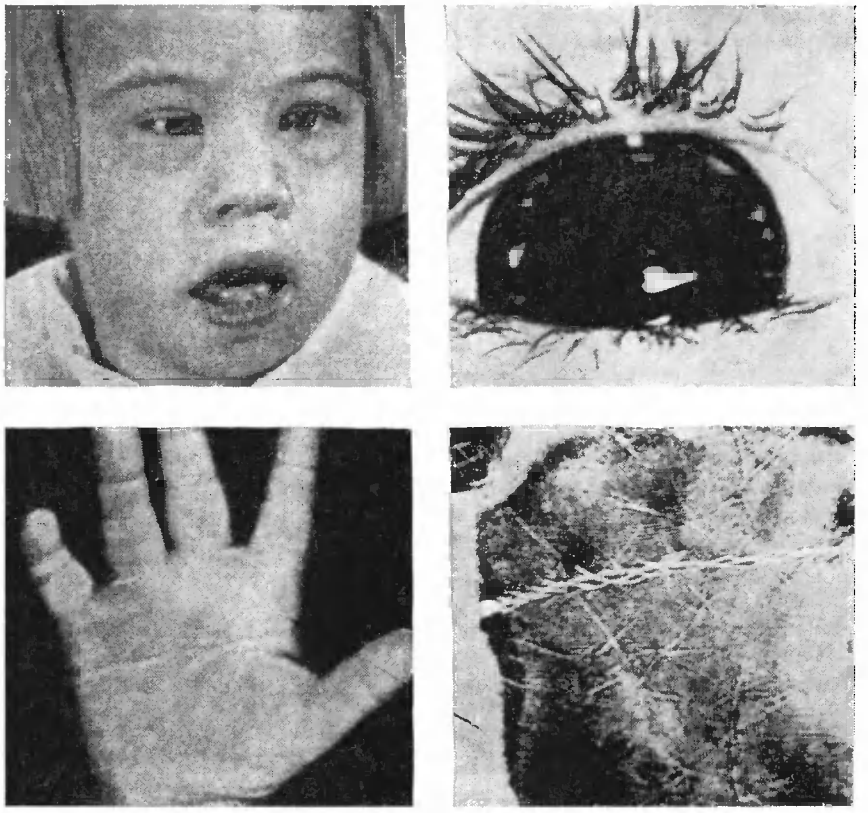
Различают прямой и непрямой методы исследования хромосом у человека. Для исследования прямым методом берут ткани, богатые активно делящимися клетками, например, костный мозг. При непрямом методе митотическую активность умеренно делящихся тканей (например, мышечной ткани эмбриона) предварительно усиливают путем культивирования их на искусственных питательных средах. Используя затем различные физико-химические способы и средства воздействия на делящуюся клетку, исследователь добивается того, чтобы хромосомы расположились на стекле препарата в одной плоскости и были достаточно хорошо разбросаны: это позволяет их сфотографировать, сосчитать, рассмотреть каждую в отдельности.

В 1956 г. стало достоверно известно, что у человека в любой соматической клетке (т. е. клетке тела; от греческого «сома» — тело) содержится 46 хромосом: 23 из них — материнские, 23 — отцовские. 22 пары хромосом (их называют аутосомами) состоят из сходных между собой мужских и женских партнеров. (Хромосомы, составляющие пару, называются гомологами.) 23-я пара (половые хромосомы) у женщины состоит из двух гомологов, а у мужчины из двух морфологически различных — гетерологичных — хромосом (рис. 1). В 1960 г. в Денвере и в 1963 г. в Лондоне на специальных международных конференциях цитогенетиков была принята единая классификация хромосом человека. По этой классификации хромосомы пронумерованы попарно арабскими цифрами от 1-й до 22-й пары (в порядке убывающей длины). Две половые хромосомы, по которым различаются женский и мужской хромосомные наборы, названы символами X и Y. Такая система расположения хромосом получила название кариотипа. Все хромосомы разделены на 7 групп, обозначаемых латинскими буквами от A до G. Некоторые из этих групп, например B, C, D, F и G, объединяют пары, настолько сходные между собой, что на основании обычного микроскопического анализа хромосом удается установить лишь их групповую принадлежность (см. рис. 1).

[1] Подробнее о хромосомах и способах их деления см. в статье А. А. Прокофьевой-Бельговской «Хромосомы и организм», «Природа», 1965, № 5, стр. 20—27.

Рис. 1. Нормальный хромосомный набор мужчины (слева). Нормальный хромосомный набор женщины (справа). а — метафазная пластинка (так исследователь видит хромосомы под микроскопом), б — систематизированный хромосомный набор (кариотип)





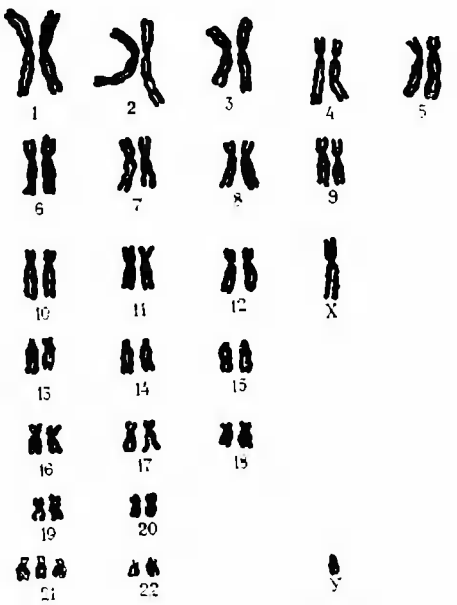


Рис. 2. Болезнь Дауна (трисомия по 21-й хромосоме). Вверху — внешний вид больного ребенка (монголоидный разрез глаз, косоглазие, короткий широкий нос, полуоткрытый рот, большой, не умещающийся в полости рта язык); пятнистая радужная оболочка; в середине — широкая короткопалая ладонь с согнутым мизинцем; отпечаток кожного рисунка ладони с характерной для болезни Дауна поперечной ладонной бороздой; внизу — кариотип больного ребенка

Сохранение постоянства вида обеспечивается особым видом деления клеток, называемым мейозом. В результате мейоза образуются половые клетки (гаметы), содержащие одинарный — гаплоидный набор хромосом. При этом в каждую гамету попадает по одной хромосоме из каждой пары гомологов и одна половая хромосома. Женский организм, имеющий в диплоидном наборе 23 пары полностью гомологичных хромосом, продуцирует один тип гамет — яйцеклетки. В каждой из них содержится 22 аутосомы и одна Х-хромосома. Мужчина продуцирует два типа гамет: спермии, содержащие 22 аутосомы и Х-хромосому, и спермии, содержащие 22 аутосомы и Y-хромосому.

Распределение хромосом как в процессе митоза, так и в процессе мейоза не всегда проходит нормально. Обе хромосомы какой-либо пары вместо того, чтобы разойтись по двум дочерним клеткам, могут оказаться в одной из них, в то время как в другой не окажется ни одной хромосомы данной пары. В результате такого «нерасхождения» образуются гаметы с 24 и 22 хромосомами. Такие гаметы часто способны участвовать в процессе оплодотворения. При их слиянии с нормальной гаметой противоположного пола образуются оплодотворенные яйцеклетки — зиготы, содержащие либо 47, либо 45 хромосом. Во всех клетках зародыша, который разовьется из такой зиготы, будет, соответственно, 47 или 45 хромосом. В первом случае в хромосомном наборе зародыша будет одна лишняя — третья — хромосома какой-либо пары (такое состояние носит название трисомии по данной хромосоме), во втором случае в кариотипе будет недоставать одной хромосомы (моносомия).

Хромосомные болезни человека

В 1959 г. во Франции Ж. Лежен с соавторами установили, что широко распространенный и хорошо известный врачам синдром Дауна, которому раньше приписывали инфекционное происхождение, обусловлен трисомией по 21-й хромосоме (рис. 2). В том же году было установлено, что одна из форм умственного и полового недоразвития у мужчин, так называемый синдром Клайнфельтера, обусловлен наличием в кариотипе лишней Х-хромосомы (рис. 3). Вскоре было описано заболевание, вызванное недостатком одной Х-хромосомы в кариотипе женщины (синдром Шерешевского — Тернера). Вслед за этим начались массовые поиски хромосомных нарушений при различных заболеваниях, и за короткое время возник новый раздел медицины — «хромосомные болезни».

Чем больше по размеру хромосома, нарушающая нормальный кариотип, тем более тяжелые аномалии развития обнаруживаются у новорожденного. Таковы, в частности, синдромы трисомии-D и трисомии-E. Их обозначают по названию группы, так как пары, входящие в эти группы, морфологически трудно различимы. При обеих этих трисомиях у новорожденных обнаруживаются множественные пороки развития, несовместимые с жизнью. Дети с трисомиями-D и -E обычно погибают в первые дни жизни и очень редко доживают до 1—2 лет (рис. 4 и 5).

Нарушения в системе половых хромосом гораздо меньше отражаются на жизненно важных функциях организма, что обеспечивает бóльшую выживаемость их носителям. Дети с синдромом Клайнфельтера, например, встречаются с частотой 1 : 450 новорожденных мальчиков, а при обследовании контингентов умственно отсталых мужчин, содержащихся в специальных медицинских учреждениях, частота этого синдрома увеличивается до 1 : 100. Среди умственно отсталых преступников частота таких больных еще выше — 1 : 50. По-видимому, из-за общей вялости и неспособности занять прочное положение в коллективе такие люди легко вовлекаются в неразумные и преступные действия. Это накладывает особую ответственность на семью, врачей и педагогов в деле воспитания и оберегания таких больных от дурных влияний.

Другой вариант нарушения в системе половых хромосом выражается в на-

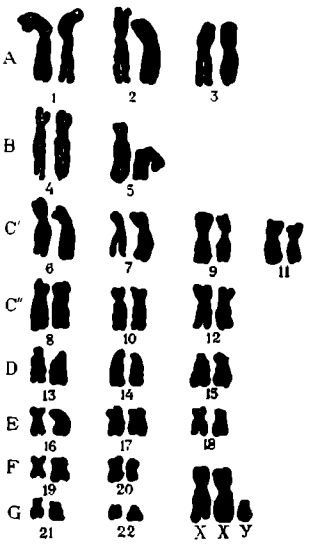
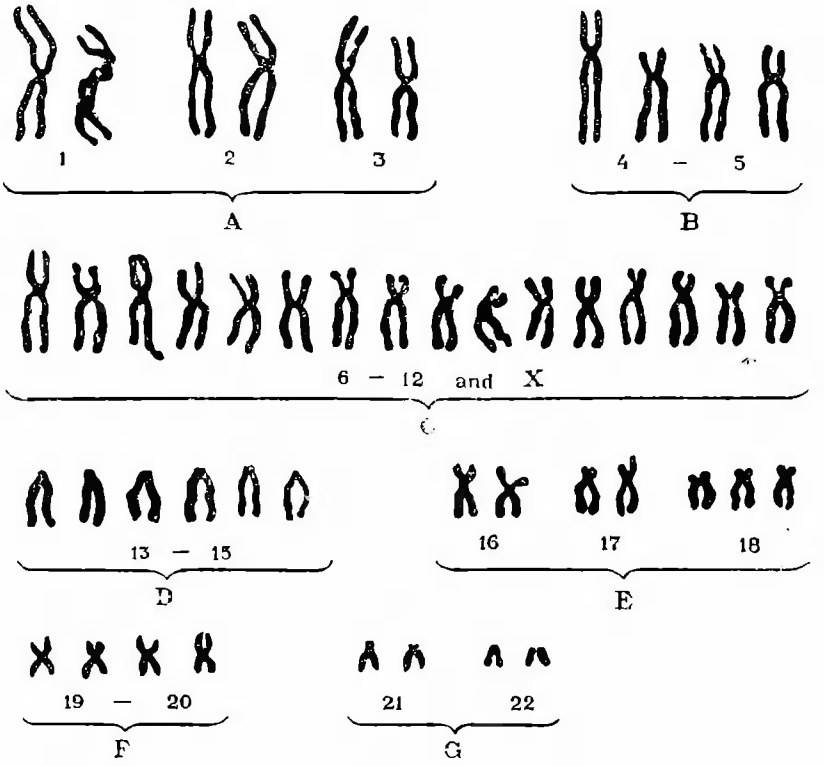


Рис. 3. Кариотип при синдроме Клайнфельтера (47, XXY)



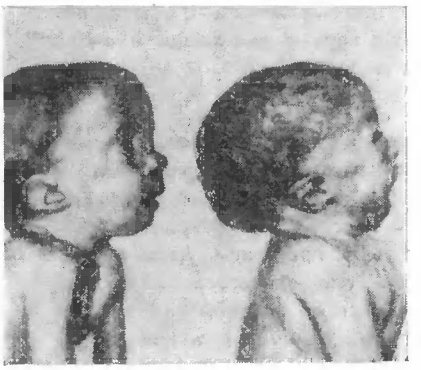


Рис. 4. Синдром трисомии-Е. Вверху — кариотип (лишняя 18-я хромосома); внизу — внешний вид детей (малый рост и вес, низко расположенные уродливые уши, маленький уходящий подбородок и др.)

личии лишней Y-хромосомы (47, XYY). Y-хромосома гораздо меньше по размеру и содержит значительно меньше генетически активных участков, чем X-хромосома. Поэтому избыток Y-хромосом не вызывает таких грубых нарушений развития, как лишние аутосома или X-хромосома у мужчины. Английские исследователи В. Курт-Браун, Патриция Джекобс и др., изучавшие хромосомные наборы у психически больных и умственно отсталых взрослых, обнаружили, что 3% больных с агрессивным и буйным поведением имеют кариотип 47, XYY и отличаются высоким ростом. Обследовав группу агрессивных преступников ростом выше 180 см, эти авторы обнаружили, что каждый четвертый из них обладает кариотипом 47, XYY. Однако при исследовании 36 баскетболистов, также отличавшихся высоким ростом, никаких аномалий хромосомного набора обнаружено не было. К сожалению, массовые исследования хромосом проводятся только в некоторых странах, и пока еще нет точных цифровых данных о сравнительной частоте встречаемости различных хромосомных аномалий среди специально отобранных контингентов и в общей популяции. Можно надеяться, что выяснение этих вопросов станет делом ближайшего будущего.

Массовые исследования хромосомных наборов в популяциях здоровых людей, среди детей с множественными врожденными аномалиями и у взрослых с аномалиями полового развития выявили три важных обстоятельства: у здоровых людей, как правило, хромосомные наборы нормальные; у людей с аномалиями кариотипа обычно имеются грубые нарушения развития и резко понижена жизнеспособность; «лишние» или «недостающие» хромосомы встречаются только в системе половых хромосом и нескольких самых маленьких по размеру аутосом (13—15, 17—18 и 21).

Теоретически любая из 23 пар хромосом может не разойтись в мейозе и целиком войти лишь в одну из 2-х половых клеток. Следовательно, теоретически возможна три- или моносомия по любой хромосоме. Почему же в действительности количество числовых аберраций у людей ограничено?

Может быть, аберрации крупных аутосом вызывают слишком тяжелые повреждения, несовместимые с жизнью? Так возникла мысль, что «недостающие» хромосомные аномалии могут быть обнаружены при изучении кариотипов спонтанно абортированных эмбрионов.

Спонтанный аборт и хромосомные аномалии

Под самопроизвольным, или спонтанным, абортом понимается не связанное с искусственным вмешательством прерывание беременности до 7-месячного срока. По данным исследователей разных стран, из 100 зарегистрированных беременностей 12—15 заканчиваются спонтанным абортом. Однако в действительности спонтанных абортов гораздо больше: часть их наступает на очень ранних сроках беременности (до 4 недель) и не распознается врачами, маскируясь под так называемой задержкой менструации. Высказывается мнение, что диагностированные беременности составляют менее 50% от всех зачатий. Спонтанные аборты часто являются настоящей трагедией для семьи, особенно в случае «привычного» выкидыша, когда три и более повторные беременности самопроизвольно прерываются, несмотря на горячее желание супругов иметь детей.

Впервые аномальный хромосомный набор в тканях спонтанно абортированного эмбриона был обнаружен в Англии Л. С. Пенрозом и Ж. Д. Дельханти в 1961 г. В клетках этого эмбриона содержалось по 69 (23 × 3) хромосом вместо 46 (23 × 2). Такая аномалия называется триплоидией и часто обнаруживается у растений. Она может возникнуть при оплодотворении нормальным сперматозоидом двуядерной яйцеклетки или при оплодотворении одной нормальной яйцеклетки двумя спермиями. В первом случае набор половых хромосом в триплоидном кариотипе будет XXX или XXY, во втором — XXX, XXY или XYY (в зависимости от того, какая половая хромосома содержалась в сперматозоидах).

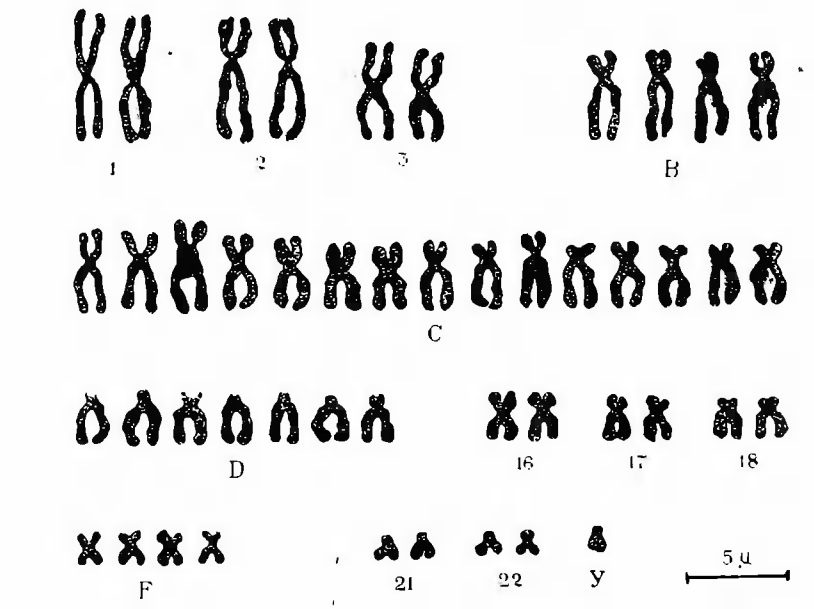


Рис. 5. Синдром трисомии-D. Вверху — кариотип (7 вместо 6 хромосом в группе D); внизу — внешний вид детей

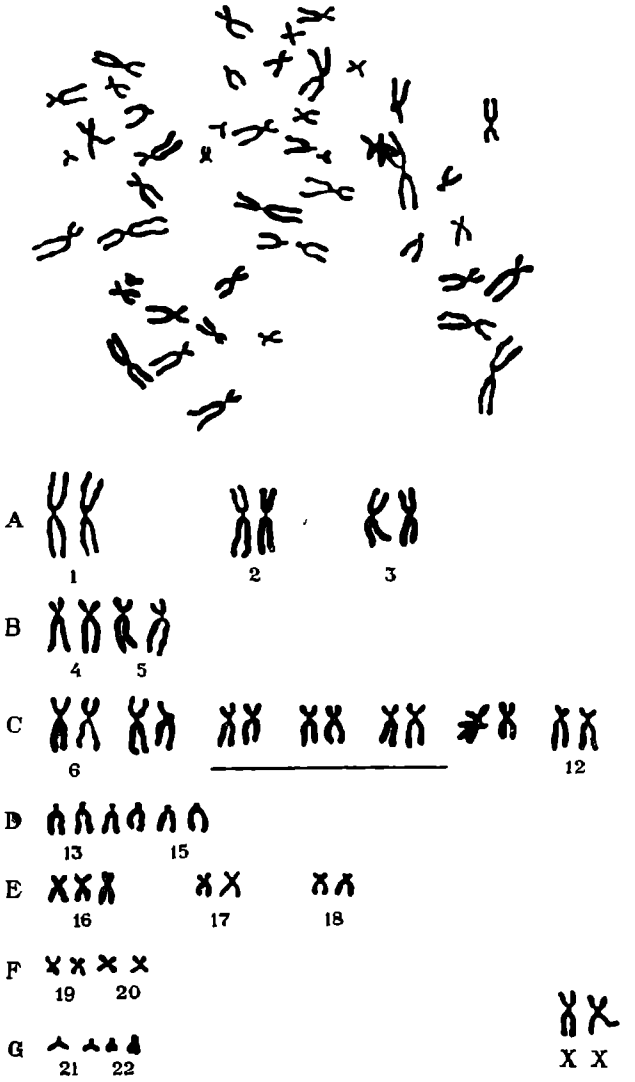


Рис. 6. Метафазная пластинка и кариотип спонтанно абортированного эмбриона. Трисомия по 16-й хромосоме. Наблюдение автора

Открытие Пенроза и Дельханти побудило многих исследователей заняться изучением хромосом при спонтанных абортах. Всего за период с 1961 по 1967 гг. усилиями примерно 25 лабораторий мира удалось изучить около 1000 случаев спонтанных и более 500 случаев искусственных абортов.

В лаборатории цитогенетики Института морфологии человека АМН СССР с 1964 г. изучено около 100 зародышей от самопроизвольных и более 50 от индуцированных абортов (К. Н. Гринберг, А. М. Кулиев, Т. Г. Селезнева, Н. С. Стонова).

При индуцированных абортах мы не обнаружили хромосомных аномалий в тканях зародышей, а при самопроизвольных — они выявлены примерно в 25% случаев. Это соответствует итоговым данным и других авторов: из 930 случаев спонтанных абортов, изученных к 1967 г., аномалии кариотипов обнаружены у 194 (21%) зародышей, а из 560 случаев индуцированных абортов — только у 16 (3%). Результаты отдельных авторов сильно различаются, поэтому суммарные данные имеют пока ориентировочное значение. По мере накопления фактического материала они будут уточняться. Однако и сейчас уже ясно, что хромосомные аберрации играют весьма существенную роль среди прочих причин самопроизвольного аборта у человека.

Среди спонтанно абортированных эмбрионов было обнаружено значительно бóльшее разнообразие типов хромосомных аномалий, чем у живорожденных детей. Это многообразие еще далеко не исчерпано, так как постоянно появляются сообщения о новых типах аберраций.

Трисомии к настоящему времени обнаружены для всех групп хромосом, включая группы A и B. Нам удалось наблюдать трисомии по хромосомам групп C, D и E.

Трисомия по хромосоме группы D (см. рис. 5) встретилась нам в 4 случаях спонтанного аборта (всего в мировой литературе описано 12 таких наблюдений). Во всех изученных нами случаях зародыши представляли собою мацерированных эмбрионов, резко уменьшенных в размере относительно сроков беременности. Лишняя хромосома в группе D обусловливает, как известно, синдром Патау — множественные пороки развития внутренних органов. Этот синдром встречается у новорожденных с частотой 1 : 14 000. Сопоставление частоты встречаемости трисомии-D среди новорожденных и при спонтанных абортах позволяет рассчитать, что из 30—36 зигот с такой аномалией хромосомного набора в зрелый плод, доживающий до рождения, развивается только одна; остальные гибнут внутриутробно.

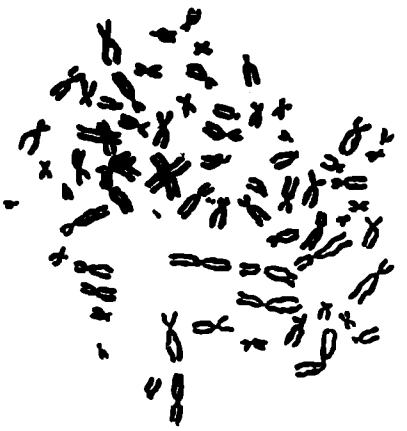
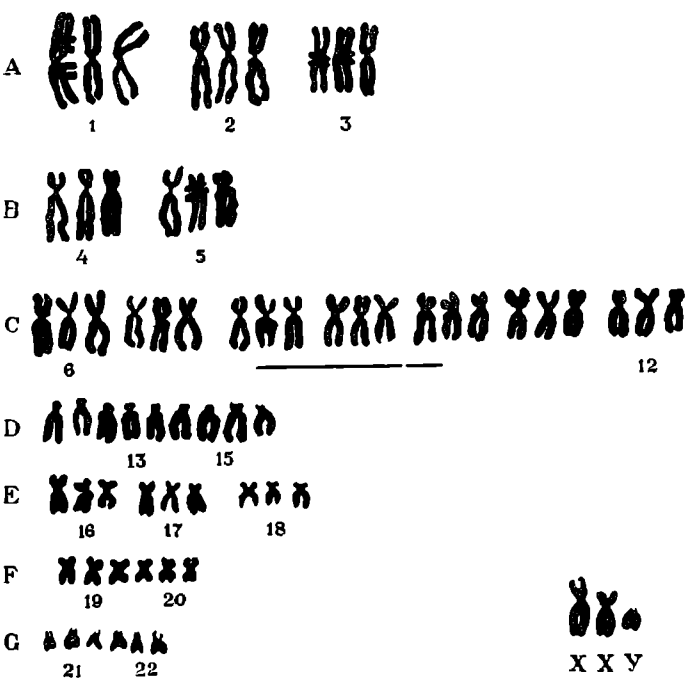


Рис. 7. Метафазная пластинка и кариотип спонтанно абортированного эмбриона. Триплоидия (69, XXY). Наблюдение автора



В 2 случаях мы обнаружили трисомию по хромосоме группы Е (по 16-й паре; рис. 6). В обоих случаях были абортированы целые неповрежденные зародышевые оболочки, заполненные околоплодной жидкостью: сам эмбрион либо очень рано погиб и полностью рассосался, либо вовсе не сформировался. Такой зародыш получил название «пустого неповрежденного зародышевого мешка». Трисомия по 16-й хромосоме почти никогда не встречается после рождения. По-видимому, она несовместима не только с доживанием до рождения, но даже с самыми ранними стадиями развития эмбриона. В 3 случаях имела место триплоидия (рис. 7). (По сводным данным, эта аномалия встретилась в 30 из 930 случаев спонтанных абортов.)

При триплоидии внешний вид зародышей весьма разнообразен: это и пустые неповрежденные зародышевые мешки, и уменьшенные в размерах мацерированные эмбрионы, и даже эмбрионы нормального вида. Более поздний срок прерывания беременности и разнообразный внешний вид абортированных эмбрионов в случаях полной триплоидии показывают, что при этой аномалии кариотипа генное равновесие нарушается меньше, чем при трисомии, по крайней мере по крупной аутосоме.

Мы наблюдали один случай тетраплоидии — учетверенного хромосомного набора (рис. 8). Как и в 9 аналогичных наблюдениях других авторов, абортирован был пустой неповрежденный зародышевый мешок. Полная тетраплоидия, по-видимому, несовместима даже с начальным эмбриогенезом.

До сих пор перечислялись аномалии кариотипов с избыточным количеством хромосом (лишняя хромосома или кратное увеличение гаплоидных наборов). Но, как уже указывалось, одновременно с трисомной возникает и моносомная гамета (с нехваткой одной хромосомы). Нехватка хромосомы, даже малой, отражается на развитии зародыша еще более губительно, чем наличие лишней хромосомы. Единственный тип моносомии, совместимый с жизнью,— это моносомия-Х, или синдром Шерешевского — Тернера (резкое нарушение полового развития, скелетные аномалии, пороки внутренних органов, не всегда одинаково выраженные). Среди новорожденных детей этот синдром встречается с частотой 1 : 4000 — 1 : 5000. При спонтанных абортах моносомия-Х в тканях зародыша (кариотип 45, X0) встречается почти в 4% случаев

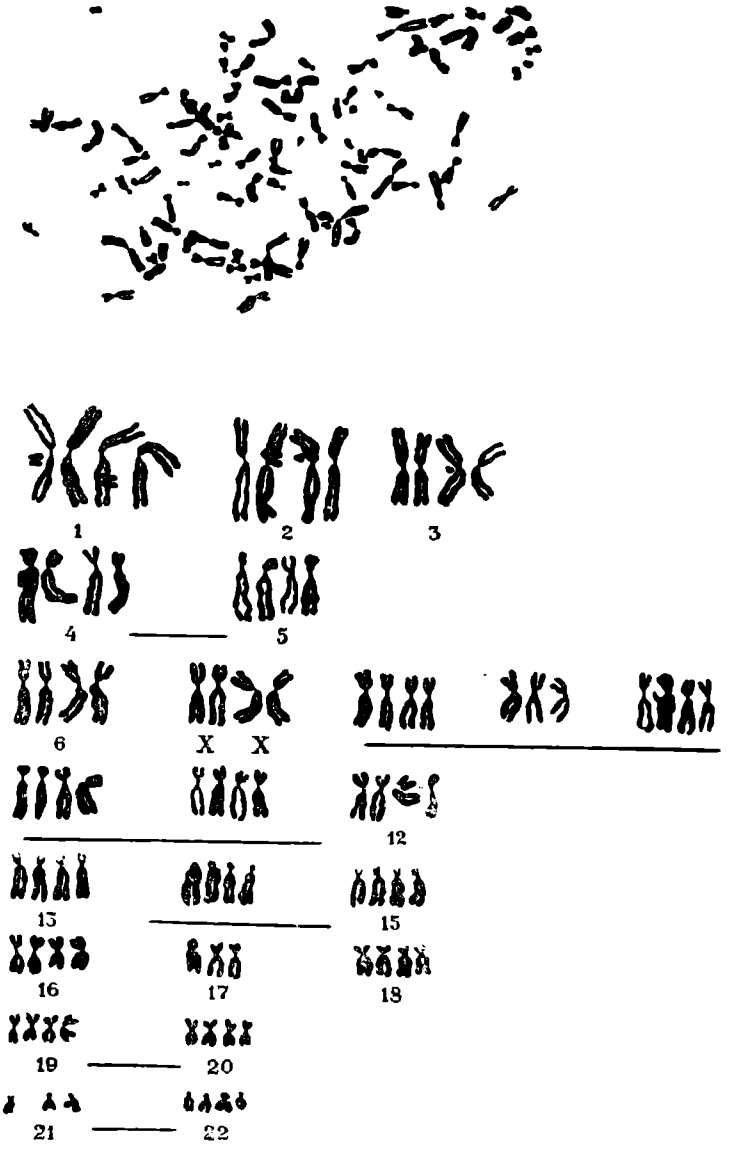


Рис. 8. Метафазная пластинка и кариотип спонтанно аборгированного эмбриона. Тетраплоидия (половые хромосомы XXXX). Наблюдение автора

Таблица

Частота синдрома Дауна среди новорожденных, в зависимости от возраста матери к моменту родов

Возраст матерей (в годах)	Частота болезни Дауна среди новорожденных (Англия, 1954 г., по данным Пенроза)
15—19	3:10000
20—24	4:10000
25—29	4:10000
30—34	11:10000
35—39	33:10000
40—44	124:10000
45 и более	312:10000

Рис. 9. Внешний вид спонтанно абортированных эмбрионов с кариотипом 45, X0

(рис. 9). Эта аномалия хромосомного набора обнаруживается при спонтанных абортах чаще всех остальных. Если принять, что спонтанные аборты составляют 15% от всех зачатий, можно ориентировочно подсчитать, что из 30 зигот с кариотипом 45, X0 разовьется и даст жизнеспособный плод только одна. Что же касается моносомий по аутосомам, то их сначала не находили не только у живорожденных, но и у спонтанно абортированных эмбрионов. Однако по мере накопления материала стали попадаться и эти аномалии, но лишь при абортах, наступающих на самых ранних сроках беременности (4—8 недель). Описаны кариотипы с моносомией по хромосомам групп A, B и C.

Как и почему возникают хромосомные аномалии?

Причины возникновения хромосомных аномалий в гаметах у человека пока еще изучены недостаточно. Достоверно установлено лишь то, что их частота заметно возрастает с возрастом матери. Так, дети с синдромом Дауна рождаются у женщин 45 и более лет примерно в 100 раз чаще, чем у женщин, родивших в 20-летнем возрасте (см. таблицу).

Средний возраст женщин, родивших детей с другими хромосомными заболеваниями (трисомия по 13—15, 17—18 и 21 хромосомам) или имевших спонтанный аборт с хромосомной аномалией плода, составляет в среднем 31—33 года, в то время как средний возраст женщин, родивших здоровых детей или имевших спонтанный аборт с нормальным кариотипом плода, составляет 25—27 лет.

Выяснено, что в повышении частоты рождения детей с синдромом Дауна имеет значение поздний возраст именно матери, а не отца. Это можно объяснить различиями в процессах образования и созревания половых клеток в мужском и женском организме. Сперматогенез у мужчины происходит в течение всего детородного периода жизни, поэтому половые клетки мужчины постоянно обновляются, и условий для накопления мутаций в этих клетках не возникает. В женском организме к моменту наступления половой зрелости все овоциты уже сформированы и новых не образуется. Идет лишь процесс созревания предсуществующих половых клеток. Длительное пребывание овоцита в стадии покоя в «ожидании созревания» создает условия для накопления мутаций.

Влияют ли эпидемические факторы на частоту возникновения хромосомных мутаций в гаметах у человека?

А. Столлер и Р. Коллман в ряде работ, публикуемых с 1961 г., сообщают, что они обнаружили в некоторых районах Австралии четкую связь между вспышками инфекционной желтухи и повышением, примерно через 9 месяцев после эпидемии, частоты рождения детей с синдромом Дауна. Напрашивается вывод, что инфекционная желтуха способствует возникновению данной хромосомной аномалии в зародышевых клетках человека. Этот вывод, однако, пока не подтвердился другими исследованиями.

Недостаточно изучено еще и влияние на частоту появления хромосомных аберраций в гаметах у человека различных химических и физических факторов. Так, например, у японских женщин, переживших атомную бомбардировку, частота рождения детей с синдромом Дауна не выше, чем у жительниц других стран, хотя повышение частоты хромосомных повреждений в крови у облученных животных и в облученных культурах клеток — факт установленный.

Необходимость самого тщательного изучения этого вопроса как путем клинических наблюдений за пострадавшими от радиации, так и в экспериментах (на животных, с культурами тканей человека) очевидна.

Можно ли предупредить хромосомные болезни?

Если у женщины родился ребенок с хромосомной болезнью или был спонтанный аборт, вызванный хромосомной аномалией плода, то прежде всего надо выяснить, какова вероятность повторения такого рода осложнений при последующих беременностях. Не очень точный ответ можно получить на основании расчета так называемого эмпирического риска. На материале многих тысяч семей, в которых родился ребенок с болезнью Дауна, подсчитано, что средняя вероятность появления данной патологии у следующего ребенка близка к 2—3%. Однако в некоторых семьях риск может оказаться гораздо более высоким. Для того чтобы в этом разобраться, необходимо прежде всего учесть, что, кроме числовых аберраций хромосом, существуют и и структурные.

Частный пример структурной хромосомной аномалии — так называемая транслокация — перенос крупного участка одной какой-нибудь хромосомы (или всей этой хромосомы) на другую. Такая перестройка не всегда сопровождается потерей значительной части хромосомного материала. Поэтому из зиготы с транслокацией может развиться внешне нормальный плод и родиться внешне здоровый ребенок. «Сбалансированная» транслокация может не проявиться никакими нарушениями развития и остаться незамеченной до тех пор, пока ее носитель не достигнет детородного возраста. Лишь тогда структурная аберрация может напомнить о себе — выявиться у детей.

Две сращенные хромосомы у носителя транслокации ведут себя в мейозе как одна. При этом в одну половую клетку попадают обе сращенные хромосомы, а в другой окажется на одну хромосому меньше, чем в случае нормального кариотипа и нормально протекающего мейоза. После оплодотворения из первой клетки возникнет зигота с 47 хромосомами (трисомия по транслоцированной хромосоме), а из второй — зигота с 45 хромосомами (моносомия по транслоцированной хромосоме). В первом случае родится уродливый ребенок, например, ребенок с синдромом Дауна, а во втором — плод погибнет внутриутробно и произойдет самопроизвольный выкидыш. Правда, может случиться и так, что две транслоцированные хромосомы отойдут в одну половую клетку, а две свободные хромосомы соответствующих пар попадут в другие. Если такие клетки будут оплодотворены нормальными гаметами, то в первом случае родится такой же носитель сбалансированной транслокации, как один из его родителей, а во втором — совершенно нормальный ребенок.

Для перечисленных четырех возможностей существует равная вероятность: в 25% случаев носитель сбалансированной транслокации может иметь совершенно здорового ребенка, в 25% случаев ребенок будет носителем сбалансированной транслокации (т. е. сам рискует иметь аномальное потомство) и в 50% случаев вероятно рождение уродливого ребенка или внутриутробная гибель плода. Для носителя транслокации единственный способ профилактики спонтанного аборта или рождения уродливого ребенка — воздержание от деторождения. Это врач обязан четко разъяснить пациенту. Этим, однако, роль врача должна и ограничиться. Окончательное решение вопроса о целесообразности столь огромного риска — дело пациента.

О возможности транслокации всегда следует помнить при рождении ребенка с синдромом Дауна у молодых родителей: в этих случаях необходимо изучить хромосомные наборы в клетках крови ребенка, а возможно и у родителей — для подтверждения или исключения предположения о хромосомной транслокации.

Сбалансированная хромосомная транслокация встречается довольно редко. Так, среди сравнительно большого числа детей с болезнью Дауна (средняя частота 1 : 500 — 1 : 700 новорожденных) хромосомная транслокация у родителей имеет место менее чем в 3% случаев. У 97% родителей хромосомные наборы оказываются нормальными. Рождение ребенка с болезнью Дауна — обычно результат случайной мутации в единичной гамете. Причины таких мутаций пока не изучены. Но известен такой, например, факт: частота рождения детей с синдромом Дауна была резко повышена среди женщин, прошедших фашистские лагеря смерти. У многих из этих женщин, в связи с психической травмой и голодом, в период заключения нарушался менструальный цикл. Через несколько лет у некоторых из них менструальный цикл восстановился, но перенесенные страдания роковым образом отразились на потомстве.

◆

Регистрация хромосомных мутаций у человека стала возможной только в последнее десятилетие, поэтому на основании фактического материала нельзя еще с уверенностью судить о том, как изменяется интенсивность мутационного процесса во времени и в связи с изменением условий внешней среды (в частности, под влиянием технического прогресса). Исчерпывающе ответить на этот вопрос можно будет лишь после массовых сравнительных исследований хромосомных наборов у лиц, специально отобранных, например, по профессиональному признаку, по характеру перенесенных заболеваний, по возрасту в момент зачатия и т. д., и в общей — неотобранной популяции людей. Такие исследования помогут выявить факторы среды, в первую очередь ответственные за хромосомные мутации у человека, и наметить реальные пути их профилактики.

Другая задача огромной научной важности — выяснение генетической роли отдельных хромосом и их участков в развитии организма и регулировании его функций. Задача сводится к установлению места расположения отдельных генов в хромосомах человека, или, как говорят генетики, к картированию человеческих хромосом. Для решения этой задачи также потребуются массовые цитогенетические исследования (больных, спонтанно абортированных эмбрионов), а затем сопоставление обнаруженных хромосомных аномалий с сопутствующими нарушениями развития. Учитывая, что у человека число генов достигает порядка 6—8 млн,— это задача на многие годы.

УДК 575.191

Демонстративное поведение животных

Е. Н. Панов
Кандидат биологических наук
Фото автора

Евгений Николаевич Панов после окончания Московского университета несколько лет работал в заповеднике Кедровая Падь Дальневосточного филиала АН СССР, где зачимался изучением фаунистики и поведения птиц. В настоящее время — научный сотрудник лаборатории генетики популяций, эволюции и кариосистематики Института цитологии и генетики СО АН СССР (Новосибирск)

Наблюдая за животными, мы часто удивляемся, как «разумно» они поступают в том или ином случае, находя нужный выход из внезапно создавшейся ситуации. Было бы совершенно неверно объяснять поведение животных при всех обстоятельствах только их «инстинктами». Так, у высших животных большое значение в формировании их поведения имеет «личный опыт», приобретаемый особью в течение жизни. У птиц и млекопитающих обнаружены даже зачатки предвидения изменений во внешней ситуации (избегание возможной опасности, ожидание возможного появления пищи и т. д.), так называемая «экстраполяция» [1]. Это уже подобие «разумного» поведения. Однако у тех же животных некоторые формы поведения оказываются чисто автоматическими, не изменяющимися под влиянием «личного опыта». Именно подобный характер носит так называемое «демонстративное» поведение, которого мы коснемся в этой статье.

Среда, в которой обитает живой организм, постоянно изменяется. При неожиданных изменениях внешних условий животное часто оказывается в совершенно непривычных ситуациях. Как оно ведет себя при этом? Вот один пример. Вслед за неурожайной осенью в южном Приморье наступила необычно суровая зима. Оседлые птицы остались без привычных кормов. Казалось бы, зимующих птиц ожидает верная гибель. Но этого не случилось. Синицы и поползни быстро обнаружили обильную пищу на незамерзающих участках горной реки. Они собирались в этих местах стаями, залезали в пустоты подо льдом и вытаскивали из воды крупных личинок ручейников. Птицы раздалбливали клювами домики личинок и поедали насекомых.

Вспомним наблюдения бессмертного Ж. Фабра за тем, как оса-церцерис охотится на долгоносиков-клеонов. Оса ловит долгоносиков и, парализовав их, складывает в свою норку. Парализованные долгоносики позже служат пищей для растущих личинок осы. Фабру хотелось увидеть, каким же образом осы парализуют свою добычу. Когда оса только что вернулась с охоты и исчезла в глубине норки вместе со своей добычей, Фабр положил живого долгоносика возле самого входа. Долгоносик ползал взад и вперед. Но вот в отверстии показалась широкая голова осы. Она увидела долгоносика, наткнулась на него, несколько раз даже прошлась по его спине и вдруг улетела, не притронувшись челюстями к предложенной добыче... Улетела за другим долгоносиком, точно таким же, какого ей предлагал наблюдатель.

Проанализируем эти два примера. И в том и в другом случае животные попали в непривычную ситуацию. Однако поведение птиц при этом было вполне целесообразным, согласованным с внешними условиями, тогда как поведение осы — иррациональным, автоматическим. Поведение птиц оказалось пластичным, способным быстро изменяться в соответствии с новыми условиями среды, поведение осы — стойким, неспособным к изме-

[1] Подробнее об экстраполяции см. статью Л. В. Крушинского «Есть ли разум у животных», «Природа», 1968, № 8.

нению. Чем же объяснить эти различия?

Поведение организма строится на основе наследственной информации, полученной им от родителей. Совершенно очевидно, что эта информация не в состоянии предусмотреть всего разнообразия ситуаций, с которыми столкнется животное в течение своей жизни. Предусмотрены лишь обычные ситуации, характерные для тех взаимоотношений вида со средой, которые складывались тысячелетиями эволюционного развития вида. Эта наследственная основа поведения в целом одинакова для всех особей данного вида. Однако мы постоянно наблюдаем, что у высших животных поведение изменчиво, различно у разных особей в сходных ситуациях. Дело в том, что на протяжении жизни животного наследственная основа его поведения пополняется «надстройкой» из навыков, приобретенных в результате «личного опыта». Поскольку у каждой особи формируется своя надстройка, то и поведение их различно, несмотря на то, что основа одна и та же.

В отличие от высших позвоночных, поведение насекомых весьма стабильно. Оно идентично у разных особей вида, относящихся к одной половой или возрастной группе. Очевидно, это связано с тем, что наследственная основа поведения (инстинкт) не дополняется в жизни особи индивидуально приобретенной надстройкой (а если и дополняется, то в очень малой степени). В результате, насекомое, оказавшееся в новых, непривычных, не характерных для жизни вида условиях, не может перестроить свое поведение. Насекомое, как автомат, действует по заранее заданной программе, заложенной в его организме от рождения. Его действия целесообразны только в узком диапазоне условий, предусмотренных этой программой.

Итак, для врожденных форм поведения характерны детерминированность (предопределенность), автоматизм и малая изменяемость.

Оказывается, подобное поведение мы встречаем не только у насекомых. Целая категория поведения высших позвоночных животных характеризуется теми же самыми чертами. Речь идет о так называемом демонстративном поведении. Сюда относятся различные формы брачного и угрожающего поведения, а также отвлекающие демонстрации, или реакции на хищника. В этих цепях поведения, очевидно, полностью отсутствуют индивидуально приобретенные элементы. По своему внешнему выражению демонстративные реакции чрезвычайно постоянны у всех особей данного вида.

Таким образом, у высших позвоночных приходится наблюдать любопытную вещь. В некоторые моменты жизни, например, при поисках корма или постройке гнезда, животное тонко реагирует на многочисленные и разнообразные внешние стимулы, целесообразно согласуя с ними свое поведение. В другие моменты то же самое животное ведет себя как автомат, следующий заранее заданной программе и неспособный отойти от нее. Те же самые синицы, которые быстро научились находить и расклевывать каменные домики личинок ручейников, пытаются весной спариваться с грубо сделанным чучелом птицы своего вида.

Причины этого очевидны. При разыскивании корма и выборе места и материала для постройки гнезда животное сталкивается с огромным разнообразием внешних стимулов, которые меняются от года к году, от сезона к сезону, а порой внезапно, на протяжении нескольких часов. Разнообразие стимулов требует от животного разнообразия и гибкости ответного поведения. Напротив, биологическая ценность демонстративного поведения — именно в его малой изменяемости, и вот почему. Комплекс демонстративного поведения — это система сигналов для обмена информацией между отдельными особями вида. Это своего рода «видовой язык», при помощи которого достигается согласованность действий разных особей, которые в результате оказываются объединенными в единую структурную группу, в популяцию. Всякий обмен информацией осуществляется при помощи символов. Символ должен быть постоянным, иначе он потеряет свой смысл. Демонстративные позы как раз и играют роль символов. Если бы демонстративное поведение изменялось в таких широких пределах, как кормовое поведение, если бы характер демонстративных поз не был строго наследственно фиксирован, то демонстрации утратили бы свою роль «видового языка». Это неминуемо привело бы к нарушению четких механизмов, регулирующих существование всей популяции.

Разнообразие стимулов требует гибкости ответного поведения, а немногочисленность стимулов ведет к постоянству ответных реакций. Внешние стимулы, вызывающие у особи демонстративное поведение, немногочисленны и постоянны. Каждый такой стимул — этой внешний вид, «образ» другой особи своего вида. В зависимости от того, является ли эта другая особь самцом-соперником или самкой, у первой особи автоматически включается та или иная цепь актов демонстративного поведения. Наконец, постоянство брачных демонстраций каждого вида играет колоссальную роль и в межвидовых отношениях. Несколько забегая вперед, укажем, что за счет этого в значительной степени решается важнейшая эволюционная проблема — устранение гибридизации между близкими видами животных. Итак, приходится признать, казалось бы, парадоксальный вывод, что приспособительное значение демонстративного поведения — именно в его малой изменяемости.

Детерминированность, автоматизм и постоянство демонстраций делают их удобным объектом для изучения тех процессов в центральной нервной системе, которые лежат в основе этих форм поведения. Установление закономерностей демонстративного поведения в дальнейшем поможет выяснить физиологические основы поведения вообще. Именно поэтому этология — бурно развивающаяся в последние десятилетия наука о поведении животных, концентрирует свое внимание на изучении демонстраций. Колоссальный фактический материал,

собранный этологами, позволил им прийти к разработанной теории инстинктивного поведения. При этом этология пошла по пути создания моделей, построенных на аналогиях.

Известный английский этолог Р. Хайнд писал в 1960 году: «Почему с течением времени меняется реакция животного на одни и те же стимулы, даже в том случае, когда не происходит обучения и не наблюдается признаков утомления? Чем объясняется спонтанный, самопроизвольный характер поведения животных? С целью облегчить поиски ответов на эти вопросы разработано несколько моделей, связывающих изменение активности организма с количеством или распределением некоего фактора, сравнимого по своим свойствам с физической, химической или электрической энергией. Эти воззрения оказали значительное влияние на психологическую мысль, и хотя они, скорее всего, будут в дальнейшем отброшены, было бы поучительно рассмотреть их характер и проанализировать недостатки и достоинства».

Этология возникла на рубеже 20-х и 30-х годов нашего века как описательная наука, каталогизирующая феномены естественного поведения животных, систематизирующая их и устанавливающая связи между ними. В этот период модели Крэга, Мак-Дуголла, Лоренца и Тинбергена легли в основу стройной логической системы понятий, позволивших объединить усилия многих исследователей в описании и изучении поведения на одной общей основе. Быстрое накопление фактического материала позволило этологии очень быстро превратиться в науку сравнительную, трактующую вопросы эволюции поведения. Это одно из ее важнейших сегодняшних направлений.

Другое направление интенсивно развивается в последние годы. Оно обязано все большему сближению этологии с нейрофизиологией и основано на попытках объединить на единой основе усилия двух наук, изучающих поведение на различных уровнях. При этом выясняется, что обобщения, сделанные на поведенческом уровне, не всегда можно согласовать с данными

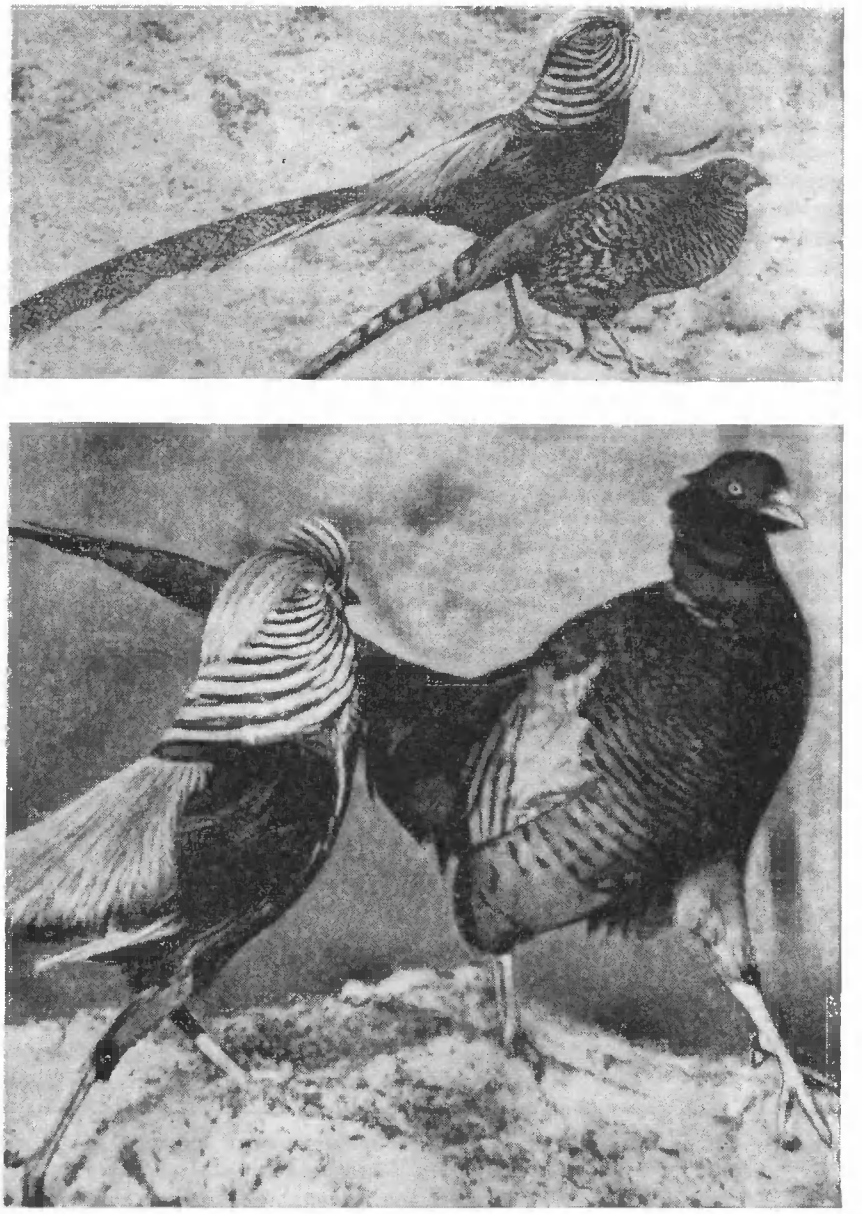


Рис. 1
Самец золотого фазана демонстрирует брачную позу перед самкой того же вида (реакция на специфический раздражитель) (в в е р х у); самец золотого фазана в условиях зоопарка демонстрирует перед самцом обыкновенного фазана (реакция на неспецифический раздражитель с элементами специфического раздражителя) (в н и з у)

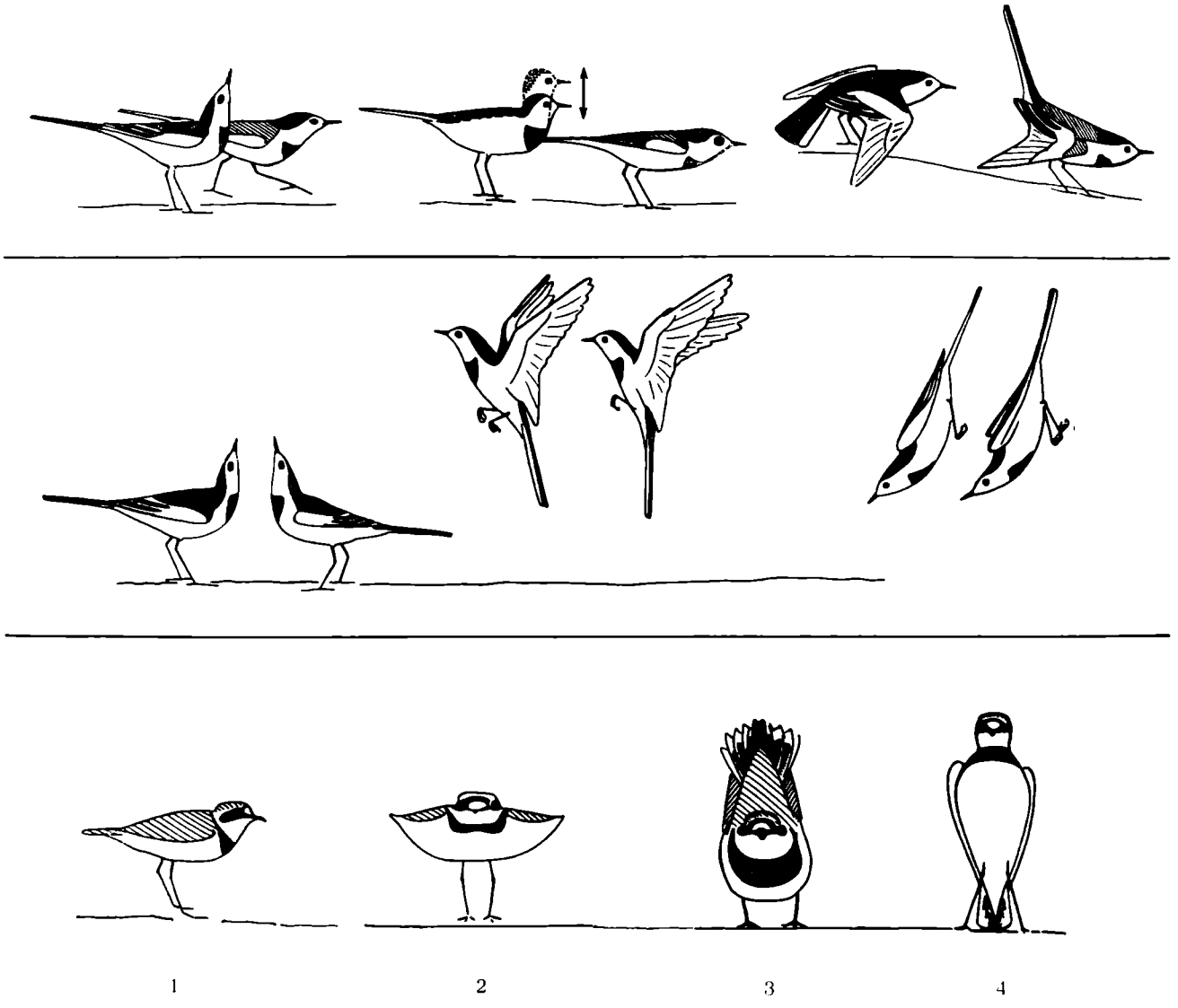


Рис. 2
В в е р х у: некоторые моменты из цепи брачного поведения китайской белой трясогузки (с л е в а — самец, с п р а в а — самка). Поза самца на рисунке слева идентична позе, используемой при угрожающих демонстрациях (средний рисунок, слева); п о с р е д и н е: некоторые моменты из цепи агрессивного поведения китайской белой трясогузки. Взаимные демонстрации двух самцов на границе их индивидуальных территорий; в н и з у: позы, принимаемые в момент образования пар самцами малого зуйка (2), галстучника (3), уссурийского зуйка (4) и зуек в обычной позе (1)

нейрофизиологии. Такого рода кризис вообще характерен для всякой интенсивно развивающейся науки. Эта отрасль науки о поведении еще очень молода, и можно лишь пожелать ей дальнейших успехов. Что же касается полевой и эволюционной этологии, то здесь классические модели, постоянно совершенствующиеся по мере накопления новых фактов, до сих пор прекрасно служат своим первоначальным целям и будут служить до тех пор, пока не будет создана новая синтетическая теория поведения с использованием всех достижений кибернетики и нейрофизиологии.

Наблюдения показали, что инстинктивные действия могут осуществляться самопроизвольно. В этом случае поведенческий акт не является непосредственным ответом на какой-то внешний фактор, поэтому с точки зрения наблюдателя поведение животного часто выглядит бесцельным. Это привело этологов к гипотезе, что появлению внешнего раздражителя всегда предшествует накопление в нервных центрах каких-то импульсов («мотивационные импульсы», по Н. Тинбергену). По мере накопления в том или ином центре этих импульсов у животного растет потребность к совершению тех инстинктивных действий, которыми ведает данный центр. Однако эти действия обычно не совершаются до тех пор, пока «мотивированное» животное не столкнется с внешним стимулом, соответствующим возникшему «побуждению». Чем больший запас импульсов накопился в нервном центре, тем более слабый раздражитель может вызвать поведенческую реакцию. В самом крайнем случае, если запас импульсов чрезвычайно велик, поведенческий акт может совершаться «вхолостую», при отсутствии внешнего стимула. После того как центр «разрядился» за счет совершения соответствующего акта, начинается новый цикл накопления мотивационных импульсов. Следовательно, инстинктивное действие совершается тем легче, чем больше времени прошло после предыдущего такого же действия.

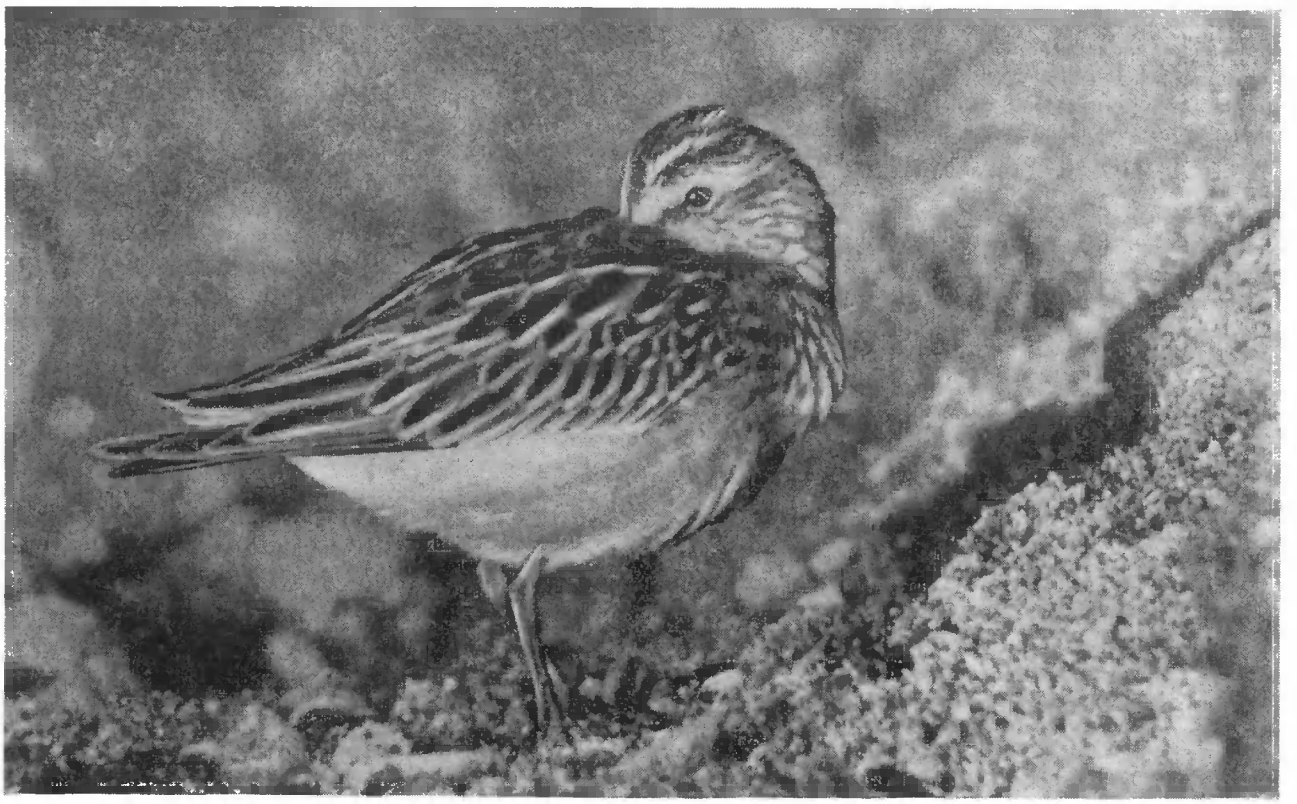
Поясним это на примере. У птиц поведение холостого самца весной направлено на поиски самки. Однако демонстративное поведение, направленное на образование пары, в этот период можно наблюдать не всегда. Когда накопление импульсов в соответствующем центре только начинается после предыдущей его разрядки, самец либо вообще не будет реагировать на появление самки, либо будет реагировать только на особь, которая сама демонстрирует брачные позы (рис. 1, вверху). Такую демонстрирующую особь можно назвать специфическим стимулом высокой интенсивности. В следующей фазе самец демонстрирует брачные позы при встрече с любой другой особью своего вида. По мере накопления импульсов демонстративное поведение самца может быть вызвано грубой имитацией — неподвижным чучелом. Чучело в данном случае служит специфическим стимулом низкой интенсивности. В эти моменты стремление самца к совершению брачных церемоний очень велико, он сам разыскивает «специфический стимул», издалека прилетает на голос любой птицы своего вида, будь то самец или самка, и демонстрирует перед ними брачные позы. Когда самец проделывает это перед другими самцами, его поведение выглядит иррациональным. Однако в целом оно оказывается биологически полезным, так как после целого ряда «ошибок» самец все-таки встретится с холостой самкой и пара образуется.

Если самец, несмотря на активные поиски, не встречает особей своего вида, он может начать демонстрировать брачные позы перед птицами других видов, имеющих сходную окраску, пропорции, манеру поведения. Это реакция на неспецифический раздражитель, несущий отдельные специфические элементы. Такие случаи очень часто наблюдаются в зоопарках, где животное может оказаться лишенным общества особей своего вида (рис. 1, внизу).

К. Лоренц, подчеркивающий совершенно условный характер своей модели, представляет ее себе следующим образом: имеется некий резервуар, в который постоянно накачивается жидкость. На дне пружинный кран. Он открывается отчасти под действием гидростатического давления, отчасти — под действием внешнего управления. По мере вытекания жидкости гидростатическое давление падает и для повторного открывания крана нужен более сильный внешний фактор. Аналогия с описанным поведением самца очевидна.

Рисунок 2 знакомит нас с демонстративными позами некоторых видов птиц. Эти демонстрации совершенно явно носят характер «обряда» или «ритуала». Как возникли в эволюции эти странные позы и телодвижения, почему они смогли закрепиться? Как пытаются этологи объяснить эволюционное происхождение демонстративного поведения?

Согласно этологическим представлениям, инстинктивное поведение животного в каждый данный момент есть как бы равнодействующая тех состояний, в которых в это время находятся нервные центры (в значительной степени гипотетические), в основном пищевой и половой, центры агрессивности и пассивно-оборонительный. Если в одном из них накопление импульсов достигло максимума, то животное в этот момент способно совершать только те действия, которыми ведает этот центр. Если при встрече с другой особью вида у животного оказался сильно «активирован» центр агрессивности, последует нападение. Оно приведет к драке, если вторая особь находится в таком же состоянии. Если центр агрессивности активирован не столь сильно, то на поведении скажется влияние других центров, например, центра пассивно-оборонительных реакций. Возникает конфликтная ситуация. С одной стороны, действует «стремление» напасть на соперника, с другой «стремление» к бегству. Именно в таких конфликтных ситуациях и наблюдаются те своеобразные движения, которые мы называем демонстрациями. В зависимости от относительной силы конфликтующих побуждений меняется характер демонстративных поз. Например, когда птица «отводит» от гнезда, в конфликт вступают те же два побужде-



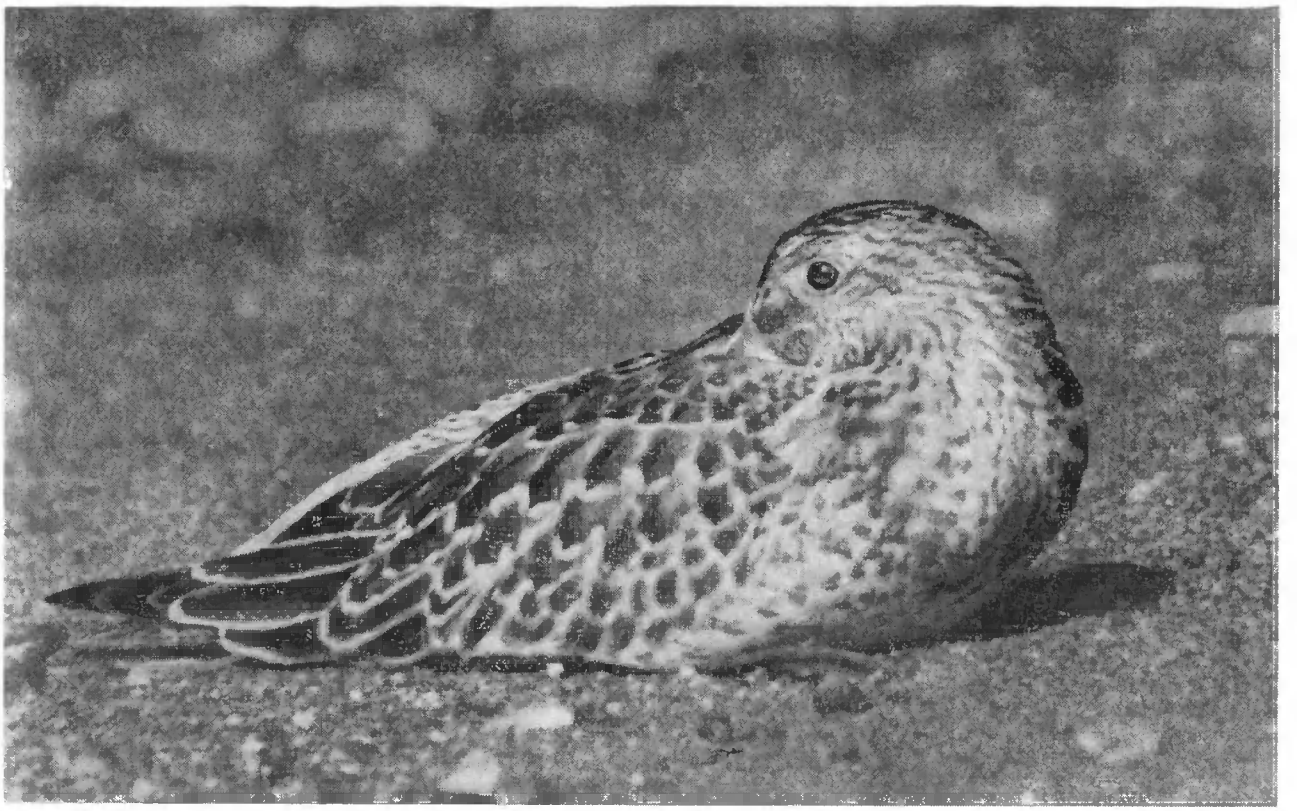


Рис. 3
«Ложный сон» у грязовика — реакция на наблюдателя, подошедшего слишком близко. Глаз открыт, левая нога все время судорожно поднимается и снова опускается (вверху). «Ложный сон» у большого песочника (внизу)

ния — к нападению на хищника и к бегству от него. Однако агрессивные демонстрации отличаются от отвлекающих тем, что в первом случае значительно преобладает стремление к нападению, во втором — к бегству.

Этологи считают, что стремление к нападению на особь своего вида и к бегству от нее почти всегда «на готове». За счет этого в группе животных обычно соблюдаются определенные дистанции между отдельными особями. Слишком тесное сближение влечет за собой антагонистические действия, и дистанции быстро восстанавливаются. При образовании брачных пар взаимный антагонизм между самцом и самкой устраняется не сразу и с трудом. Так называемые гамосематические демонстрации, способствующие первоначальному образованию пары, несут в себе много элементов взаимной агрессивности и взаимной боязни. Эти демонстрации, по мнению этологов, являются равнодействующей трех конфликтующих побуждений — к сближению (полового), к нападению (агрессивного) и к бегству. В дальнейшем взаимные демонстрации между супругами изменяются по форме за счет уменьшения агрессивности, но страх еще долго проявляется при слишком тесном сближении партнеров. Поэтому демонстрации, ведущие к совокуплению, суть равнодействующая стремления к сближению и к бегству друг от друга.

Итак, демонстративное поведение является следствием конфликтных ситуаций, причем таких, с которыми каждая особь постоянно сталкивается на протяжении жизни — встречи с соперником, с брачным партнером. Вместе с тем особь часто оказывается и в неожиданных ситуациях, которые также можно рассматривать как конфликтные. В этих случаях постоянно приходится наблюдать чрезвычайно странные действия, которые выглядят совершенно бесцельными. Если в разгар ухаживания самца за самкой в поле зрения птиц попадает какой-либо отвлекающий объект или раздается громкий звук, цепь инстинктивных действий животного прерывается и оно начинает вести себя не так, как требует ситуация. Например, птицы в этих случаях начинают перебирать клювом перья, словно чистятся, или производят движения, напоминающие собирание корма. В действительности же птица не кормится, и приведение в порядок оперения также носит чисто ритуальный характер. Эти движения отличаются от истинной чистки перьев и истинного кормления своей нервозностью и бесцельностью. Так же ведут себя птицы, потревоженные около гнезда, — чибис, например, проделывает движения клевания, овсянки перебирают клювом плечевое оперение. Эти движения получили в этологии название «переставленных» или «смещенных» действий (displacement activity). Они как бы заимствованы из других цепей поведения, в которые они органически вплетены.

Интересным примером смещенных действий служит описанное Е. Армстронгом явление «ложного сна» у шилоклювки. Этот кулик иногда при внезапном появлении хищника, вместо того, чтобы спасаться бегством, поворачивает голову назад и прячет клюв в оперение спины. Имитируется поза, в которой птица спит. Нам удалось зафиксировать на пленку подобное же поведение и у других видов куликов — грязовика, большого песочника и малого веретенника (рис. 3). Можно полагать, что эти формы поведения представляют собой как бы слабые шоковые реакции. Кстати сказать, некоторые авторы, искусственно вызывавшие шок у белых крыс в лаборатории, считают, что он всегда возникает в конфликтной ситуации (Н. Майер, М. Биттерман).

Если внимательно анализировать цепи демонстративного поведения, в них можно обнаружить целый ряд «смещенных действий». В агрессивные и брачные демонстрации у самых различных видов птиц включено и «ложное кормление», и «ложная чистка перьев». Некоторые действия перенесены из цепей поведения, связанных с постройкой гнезда, насиживанием или выкармливанием птенцов и т. д. Многие смещенные действия можно узнать сразу, поскольку они незначительно, лишь за счет особой

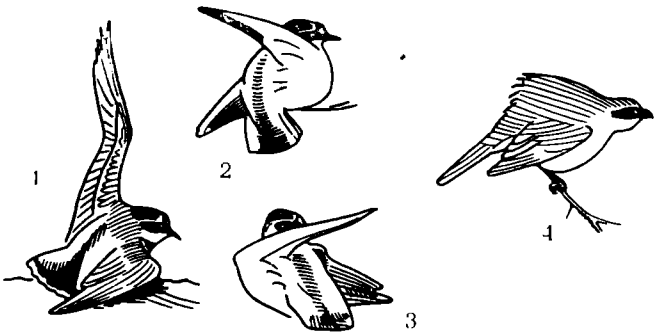


Рис. 4.
В в е р х у: поведение малого зуйка (1—3) и бурого сорокопута (4) в момент появления опасности у гнезда. Малый зуек гнездится на земле, бурый сорокопут — в густых кустарниках (1—3 — рис. Р. Джилмора, 4 — рис. автора); в н и з у: различия в окраске между видами, скрещивающимися в естественных условиях: 1— американские хохлатые синицы, 2— бурый и тигровый сорокопуты

нервозности, отличаются от своего «образца». Другие узнаются лишь при более внимательном рассмотрении. Например, самец утки-мандаринки в момент ухаживания за самкой все время поворачивает назад голову и дотрагивается клювом до кончиков ярко-оранжевых маховых перьев крыла, которые в это время подняты вертикально вверх. К. Лоренц пришел к выводу, что это ритуальное движение брачного танца возникло из «смещенной чистки пера». Однако в процессе эволюции это движение уже претерпело сильные изменения.

По мнению этологов, смещенные действия и являются основным «материалом», из которого в ходе эволюции формируются демонстративные позы. Те из смещенных действий, которые в силу структурных особенностей нервной системы данного вида повторяются в определенных ситуациях, приобретают значение «сигналов». В ходе эволюции происходит их ритуализация за счет выпадения одних элементов движения и преувеличения других. Параллельно изменяются те черты в строении тела, которые связаны с данной демонстрацией. У селезня мандаринки вместе с видоизменением движения «смещенной чистки пера» претерпевали изменения и сами перья, до которых птица дотрагивается клювом. Они постепенно, за счет естественного отбора, приобрели своеобразную форму и интенсивную, бросающуюся в глаза окраску. Другой группой элементов, принимающих участие в эволюционном формировании демонстративных поз, являются «движения намерения» (intention movements). Многие демонстративные позы самых различных птиц несомненно произошли из движения, предшествующего взлету. Птица, намеревающаяся взлететь, слегка сгибает ноги, вытягивает вперед шею и слегка приподнимает крылья и хвост. В ходе эволюции эти различные элементы движения изменяются неравномерно — одни выпадают, другие преувеличиваются, теряется координация между отдельными элементами. Движе-

ние отходит от первоначального «образца», происходит его ритуализация, оно становится специфическим видовым сигналом, частью «видового языка».

Иррациональность смещенных действий долгое время вводила исследователей в заблуждение. Если наблюдатель видел, что два враждебно настроенных самца в промежутках между драками проделывают движения клевания, перебирают клювом перья или ложатся на землю, то он объяснял это тем, что якобы птица «хочет показать сопернику, что она занята другими делами и у нее больше нет агрессивных намерений». Это истолкование представляет собой грубейший антропоморфизм, попытку объяснить действия животных, исходя из сознательного поведения человека. На самом деле совершенно очевидно, что смещенные действия животных абсолютно бессознательны, автоматичны. То же самое можно сказать и об отвлекающем поведении птиц у гнезда. Само выражение «птица отводит хищника от гнезда» как будто бы предполагает с ее стороны какие-то сознательные действия. На самом же деле они являются внешним выражением конфликтного состояния нервных центров. Действия птицы, потревоженной около гнезда, совершенно неупорядоченны и носят характер шоковой реакции. Очевидно, в процессе эволюции идет отбор таких движений, которые внешне имитируют поведение раненой птицы. Беспорядочные «нервные» движения наблюдаются у многих видов птиц, когда они потревожены возле гнезда. Однако у птиц, гнездящихся на земле, эти движения более напоминают поведение подраненной птицы, нежели у видов, гнезда которых располагаются на деревьях. Это вполне понятно. Гнезда, устроенные на земле, несравненно чаще подвергаются нападению со стороны хищных млекопитающих и человека. Поэтому у видов, гнездящихся на земле, естественный отбор сохранял в основном те движения, которые имитируют поведение подранка, ибо эти движения полезны для сохранения вида. У видов, гнездящихся на деревьях, естественный отбор, очевидно, не действовал в этом направлении (рис. 4, вверху).

Уже упоминалось, что постоянство и специфичность брачных демонстраций у каждого вида животных приводит к устранению межвидовой гибридизации в природе. В ходе эволюции выработались самые различные механизмы, препятствующие гибридизации между близкими видами животных. За счет этих природных механизмов близкие виды в период размножения оказываются разделенными теми или иными преградами, словом, изолированными. Стойкие различия в брачном поведении близких видов — это один из наиболее надежных изолирующих механизмов. Если готовый к размножению самец одного вида встречает самку близкого вида и начинает демонстрировать перед ней брачные позы, это едва ли приведет к формированию гибридной пары. «Незнакомое», непонятное поведение самца действует на самку отпугивающе, не вызывая у нее ответных брачных демонстраций. Например, самцы трех близких видов куликов — галстучника, малого и уссурийского зуйка внешне очень сходны между собой. Казалось бы, такое сходство представителей разных видов является предпосылкой к случайному образованию гибридных пар. Однако этого не происходит, так как демонстрации к образованию пары у этих видов совершенно различны. Самцы этих трех видов зуйков, в обычное время сходные между собой, в момент ухаживания за самкой полностью преображаются и становятся абсолютно непохожими (см. рис. 2, внизу). В этих позах одна и та же окраска самцов этих трех видов интерпретируется совершенно по-разному. Для самки каждого вида стимулом к сближению является совершенно определенная комбинация цветовых пятен в оперении самца. Этот «образ» записан в наследственном восприятии самки, и при появлении его автоматически включается цепь ее брачного поведения. Все иные комбинации цветовых пятен не вызовут у самки подобного ответа, а, наоборот, испугают ее.

Надо сказать, что в очень редких случаях гибридные пары все же образуются в природе. Чем это можно объяснить? Случаи межвидовой гибридизации обычно наблюдаются в тех местностях, где один из близких видов многочислен, а другой — очень редок. При этом особь редкого вида, будучи готовой к размножению, может не встретить полового партнера своего вида. В этих условиях сильно «мотивированный» самец, как уже говорилось раньше, может реагировать на неспецифический стимул, и способен начать ухаживать за самкой близкого вида. Если брачные демонстрации у этих двух видов в общем сходны и отличаются лишь в деталях, то в исключительном случае образуется гибридная пара. Интересно, что весьма заметные различия в окраске не препятствуют образованию гибридной пары, если только брачное поведение сходно (рис. 4, внизу).

Все сказанное свидетельствует о том, что постоянство, малая изменяемость и строго наследственный характер демонстративного поведения имеют глубокий биологический смысл. Без этого демонстративное поведение утратило бы свои основные функции видовой системы сигналов, регулирующих взаимоотношения особей внутри популяции, и важнейшего изолирующего механизма, препятствующего межвидовой гибридизации.

УДК 591.51

Атлантида в Эгейском море?

Е. Е. Милановский
Доктор геолого-минералогических наук

Проблема Атлантиды — загадочного материка или острова, якобы существовавшего в глубокой древности и населенного людьми высокой культуры,— привлекает умы людей на протяжении почти двух с половиной тысячелетий. Рассказ об Атлантиде, занимающий несколько страниц в двух диалогах Платона — «Тимей» и «Критий» (427—347 гг. до н. э.), породил огромную литературу, насчитывающую до 25 000 книг и статей. По вопросу о реальности Атлантиды высказываются самые различные мнения. В этой дискуссии сторонники и противники существования Атлантиды привлекают данные из самых различных наук, как общественных (история, археология, древняя филология и др.), так и естественных (тектоника, вулканология, морская геология, сейсмология, биогеография и пр.). В предлагаемой статье проблема Атлантиды рассматривается с геологических позиций.

Евгений Евгеньевич Милановский, профессор кафедры исторической и региональной геологии Геологического факультета Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова. Занимается вопросами теоретической тектоники, вулканизма и проблемами строения альпийской складчатой области. В последние годы изучает строение Восточной Африки, в частности Великие африканские разломы. Автор многих научных работ.

Напомним вкратце суть легенды об Атлантиде. Повествование о ней в диалогах Платона ведется от имени его родственника Крития-младшего. Критий рассказывает семейное предание 150-летней давности, идущее якобы от одного из предков Крития и Платона — известного афинского законодателя и поэта Солона (640—559 гг. до н. э.)

Примерно около 590 г. до н. э. Солон посетил Египет и беседовал в тогдашней его столице — городе Саисе с учеными жрецами храма богини Нейт (Афины). Жрецы поведали Солону о некоторых древнейших событиях, память о которых периодически «истреблялась сильным огнем», стиралась неоднократными наводнениями и другими катастрофами. Однако «здешний город» (т. е. Саис) существовал, как гласят священные письмена, уже 8 тысяч лет, а «ваш город» (т. е. город Солона — пра-Афины) — даже 9 тысяч лет. Уклад общественной жизни в пра-Афинах был весьма совершенным и отвечал представлениям Платона об идеальном государстве. Этому городу пришлось вступить в борьбу с великой и грозной державой царей, владевших островом Атлантида и простиравших свою власть на многие иные острова и некоторые части материков Африки (Ливию) и Европы (до Тиррении). Остров этот находился перед устьем Атлантического моря (Геркулесовыми столпами) и был больше Ливии и Азии, вместе взятых. Воинство пра-Афин, стоявших во главе эллинов, отразило нападение атлантов и одержало победу. Но впоследствии произошли страшные землетрясения и потопы, и в один злосчастный день и бедственную ночь воинская сила эллинов разом провалилась под землю, а остров Атлантида осел от землетрясения и исчез, погрузившись в море. И доселе в том месте море остается непроходимым и неисследованным; плаванию препятствует множество окаменелой грязи, которую оставил осевший остров. Так говорится в «Тимее». А в «Критии» Платон более подробно рассказывает о возникновении государства Атлантида, об обширности его территории (2×3 тыс. стадий, т. е. 370×555 км); о его природе; планировке и архитектуре

главного города, дворце, храме Посейдона и Клито-мифических основателей и покровителей Атлантиды; о гавани и системе каналов в виде трех концентрических колец, опоясывавших Акрополь; об огромном флоте (1200 кораблей) и армии атлантов (70 000 колесниц); о государственном устройстве Атлантиды и пр. При сооружении города и его укреплении использовались, помимо камня, медь, олово и какой-то медный сплав — «орихалк» (по предположению советского атлантолога Н. Ф. Жирова,— латунь); атланты знали также золото и серебро.

Несомненно, многое в Платоновом предании об Атлантиде — вымысел. Однако, возражая скептикам, атлантологи резонно указывают на пример считавшейся мифической Трои, которая в результате раскопок Г. Шлимана оказалась вполне реальным городом, пережившим длительную историю и во многом сходным с описаниями Гомера. Поэтому вполне возможно допустить, что хотя в описаниях Платона и содержатся определенные преувеличения, искажения и домыслы, но в основе своей они могут отражать реальный факт былого существования островного государства, погибшего вследствие быстрого опускания земной поверхности.

Что же именно в рассказе Платона обычно принимается за истину и что отбрасывается? Как видно из опубликованных в последние годы обстоятельных работ советского атлантолога Н. Ф. Жирова (1964) и польского атлантолога Л. Зайдлера (1966), большинство ученых относится к рассказу о праафинском государстве и его войне с атлантами с явным недоверием, ибо, допуская историческую связь между Атлантидой и хотя бы самыми ранними фазами развития древнегреческого (или эгейского) мира, мы вынуждены отвергнуть, как явно фантастические, даты гибели Атлантиды и ее положение в Атлантическом океане. Вместе с тем ортодоксальные сторонники реальности Атлантиды обычно принимают за истину: положение Атлантиды в Атлантическом океане к западу от Геркулесовых столпов, т. е. Гибралтара[1]; обширность ее площади и обилие жителей (миллионы людей); гибель Атлантиды в результате быстрого опускания суши примерно за 9 тыс. лет до Солона, т. е. около 11,5 тыс. лет назад. Некоторые современные атлантологи ссылаются при этом на какую-то геологическую катастрофу, якобы имевшую место около 10 тыс. лет назад, с которой было связано прекращение последнего материкового оледенения и быстрое послеледниковое наступание (трансгрессия) моря.

Каждое из этих положений представляется более чем сомнительным. Остановимся на некоторых, наиболее существенных возражениях. Если принять за основное зерно истины в легенде об Атлантиде быстрое, внезапное погружение острова под воды моря (а в случае допущения его геологически медленного опускания легенда утрачивает свой смысл!), то, очевидно, следует попытаться выяснить, может ли какой-либо геологический процесс (и какой именно) вызвать подобное катастрофически быстрое опускание. Нам известны несколько процессов, которые могут привести к опусканию суши относительно уровня моря. Во-первых, это медленные вертикальные тектонические движения, в том числе погружения земной коры. Они могут охватывать как небольшие участки, так и огромные площади, достигают иногда значительной амплитуды, но скорость их даже в самых подвижных областях Земли не превышает 1—2 см в год, а обычно измеряется миллиметрами или долями миллиметров; следовательно, они не могут привести к внезапному исчезновению обширного острова с расчлененным рельефом. Во-вторых, это быстрые тектонические движения, сопровождающие землетрясения. Вертикальные амплитуды внезапных опусканий, связанных с землетрясениями, никогда не превышают одного или нескольких метров, и проявляются они на весьма ограниченных площадях. Очевидно, они также не могли вызвать провал Атлантиды.

В-третьих, земная кора может подвергаться погружению под влиянием дополнительной нагрузки, например под тяжестью ледникового покрова или осадков (изостатическое опускание). В областях, подвергавшихся в четвертичное время материковому оледенению, этот процесс мог протекать относительно быстро (до нескольких см в год) и охватывать огромные пространства, но он, конечно, не может иметь отношения к гибели Атлантиды.

В-четвертых, острова и даже материки могут погружаться относительно уровня моря в результате так называемого гляциоэвстатического подъема уровня океана, связанного с поступлением в него талых ледниковых вод. Так, например, в процессе деградации последнего материкового оледенения, происходившего 7—12 тыс. лет назад, уровень океана повысился на несколько десятков, а может быть, даже на сотню метров, но этот процесс равномерно сказывался на всех побережьях, и скорость его не превышала 1—2 см в год.

Наконец, геологам известен еще один — вулкано-тектонический процесс опускания суши, т. е. процесс проседания участков земной коры в вулканических районах в ходе мощных катастрофических извержений. Опустошение неглубоко залегающей магматической камеры во время извержения больших масс вулканических продуктов (главным образом в виде пемзы, пепла, газов, паров и отчасти лавы) может привести к обрушению пород кровли и провалу ранее возникшей вулканической постройки. При этом вулкано-тектоническая депрессия, или кальдера обрушения, может иметь диаметр от нескольких до 20—30 км и достигать глубины от нескольких сотен метров до первых километров. Процесс вулкано-тектонического проседания нередко протекает катастрофически быстро, практически мгновенно, и сопровождается сильными местными землетрясениями. Хорошо известным примером может служить провал земной коры, который сопровождал

[1] Некоторые атлантологи ищут Атлантиду в иных районах — в Америке, северо-западной Африке, Испании, на различных островах Западного и Восточного Средиземноморья и пр.

грандиозное катастрофическое извержение вулкана Кракатау в Зондском архипелаге в 1883 г., приведшее к гибели нескольких десятков тысяч человек. Существенно отметить, что образование кальдер наиболее характерно для вулканизма областей с типично материковым строением земной коры.

Очевидно, гибель Атлантиды мы можем связать лишь с последним вулкано-тектоническим процессом обрушения земной коры, но в таком случае Атлантида должна была представлять собой вулканический остров сравнительно небольшого размера — не более нескольких сот квадратных километров. С таким предположением согласуется упоминание Платона о том, что в центре Атлантиды находилась небольшая гора, окруженная несколькими концентрическими валами и понижениями, заполненными водой. Это очень напоминает хорошо известную вулканологам постройку типа «Сомма-Везувий», в центре которой располагается молодой вулканический конус, а по периферии — кольцевой (или полукольцевой) вал, или сомма, представляющая остаток древнего более крупного обрушившегося вулкана и отделенная от центрального конуса ложбиной — так называемым «атрио». «Множество окаменелой грязи, которую оставил за собой осевший остров», некоторые атлантологи вполне правдоподобно отождествляют с пемзой — очень легким пористым вулканическим материалом, весьма характерным для извержений, сопровождаемых образованием кальдер. Если принимать гибель острова Атлантиды в результате быстрого опускания кальдеры, то его размеры должны быть во много раз меньше приводимых Платоном. В таком случае и население острова не могло быть особенно большим и, скорее всего, не достигало миллиона человек.

С геологической точки зрения нельзя совершенно исключить возможность существования в прошлом значительных участков суши в северной части Атлантики, в частности в районе Азорских островов (в пределах нынешнего подводного Азорского плато), где чаще всего «помещают» Атлантиду, ибо мы знаем подобный участок суши в той же тектонической зоне — остров Исландия. Исландия, как и Азорское плато, принадлежит к полосе подводного Срединно-Атлантического хребта, обладающего специфическим строением земной коры, резко отличным как от коры материкового типа, так и от обычной коры океанов. Однако глубины Атлантического океана в районе Азорского подводного плато превышают 1 км, а по большей части составляют 1,5—2 км; на остальных же относительно приподнятых участках Атлантики дно океана лежит на глубинах более 2 км. Выше этой поверхности со дна океана поднимаются лишь отдельные мелкие вулканические острова (Азорский архипелаг и др.), а также подводные вулканы.

Если следовать атлантологам, отождествляющим «утонувшую» Атлантиду с Азорским подводным плато, то амплитуда опусканий, вызвавшая ее гибель, должна была бы составить за последние 10 тыс. лет (голоцен) 1—2 км. Но такого грандиозного размаха вертикальные движения земной коры достигали лишь в самых подвижных участках земной коры, например в Кавказской области, но и то за весь четвертичный период, т. е. по крайней мере за 500 тыс. лет! Значит, средние скорости опускания в районе Азорского плато должны были быть в десятки раз больше известных нам максимальных средних скоростей погружения земной коры, что совершенно невероятно. Изучение океанических осадков при помощи грунтовых трубок показало, что дно Атлантики выстлано морскими карбонатными осадками (глубоководными илами в котловинах и обломочными карбонатными осадками на склонах подводных возвышенностей) иногда с прослойками пеплового материала; в северной части Атлантики встречается также обломочный материал, разносимый плавающими льдами. При драгировке склонов некоторых подводных возвышенностей (так называемых гайотов) были подняты обломки кораллов, которые, как известно, могут существовать лишь на небольших глубинах. Эти факты, хорошо известные во всех океанах, очевидно, указывают на местные изостатические опускания подводных вулканических гор под влиянием избыточной нагрузки, но они ничего не говорят о совсем недавних погружениях дна Атлантики. Нигде в пределах дна Атлантики не было обнаружено континентальных осадков. Если учесть большую длину грунтовых трубок (1—10 м) и незначительную скорость осадконакопления в условиях океана (не более 5—15 мм за 1000 лет), то станет ясно, что не только в течение последних 10 тыс. лет, но и на протяжении значительной части четвертичного периода зона Срединно-Атлантического хребта не могла подвергаться осушению. Таким образом, особенности рельефа и осадков исключают возможность существования в недалеком геологическом прошлом (в пределах последних 10—15 тыс. лет) сколько-нибудь значительных участков суши в пределах Северной Атлантики (за исключением вулканических островов). Итак, если допускать реальность существования Атлантиды, то она должна была представлять остров вулканического происхождения, находившийся в зоне развития материковой земной коры (а следовательно, расположенный в одном из вулканических районов, прилегающих к побережьям Европы или Северной Африки) и подвергшийся вулкано-тектоническому обрушению.

Что касается Платоновой даты гибели Атлантиды — около 11,5 тыс. лет назад,—то надо, прежде всего, подчеркнуть, что некая якобы происшедшая в то время геологическая катастрофа, о которой нередко пишут атлантологи, существует лишь в их воображении. В это время происходили таяние и сокращение материковых ледниковых шапок и связанный с ним подъем уровня океана, но этот процесс начался на несколько тысяч лет раньше и закончился значительно позднее, протекал медленно и не мог привести к внезапному исчезновению обширного гористого острова или материка. Кроме того, если даже допустить крайнюю асинхронность в развитии человеческих цивилизаций (что само по себе весьма сомнительно), то остается совершенно непонятным, каким образом жрецы Древнего Египта — страны, возникновение государственности и письменности которой

относится к IV тысячелетию до н. э., могли знать и рассказать Солону с большими подробностями о событиях, которые происходили якобы за 6 тыс. лет до зарождения египетской цивилизации (древнейшей в Средиземноморье) и в огромном отдалении от нее. Вера в невероятную древность Атлантиды и время ее гибели, характерная для многих атлантологов, кажется такой же необоснованной, как и легкость, с какой они отвергают сообщение Платона о взаимоотношениях атлантов и предков эллинов. Таким образом, если исходить из того, что сообщение о гибели Атлантиды идет от египетских жрецов, то это событие должно было иметь место по крайней мере в период существования Египетского государства и его письменности, т. е. не могло происходить раньше IV тысячелетия до н. э. (а если же есть зерно истины в рассказе о борьбе атлантов с предками эллинов, то даже не раньше III тысячелетия до н. э.).

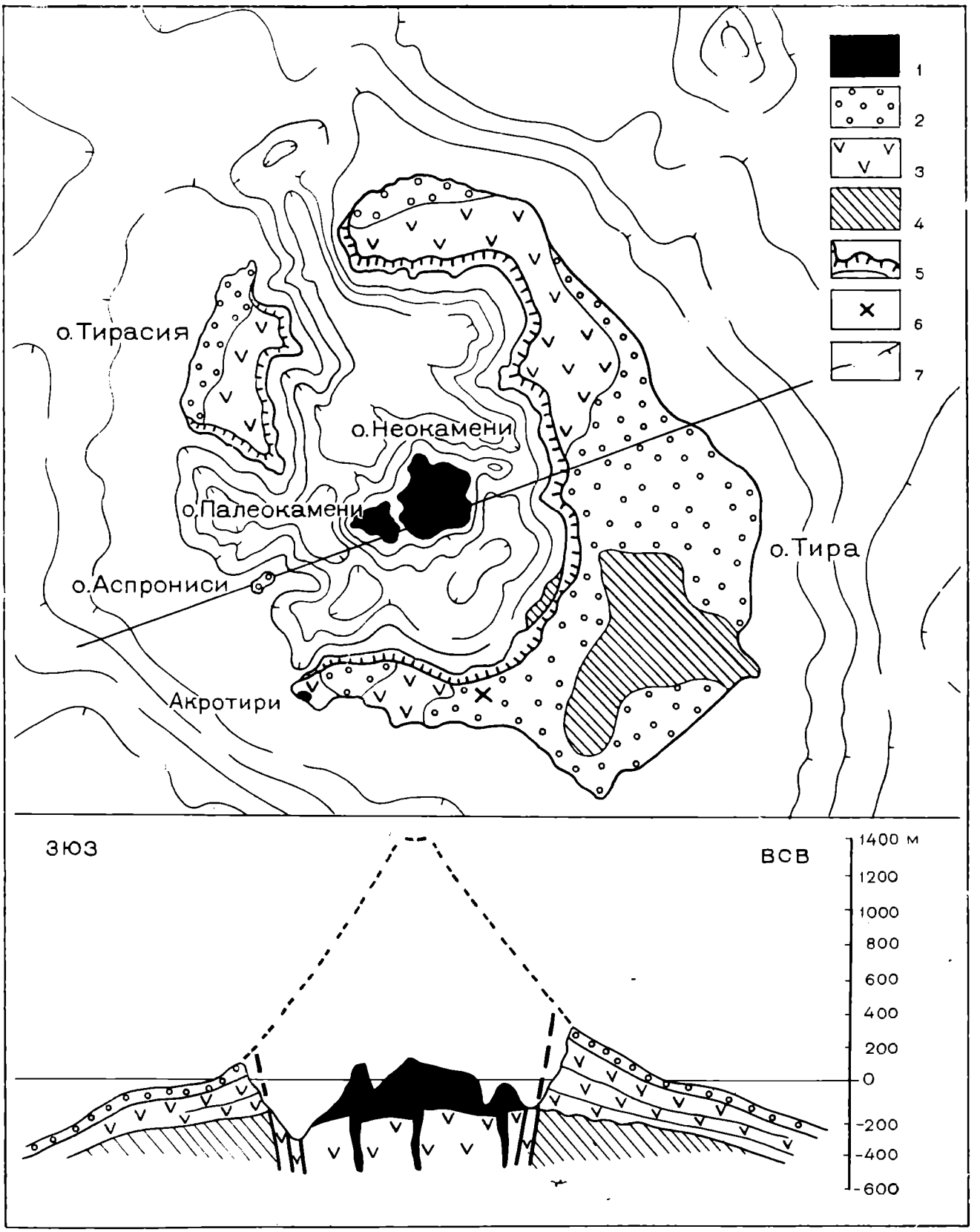
Итак, если допустить, что в легенде Платона об Атлантиде имеется достоверная историческая основа, то она заключается в сообщаемом им факте быстрого, в результате геологической катастрофы, опускания острова, население которого стояло на относительно высокой ступени общественного развития. Вместе с тем, мы должны отбросить как невероятные указания об огромных размерах острова (и, соответственно, численности населения), о его расположении в Атлантическом океане и о времени катастрофы, якобы имевшей место примерно за 9 тыс. лет до Платона. Если Атлантида действительно существовала, она должна была быть вулканическим островом, находиться, скорее всего, в восточной части Средиземного моря, возможно, близ берегов Греции, и погибнуть не ранее III тысячелетия до н. э. в результате катастрофического извержения, сопровождавшегося обрушением древнего вулкана. Исходя из такой интерпретации легенды, наиболее естественно как с геологической, так и с исторической точек зрения поместить остров Атлантиду в южной части Эгейского моря. Область Эгейского моря известна геологам как район Средиземноморья, характеризующийся самым недавним, начавшимся несколько миллионов лет назад (в плиоцене) и продолжающимся поныне раздроблением и опусканием земной коры. В южной части моря находится ряд потухших и ныне действующих вулканов, в том числе обширный вулканический массив Санторин, испытавший в недавнем прошлом кальдерообразное проседание. Археологам и историкам эта область известна как район древнейшей в Средиземноморье крито-микенской цивилизации, существовавшей в III и II тысячелетиях до н. э. Именно Эгейское море как вероятную область, где могла находиться Атлантида, назвал выдающийся русский естествоиспытатель и историк географии акад. Л. С. Берг. Ровно 40 лет назад в своей статье «Атлантида и Эгеида», опубликованной в 1928 г. в журнале «Природа», он писал: «Я поместил бы Атлантиду... в Эгейское море — на юг до Крита. Как известно, в настоящее время признают, что опускания, давшие начало Эгейскому морю, произошли, говоря геологически, совсем недавно, в четвертичное время,— быть может, еще на памяти человека. Платон рассказывает о войне между «греками» (т. е. обитателями Балканского полуострова) и атлантами. Эта война (допуская, что сведения о ней не есть плод фантазии) могла происходить только в том случае, если Атлантида находилась в непосредственной близости с Балканским полуостровом. Вообще если придавать веру тому описанию Атлантиды, какое дает Платон в «Критии», то там нет ничего, что противоречило бы нашим сведениям о природе материка Эгеиды, насколько об этой природе можно составить себе представление по обломкам этого древнего материка — современным островам Эгейского моря — Хиосу, Кикладам, Криту и пр. С Критом у египтян были оживленные сношения, и от критян, носителей древней (эгейской) культуры, египетские жрецы могли заимствовать предания о катастрофе, которая на заре истории приключилась с Эгейским материком, некогда соединявшим Малую Азию с Балканским полуостровом» [1].

Долгое время эта идея не пользовалась популярностью, пока в 1960 г. греческий сейсмолог А. Галанопулос не выдвинул гипотезу о том, что Атлантида Платона находилась в южной части Эгейского моря и погибла в результате катастрофического извержения и обрушения вулкана Санторин, происшедшего около 1500 лет до н. э.[1]. В доказательство этой гипотезы А. Галанопулос привел ряд интересных геологических и исторических аргументов. В последние годы эта гипотеза привлекла ряд сторонников, в том числе известного американского исследователя в области морской геологии Б. Хейзена и Д. Нинковича, проводивших изучение дна и осадков в восточной части Средиземного моря. Были получены новые археологические и геологические данные, свидетельствующие о существовании на месте нынешних островов Санторинского архипелага высокоразвитого древнего государства, его гибели при так называемом минойском извержении вулкана Санторин, и уточнена дата этого извержения.

Санторинский архипелаг расположен в южной части Эгейского моря, в 120 км к северу от острова Крит и в 200 км к юго-востоку от Афин. Он состоит из одного относительно большого острова Тира и нескольких мелких островков. Эти острова представляют собой остатки склонов обширного древнего вулкана, разрушенного при образовании кальдеры (ныне залитой водами моря) и расположенного в центре ее небольшого молодого вулкана (островá Палео-Камени и Нео-Камени). Деятельность вулкана Санторин протекала длительно и продолжается до наших дней. Во время древнейшей стадии извержений, начавшейся в конце плиоцена или начале четвертичного периода, образовался огромный конус диаметром более 15 км, сложенный из вулканогенно-обломочных пород — туфов, вулканических брекчий и, частично, лав преимущественно андезитового, латит-андезитового и дацитового со-

[1] См. «Природа», 1928. № 4, стр. 383—388

[1] Несколько раньше Фрост и Маринатос отметили, что описанная Платоном цивилизация атлантов с широким употреблением медных сплавов («орихалк») очень напоминает минойскую цивилизацию, разрушенную за 900 лет до эпохи Солона.


1
2
3
4
5
6
7
о.Тирасия
о.Неокамени
о.Палеокамени
о.Аспрониси
о.Тира
Акротири
ЗЮЗ
ВСВ
1400 м
1200
1000
800
600
400
200
0
-200
-400
-600

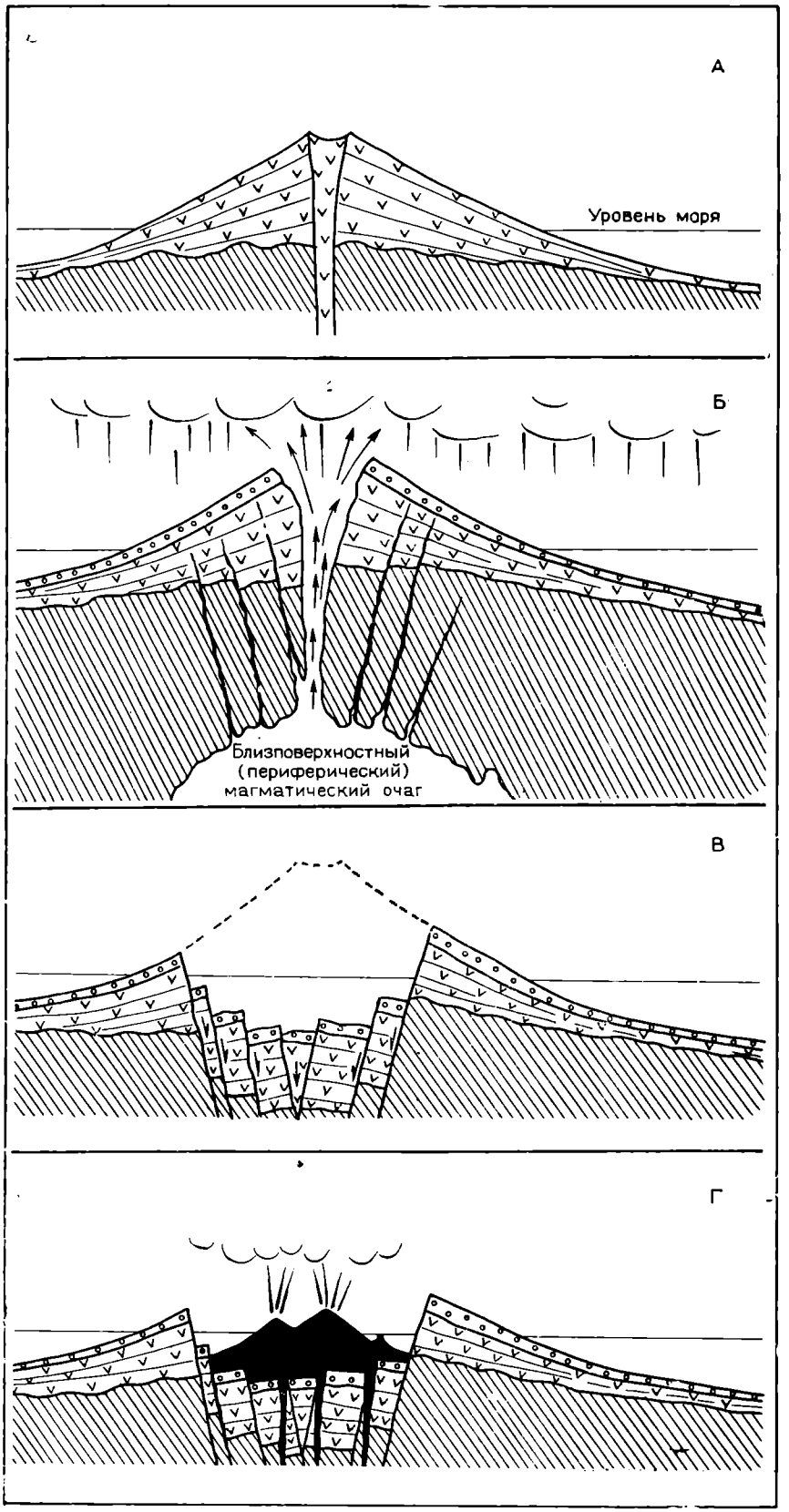
Геологическое строение Санторинского вулканического архипелага: вверху — схематическая геологическая карта (по Д. Нинковичу и Б. Хейзену, рельеф дна — по О. М. Михайлову); внизу — профиль (вертикальный масштаб увеличен в 5 раз); хорошо видна кальдера обрушения в центре вулкана, образовавшаяся 3,5 тыс. лет назад в результате так называемого минойского извержения, и центры более поздних извержений внутри нее. Пунктиром показана предполагаемая форма вулкана Санторин до образования кальдеры обрушения. 1 — лава послеминойских извержений; 2 — пеплы и пемзы минойского извержения (на профиле мощность несколько преувеличена); 3 — лавы и туфы доминойских извержений; 4 — породы древнего фундамента вулкана Санторин (сланцы, мраморизованные известняки и пр.); 5 — крутые обрывы стенок кальдеры; 6 — место раскопок древнего города в 1967 г.; 7 — изолинии глубин Эгейского моря

става. Одно из извержений сопровождалось мощным взрывом и выбросом громадного количества пеплового материала, который был разнесен по всему Восточному Средиземноморью и погребен на дне моря в виде выдержанного слоя. По данным радиоуглеродного метода, это извержение происходило около 25 тыс. лет тому назад. Весьма вероятно, что оно сопровождалось проседанием центральной части вулкана. Затем, в результате новых извержений в центральной части вулкана вновь возник конус, после чего наступил длительный перерыв вулканической деятельности. Об этом говорит глубокое выветривание поверхности, погребенной под продуктами следующего грандиозного взрывного извержения, которое произошло около 3—4 тыс. лет назад (возраст древесины, погребенной под продуктами этого извержения, оказался равен 3 370± ±100 лет). Во время этого, так называемого минойского, извержения склоны вулкана были засыпаны слоем пемзы и пепла (пуццолана) мощностью от нескольких до 30—60 м, хорошо сохранившимся на островах Тира и Тирасия, а более тонкий пепловый материал (отличающийся по своим оптическим свойствам и составу от более древнего пеплового горизонта) покрыл южную часть Эгейского моря, остров Крит и был отнесен ветром далеко к юго-востоку, в сторону дельты Нила. Но главным результатом этого извержения было глубокое обрушение центральной части вулкана и образование кальдеры диаметром 7—12 км и площадью 83 км^2. Современные глубины моря в кальдере, несмотря на заполнение ее продуктами позднейших извержений и осадками, составляют 300—400 м. От древнего вулкана уцелели лишь обломки его периферической зоны, превратившиеся в кольцеобразную цепочку островов.

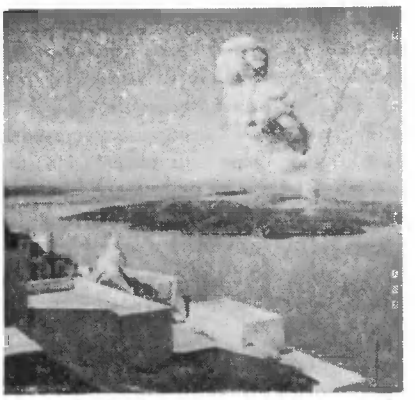
Позднее в центральной части кальдеры возобновились извержения. В 197 г. до н. э. здесь возник молодой вулканический конус, форма которого видоизменялась в ходе многократных извержений лав и пирокластического материала, а также сопровождавших их взрывов и обрушений. Последние извержения происходили в 1950—1951 гг., а в настоящее время вулкан находится в фумарольной стадии; в кальдере и на молодом вулкане Нео-Камени действует ряд термальных источников, выносящих либо сероводород, либо углекислоту и соединения железа.

Уже давно под покровом пемзы минойского извержения на о. Тира находили остатки материальной культуры, относящиеся к середине II тысячелетия до н. э., вполне сходные с предметами позднего периода критской или минойской цивилизации, точнее даже — первой фазы этого периода, датируемой 1550—1450 лет до н. э. Во второй половине XIX в., когда пуццолан с Санторинских островов разрабатывался как сырье для гидравлического цемента при сооружении Суэцкого канала, были частично вскрыты погребенные под вулканическими продуктами древние поселения.

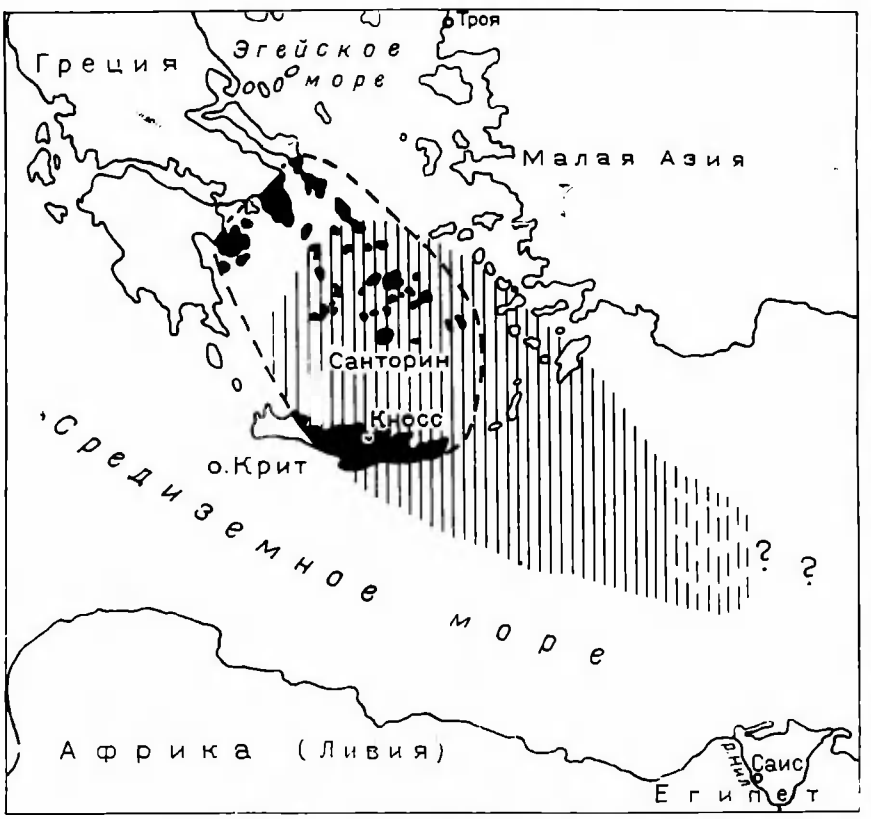
Весной 1967 г. здесь начала раскопки американская экспедиция в составе археолога Эмилии Вермель и морского геолога Дж. Мэйвора, предварительно проведшего исследование дна кальдеры. Экспедицию возглавил известный греческий археолог Спиридон Маринатос. Предварительные результаты работ этой экспедиции, в сенсационной форме сообщенные в зарубежной печати и некоторых советских популярных журналах, не были совершенно неожиданными для специалистов, однако, они, несомненно, очень интересны. Археологам удалось обнаружить в южной части острова Тира, близ деревни Акротира, остатки целого города площадью более 1 км^2, население которого составляло 30 тыс. человек. Город состоял из 2—3-этажных домов позднеминойской архитектуры с деревянными колоннами на 2-м этаже. В домах прекрасно сохранились под покровом пепла и пемзы фрески, изображающие эпизоды из морской жизни, глиняные гончарные изделия, в том числе амфоры с вином и оливковым маслом, различные предметы быта, сделанные из камня. Кроме обычных домов, обнаружен летний дворец какого-то знатного горожанина. К городу примыкала прекрасная гавань.



Схемы, показывающие историю развития вулкана Санторин за последние 3,5—4 тыс. лет: А — вулкан Санторин перед минойским извержением; Б — начало минойского извержения (около 1400 лет до н. э.), мощный взрыв и выброс пеплового материала; В — конец минойского извержения, проседание центральной части вулкана и образование кальдеры; Г — вулканические извержения со 197 г. до н. э. и со нашего времени, образование молодых эруптивных центров во внутренней части кальдеры



Извержение вулкана на острове Нео-Камени в центре Санторинской кальдеры в январе 1950 г.; фотография сделана с востока, с острова Тира



Перемещение зоны распространения древних цивилизаций в бассейне Эгейского моря после минойского извержения вулкана Санторин: вверху — минойская (критская) цивилизация (III тысячелетие — 1400 г. до н. э.), штриховкой показана область распространения пеплов минойского извержения Санторина в морских осадках (по Д. Нинковичу и Б. Хейзену); внизу — микенская цивилизация (1400—1180 г. до н. э.)

Интересно, что при раскопках найдены скелеты собак, овец и свиней, но не открыто человеческих останков, так же как и золотых изделий. Это позволяет предположить, что, в отличие от Помпеи, жители имели возможность куда-то скрыться из города в самом начале извержения. Раскопки предполагается продолжить в течение 10 лет, совместив их с разработкой сырья для цементной промышленности. Откопанный минойский город предложено превратить в археологический музей, защитив его от быстрого разрушения куполом. Вполне возможно, что открытый пока город — не единственное крупное поселение на острове Тира, погребенное под пеплом минойского извержения. Кроме того, естественно допустить, что внутри кальдеры также могут находиться минойские города или поселки. Но и тот город, который уже обнаружен, представляет, несомненно, один из важных центров минойской цивилизации.

Основной район развития этой цивилизации — остров Крит, на северном берегу которого археологом А. Эвансом был откопан замечательный памятник архитектуры древности — огромный Кносский дворец, и ряд других мелких островов в южной части Эгейского моря. Зарождение минойской культуры на Крите относится к III тысячелетию до н. э., но высшего расцвета она достигает в начале так называемого позднеминойского периода (1550—1400 лет до н. э.). Затем, около 1400 г. до н. э. начинается быстрый упадок критской культуры, с которым, в частности, связано разрушение и сожжение Кносского дворца и других крупнейших сооружений острова. Но одновременно с упадком критской культуры начинается расцвет преемственно связанной с ней цивилизации в континентальной Греции — так называемой микенской культуры (первая половина II тысячелетия до н. э.). Причины внезапного упадка критской культуры точно не известны. Одни исследователи связывают их с социально-экономическими явлениями, другие же — с природными катастрофами (с землетрясениями, как предполагал А. Эванс, или с извержением Санторина, как

думает С. Маринатос. А. Галанопулос высказал мнение, что разрушение Кносса и других поселений на северном берегу Крита было связано с огромной волной — цунами, вызванной землетрясением, сопровождавшим образование кальдеры вулкана Санторин около 1400 г. до н. э. Несомненно, что грандиозное минойское извержение Санторина и сопровождавшие его мощные пеплопады, землетрясения и цунами могли иметь катастрофические последствия для обитателей не только самого Санторина, но и других островов южной части Эгейского моря и острова Крит. Часть населения этих островов, вероятно, погибла, а часть могла переселиться на северо-запад, в континентальную Грецию, гораздо меньше пострадавшую от санторинской катастрофы, и таким образом стимулировать расцвет микенской культуры.

Д. Нинкович и Б. Хейзен приводят ряд фактов, говорящих о том, что санторинское извержение и гибель Кносса оставили след и на юго-восточных побережьях Средиземного моря, отразившись там, подобно извержению Кракатау, в виде цунами, обильных пеплопадов, мглы, застилавшей солнце и т. п. В Египте, имевшем оживленные торговые сношения с Критом, к началу царствования фараона Аменхотепа III (1411—1375 гг. до н. э.) относятся последние керамические изделия критского производства, а после этого появляются первые датированные изделия из Микенской Греции. В некоторых египетских папирусах этого времени сообщается о потемнении и помутнении неба, о том, что солнце выглядело, как луна (в результате пеплопада и засорения атмосферы вулканической пылью?), о разрушении городов (в результате землетрясений), о перерыве связей между Египтом и Критом и другими районами Средиземноморья, и т. п. Примечательно, что около 1406 г. до н. э. фараон Аменхотеп III резко изменил свою внешнюю политику — прекратил завоевательные войны, которые он вел, подобно своим предшественникам, установил дружественные отношения с соседями и приступил к ряду реформ во внутренней жизни страны. Не могло ли в какой-то мере отразиться в этом крутом переломе его политики потрясение суеверного монарха, как и его соотечественников, вызванное грозными «сверхъестественными» явлениями природы? На восточном берегу Средиземного моря примерно к 1400 г. до н. э. относится разрушение порта и половины г. Угарита, как предполагают исследователи, вызванное цунами.

Таким образом, можно полагать, что катастрофическое минойское извержение Санторина, приведшее к гибели процветающего острова и упадку минойской цивилизации во всем Эгейском мире, не прошло бесследно и для окружающих стран юго-восточного Средиземноморья, вполне могло быть зафиксировано в египетских «летописях» и тем самым послужить через тысячу лет основой для Платоновой легенды об Атлантиде. Если это так, то почему же размеры, время гибели и местоположение Атлантиды, сообщаемые Платоном, совершенно не вяжутся с изложенной выше гипотезой о «санторинской» Атлантиде? Согласно Платону, Атлантида погибла за 9000 лет до Солона, тогда как санторинская катастрофа произошла за 900 лет до посещения Солоном Египта. А. Галанопулос предполагает, что здесь произошла арифметическая ошибка (по вине жрецов, читавших и истолковывавших древние рукописи Солону, или по вине Солона, или, наконец, самого Платона?), приведшая к преувеличению древности события в 10 раз. То же, возможно, относится и к преувеличенным размерам Атлантиды. Не исключено, однако, что Платон умышленно сильно увеличил в своем рассказе размеры, количество войска и флота и могущество державы атлантов, чтобы тем самым возвысить значение победы, одержанной над ней «идеальным» праафинским государством. Что же касается местоположения Атлантиды, помещаемой Платоном за Геркулесовыми столпами, то, возможно, это название, как предполагает А. Галанопулос, относилось не к Гибралтару, а к какому-то месту Восточного Средиземноморья, например к южной оконечности Пелопоннеса, где совершал свои подвиги легендарный Геракл. Если же Платон верил в огромные размеры Атлантиды, он, естественно, не мог найти для нее места в Средиземноморье и должен был вынести ее за его пределы, в Атлантику. Разумеется, все это лишь более или менее правдоподобные догадки. Подводя итог современному состоянию проблемы Атлантиды, мы должны признать, что, с точки зрения геолога (так же как, по-видимому, и с позиций историка), традиционная версия Атлантиды является совершенно несостоятельной и фантастической. Если же предание об Атлантиде не представляет собой чистейшего вымысла, а содержит реальное историческое зерно, то прообразом Атлантиды, по-видимому, мог явиться лишь эгейский мир середины II тысячелетия до н. э., а ее гибель вызвана, скорее всего, катастрофическим извержением и провалом вулканического острова Санторин, имевшим место около 1400 г. до н. э.

УДК 309;55

Цветы и... йод

Профессор В. Ф. Портянко
А. Е. Костина
Педагогический институт, Бердянск

Общеизвестна физиологическая роль йода в организме человека и животных. При отсутствии или недостатке этого микроэлемента в пище и воде нарушается синтез йодсодержащих гормонов — тироксина и трийодтиронина, развивается сначала компенсаторное [1], а затем и болезненное разрастание щитовидной железы — зоб. Если удалить щитовидную железу и тем самым выключить из обмена йодсодержащие гормоны, животное перестает расти, становится вялым, апатичным, у него выпадает шерсть, резко нарушаются «умственное» и половое развитие. Аналогичные изменения наблюдаются и у человека при пониженной функции щитовидной железы.

Установлена прямая связь между содержанием йода в кормах и продуктивностью животноводства — при недостатке йода падают удои молока, сокращается яйценоскость домашней птицы.

В последние годы появились работы, указывающие на участие трийодтиронина в синтезе РНК.

Роль йода в жизнедеятельности растений изучена значительно слабее. Работы, посвященные этой проблеме, стали появляться лишь в последние 2—3 десятилетия. Так, А. А. Рихтеру и Н. Г. Васильевой (1941) удалось с помощью йодистого калия повысить интенсивность фотосинтеза в конских бобах. Исследования И. Г. Важенина и В. И. Беляковой (1962) показали, что йод увеличивает крахмалистость картофеля. По данным И. Ф. Бузанова и А. А. Попова (1955), М. Е. Ефимова (1960) и других ученых, йод ускоряет рост и повышает урожайность не только картофеля, но и томатов, сахарной свеклы, пшеницы, хлопчатника. Сотрудники Института почвоведения и агрохимии АН Азербайджанской ССР А. Н. Гюльахмедов и Ш. М. Кулиев (1964) применили йод как микроудобрение, что повысило урожай хлопчатника на 34,7%, а озимой пшеницы — на 38,7%.

Йодирование производится различными способами — путем предпосевного замачивания семян в растворах солей йода, путем внесения этих солей в почву вместе с основными видами удобрений, путем опрыскивания растений. Ростстимулирующий

[1] Разрастание щитовидной железы носит вначале характер «физиологической меры против болезни» (по терминологии И. П. Павлова): бо́льшая масса железы полнее извлекает йод из крови. Однако при значительном дефиците йода эта мера себя не оправдывает, и увеличение железы из компенсаторного — приспособительного — переходит в болезненное.

Таблица 1

Содержание йода в вегетативных и генеративных органах различных растений (мг/кг сухого веса)

Виды растений / Органы и ткани	Груша обыкновенная	Яблоня домашняя	Тополь Болеана	Виноград Плавай	Подсолнечник Армавирский
Корень	1,26	0,13	2,12	0,016	2,67
Кора	5,76	3,38	8,40	1,13	—
Камбий	6,05	0,66	5,07	—	—
Древесина	1,73	0,85	2,45	0,84	—
Листья	2,80	4,23	4,76	6,04	3,56
Чашелистики	5,63	6,87	—	—	—
Лепестки	3,27	0,53	4,11	—	5,59
Тычинки	15,96	5,92	10,03	12,00	11,86
Пестики	12,68	12,69	—	10,99	13,96
Семена	1,44	1,08	—	0,17	3,87
Плоды (без семян)	3,92	1,69	—	0,22	1,26

эффект йода проявляется при использовании лишь слабых концентраций его солей (0,01—0,001%); повышенные концентрации дают противоположный — ингибирующий эффект [1].

У человека и высших животных большая часть поступающего в организм йода поглощается щитовидной железой. (В организме человека содержится около 25 мг йода, из них примерно 15 мг находится в щитовидной железе; надо учесть при этом, что щитовидная железа весит в норме всего 30—50 г, а средний вес человека нормальной упитанности равен приблизительно 60—70 кг.)

В связи с установлением ростстимулирующих свойств йода интересно было выяснить, как распределяется этот микроэлемент в организме растений, нет ли и у них каких-нибудь органов, избирательно накапливающих йод?

Наши многолетние исследования показали, что йод в растительном организме распределяется весьма неравномерно. Хотя обнаружить его можно почти во всех органах, больше всего йода накапливается в растущих тканях (камбий) и особенно в генеративных органах — тычинках и пестиках (табл. 1).

Высокая концентрация йода (6,34—9,73 мг/кг) обнаружена и в рыльцах кукурузы, которые, как известно, отличаются более интенсивным ростом, чем другие органы этого растения. (Содержание йода в листьях кукурузы составило, по нашим данным, всего 2,96—4,23 мг/кг, т. е. было примерно в 2,5 раза меньше, чем в рыльцах).

Накопление йода в генеративных органах — не случайность. Йод, как оказалось, стимулирует прорастание пыльцы и рост пыльцевых трубок [1]. Это выяснилось в экспериментах с проращиванием пыльцы некоторых растений (картофель Ранняя роза, люцерна Зайкевича, дуб черешчатый и др.) на средах, обогащенных йодом. Контрольную пыльцу проращивали на водном агар-агаре (2%) с добавлением 10% сахарозы. В опытных сериях использовали ту же среду, но приготовленную не на воде, а на 0,0005% водном растворе йода или йодистого кали. Результаты опытов представлены в таблице 2.

Ряд ученых считает, что растениям, как и животным, йод необходим прежде всего для нормального течения ростовых процессов. Оплодотворению у растений предшествует энергичный рост пыльцы. С этим, по-видимому, и связано усиленное накопление ею йода. Опыты показали, что прорастание пыльцы стимулируют и другие галогены — бром и хлор.

Пыльца растений оказалась также хорошим адсорбентом галогенов. Находясь в атмосфере йода при концентрации 10—20 мг на 10 см^3 воздуха, она поглощает за 5—10 секунд столько йода, сколько необходимо для проявления его стимулирующего действия. Пыльца, побывавшая в атмосфере йода, ведет себя почти так же, как и пыльца, которую проращивали на йодированном агаре. Это открывает перспективы искусственного стимулирования прорастания пыльцы в период опыления сельскохозяйственных растений (окуривание, опрыскивание и т. п.)

Отметим кстати, что способностью поглощать йод из атмосферы обладает не только пыльца, но и вегетативные органы растений, в частности, листья. Этим, вероятно, можно объяснить тот факт, что листья и кора многих растений содержат больше

[1] Такая зависимость физиологического эффекта от дозы стимуляторов — общий принцип действия биологически активных и, в частности, ростстимулирующих веществ.

[1] Напомним основные этапы процесса оплодотворения у покрытосеменных растений. Попадая на рыльце пестика, пылинка (пыльцевое зерно) начинает быстро расти, образуя пыльцевую трубку — семяпровод, по которому созревшие в пыльце спермии опускаются в глубь завязи. Там находится одна или несколько семяпочек с женскими половыми клетками. После оплодотворения из семяпочек развиваются семена, а из завязи — плод.

Таблица 2

Влияние йода на прорастание пыльцы и рост пыльцевых трубок

Растения	% проросшей пыльцы (А) и длина (в μ) пыльцевых трубок (Б)	Контроль	Опыт	
			Среда с йодистым кали	Среда с йодом
Яблоня	**А**	**65,6**	**78,3**	**76,0**
	Б	864,0	1320,0	1862,0
Абрикос	**А**	**32,7**	**57,0**	**56,6**
	Б	202,0	434,0	243,0
Виноград	**А**	**54,0**	**74,0**	**58,0**
	Б	478,0	768,0	920,0
Дуб	**А**	**10,0**	**20,5**	**60,3**
	Б	102,0	567,6	475,0
Картофель	**А**	**25,7**	**57,0**	**47,4**
	Б	564,0	482,0	876,0
Люцерна	**А**	**20,6**	**29,6**	**28,2**
	Б	172,4	275,0	202,5

Примечание. Подсчет проросших пылинок и замеры пыльцевых трубок производили через 12 часов после высева пыльцы на агар.

йода, чем корень или древесина (см. табл. I).

В листьях абрикоса, помещенных в атмосферу йода (в концентрации 3—4 мг на 100 см^3 воздуха), мы обнаружили: через 15 сек. — 0,023 мг, через 30 сек. — 0,028 мг и через 60 сек. — 0,032 мг йода (в расчете на 1 г сухого вещества). В контроле содержание йода в листьях составило всего 0,0023 мг/г. По данным А. П. Виноградова (1957) и других исследователей, в 1 м^3 атмосферного воздуха содержится над океаном до 0,01 мг, а над сушей — до 0,0005 мг йода. Такая насыщенность вполне достаточна для того, чтобы пыльца растений, каким бы способом она ни переносилась, могла адсорбировать из атмосферы йод и другие элементы, необходимые для ее роста.

Способность растений поглощать йод из воздуха делает их важным звеном в процессе круговорота этого элемента в природе.

◆

Жизнь на Земле, как известно, зародилась в глубинах первобытного Океана. Здесь же протекали и самые ранние стадии эволюции живых существ. А морская вода богата йодом! Прошли миллионы лет эволюции, растения и животные приспособились к жизни на суше, но «частицу» моря они унесли с собой — потребность в воде и солях (и в частности, в солях йода!) сохранилась. Эта потребность особенно велика на ранних стадиях онтогенеза, повторяющих самые древние этапы истории развития жизни на Земле. Вот почему йод так нужен растениям в пору цветения, когда великое чудо зарождения жизни многократно воспроизводится в каждом из них.

УДК 581.1

Остатки скелета морской коровы

Ф. Г. Челноков
Владивосток
Фото Ф. Васильева

Морская корова (Rhytina stelleri R.), обнаруженная при открытии Командорских островов в 1741 г. экспедицией Витуса Беринга и описанная натуралистом Г. В. Стеллером, была к концу 50-х годов XVIII века полностью истреблена. В. Г. Гептнер, ссылаясь на К. М. Бэра, сообщает, что последняя корова была убита, по-видимому, в 1768 г. [1]. С тех пор на Командорских островах обнаруживают только разрозненные остатки скелетов этого животного. Еще в прошлом веке такие находки были нередки. В последние годы они случаются все реже и реже. Поэтому несомненный интерес представляет найденное в апреле 1967 г. скопление костей, в числе которых оказалось много остатков скелета морской коровы.

При обходе восточного побережья о-ва Беринга сотрудники Командорской инспекции Камчатрыбвода В. Е. Пинигин, В. Г. Прянишников, Е. П. Томатов и автор настоящего сообщения в районе бухты Сосновской (в двух километрах северо-западней мыса Буян) обнаружили верхнюю часть черепа морской коровы. Неподалеку валялись несколько ребер, позвонки, а также плечевая кость. Все кости лежали в 30—40 м от приливной полосы на поверхности, покрытой дерном лайды [1]. Создавалось впечатление, что они попали сюда не так давно, возможно были выброшены одним из зимних штормов.

Впоследствии район находки был осмотрен более тщательно. При этом в 200 м к югу было обнаружено более богатое скопление костей, где буквально за несколько минут удалось собрать верхние части еще 2 черепов морской коровы и две ее нижних челюсти. Лежали они вместе с 9 черепами калана, несколькими черепами ларги и собак и нижней челюстью небольшого моржа. Это скопление находилось ближе к морю, чем первое, как раз на границе старой (задерновавшей) и молодой лайды. При этом, старая лайда возвышалась над молодой примерно на метр и из образовавшегося таким образом обрывчика высовывалось несколько крупных костей, возможно китовых.

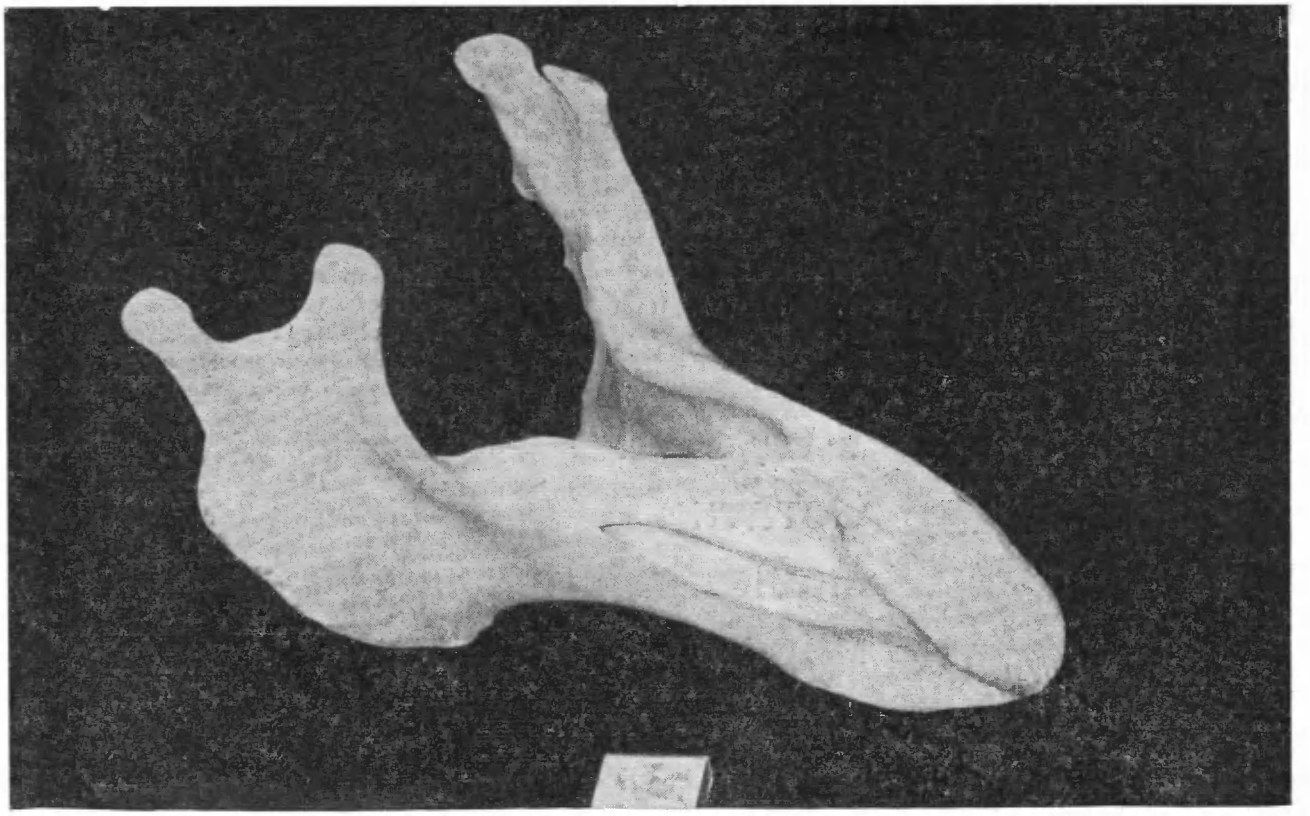
Чем же объяснить образование на сравнительно небольшой площади такого значительного скопления костей разных животных? Пока по этому поводу можно строить только догадки. Вполне возможно, что в 50—60-е годы XVIII в. здесь зимовала одна из промышленных партий. Место вполне удобное для стоянки.

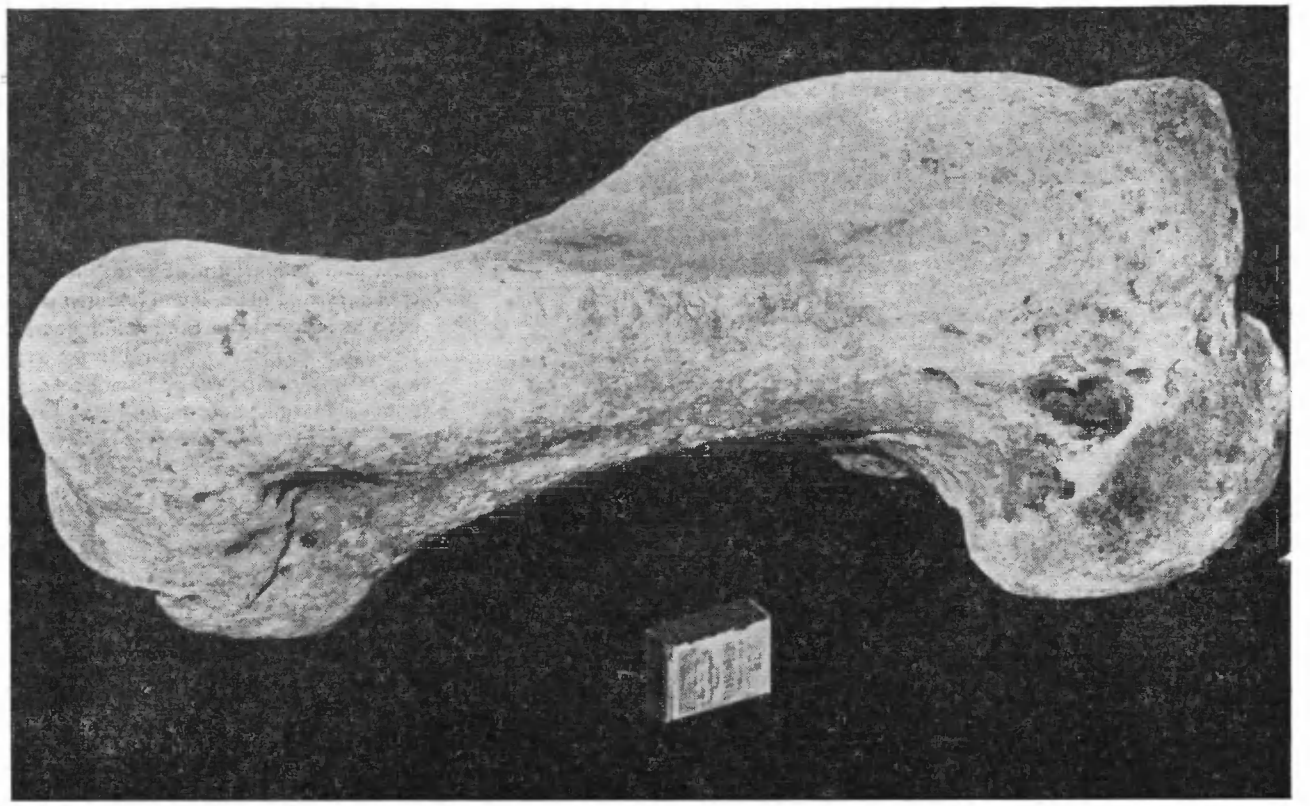
Бухта позволяет небольшим судам подходить близко к берегу, расположенные по обеим ее сторонам обширные рифовые мелководья, покрытые зарослями водорослей,— идеальное место для обитания морских коров, каланов и тюленей.

Убитых животных охотники, по-видимому, доставляли к месту стоянки и

[1] В. Г. Гептнер. Еще раз о стеллеровой корове, «Природа», 1965, № 7.

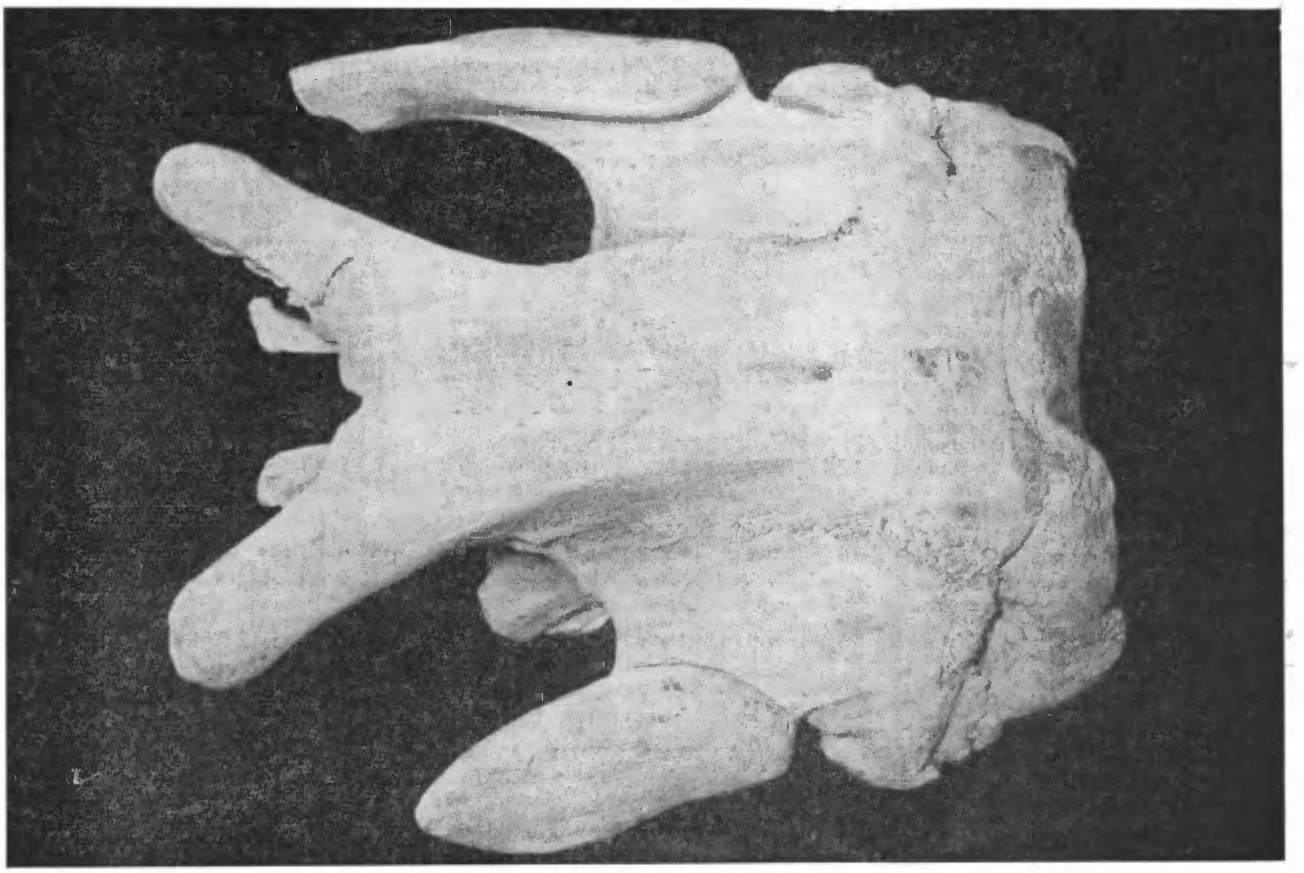
[1] Лайда — приморские заболоченные луга на низменных побережьях северных морей, покрытые растительностью, переносящей временное осолонение.





Вверху на стр. 72
Нижняя челюсть морской коровы
Внизу
Плечевая кость морской коровы

Верхняя часть черепа морской коровы, найденная в районе бухты Сосновской на о-ве Беринга



уже здесь разделывали. Позже море замыло остатки скелетов и только необычайно сильный шторм, бушевавший в районе Командор в первой половине января 1967 г., вынес часть их на поверхность. Это предположение подтверждает хорошая сохранность костей. Все они не окатаны, как это бывает с предметами, находящимися долгое время в зоне действия прибоя.

Учитывая, что морская корова обитала лишь в районе Командорских островов и была выбита около 200 лет назад, следовало бы организовать в ближайшее время в бухте Сосновской раскопки под руководством квалифицированного палеонтолога. Это позволило бы значительно пополнить коллекции остатков морской коровы, столь необходимые для музеев нашей страны.

УДК 639.24

Лес возвращается на крымские яйлы

М. Н. Алябьев
Кандидат сельскохозяйственных наук
Крымская горнолесная опытная станция

Вдоль Южного берега Крыма, защищая его летом от степных суховеев, а зимой — от холодных северных ветров, на десятки километров протянулись три параллельных каменных гряды. Склоны самой высокой из них — Южной, или Главной,— местами покрыты лесом и кустарником, местами обрывисты и голы. А на плоских, как бы обрубленных вершинах раскинулись горные луга. Эти плосковершинные поверхности Главной гряды Крымских гор называют яйлами. Их (основных) восемь — Ай-Петринская, Ялтинская, Долгоруковская, Никитская, Бабуган-яйла, Яйла Чатыр-Дага, Демерджи- и Караби-яйлы.

Яйла, по-тюркски, значит — летнее пастбище, буквально — «летовье» (от яй — лето). Испокон веков на горные луга Крыма выгоняли летом скот. Особенно интенсивно использовались яйлы в конце XIX — начале XX вв. Сюда пригоняли крупный и мелкий рогатый скот не только из крымских селений, но и из далекой Бессарабии и даже из Австро-Венгрии.

Плотность выпаса в иные годы доходила до 18 голов на гектар. Скот уничтожал дерн, разрушал почву, и пастухи, в поисках новых пастбищ, вырубали и выжигали соседние леса и можжевеловые заросли.

Яйлы расширялись, а лес отступал. Это продолжалось до тех пор, пока перед Крымом в полный рост не встала угроза водного голода. Дело в том, что обнаженная и каменистая поверхность яйлы не может удержать влагу. Талые воды и ливневые осадки скатываются вниз, смывая и размывая почву. Эти потоки наносят огромный ущерб садам и виноградникам Крыма.

Еще в конце прошлого столетия многие дальновидные ученые и практики сельского хозяйства стали бить тревогу по поводу того, что в Крыму ухудшился климат, обмелели реки, не хватает воды. Известный лесовод А. Ф. Скоробогатый в 1911 г. писал: «Не те тысячи овец и коз, которые кормятся альпийскими травами на яйле, составляют народное богатство, а та живая вода, которая берет начало в недрах яйл и дает жизнь Крыму».

Инженер А. В. Кондараки еще в 1894 г. предлагал сажать искусственные леса в верховьях рек и на склонах Крымских гор, а также сооружать на яйлах каменные стены (для снегозадержания), делать запруды и поглотительные колодцы по балкам и ложбинам, рыть горизонтальные канавы для перехвата поверхностных вод. Позже, в 1905 г., гидрогеолог И. М. Педданас высказал мысль о целесообразности сооружения на яйлах крупных водохранилищ для сбора атмосферных осадков. С. Ю. Раунер в 1914 г. разработал проект лесогидрологических мероприятий для защиты Южного берега Крыма от разрушительных ливневых потоков. Часть проекта была выполнена самим автором в верховьях реки Учан-Су.

Однако проблема водоснабжения Крыма и по сей день окончательно не решена. В равнинных районах водный голод утолен благодаря постройке Северо-Крымского канала, с его крупной оросительной системой. А в горах и предгорьях спасти положение может только лес. Лишь он удержит влагу и сохранит от разрушения почву горных районов Крыма.

С 1960 г. на яйлах запрещен выпас скота. Плоские вершины и склоны крымских гор стали покрываться травянистой и лесной растительностью. На Никитской яйле, где выпас скота не проводится уже более 40 лет, поднялись молодые сосенки. На других яйлах образовался мощный травяной покров из типчака и ковыля. Поскольку естественное зарастание древесной растительностью идет очень медленно, перед лесоводами Крыма встала задача искусственного восстановления весов на склонах и нагорье.

Однако неблагоприятные климатические условия (сильные ветры, поздние и ранние заморозки, частые зимние оттепели), каменистый характер почв и сильная пересеченность рельефа мешали успешному выполнению этой задачи. Многие попытки искусственного облесения горного Крыма оканчивались неудачами и из-за низкого уровня агротехники. Основная трудность заключалась в подготовке почвы. Сейчас эта трудность успешно преодолевается с помощью мощных механизированных сельскохозяйственных орудий и тракторов.

На нашей опытной станции разработана специальная схема подготовки почвы под лесные культуры в условиях горного Крыма. Порядок обработки

почвы обычный: сначала разрушается дерн, потом производится глубокая вспашка нижележащих слоев почвы; на сильно каменистых участках почву еще и рыхлят, и наконец, повторно пашут более мелким плугом.

На ровных участках и пологих склонах (крутизной до 5°) обработке подвергается сплошь вся почва. На склонах крутизной от 5° до 12° распахиваются лишь горизонтально расположенные полосы шириной 12, 25 и 50 м. (Ширина полос определяется крутизной и характером склона.)

На сильно каменистых склонах крутизной 12—30° почва подготавливается путем нарезки террас шириной 3,5—4 м [1]. В зависимости от крутизны и характера склона, террасы размещаются на расстоянии 5—12 м одна от другой. Врезные террасы служат основным гидротехническим со-

[1] Нарезка террас производится универсальным бульдозером Д-259, а рыхление — рыхлителями РТ-2, Д-162 и РТ-80.

Обнаженные корни бука на Демерджи-яйле — результат хищнических выпасов скота. Фото автора

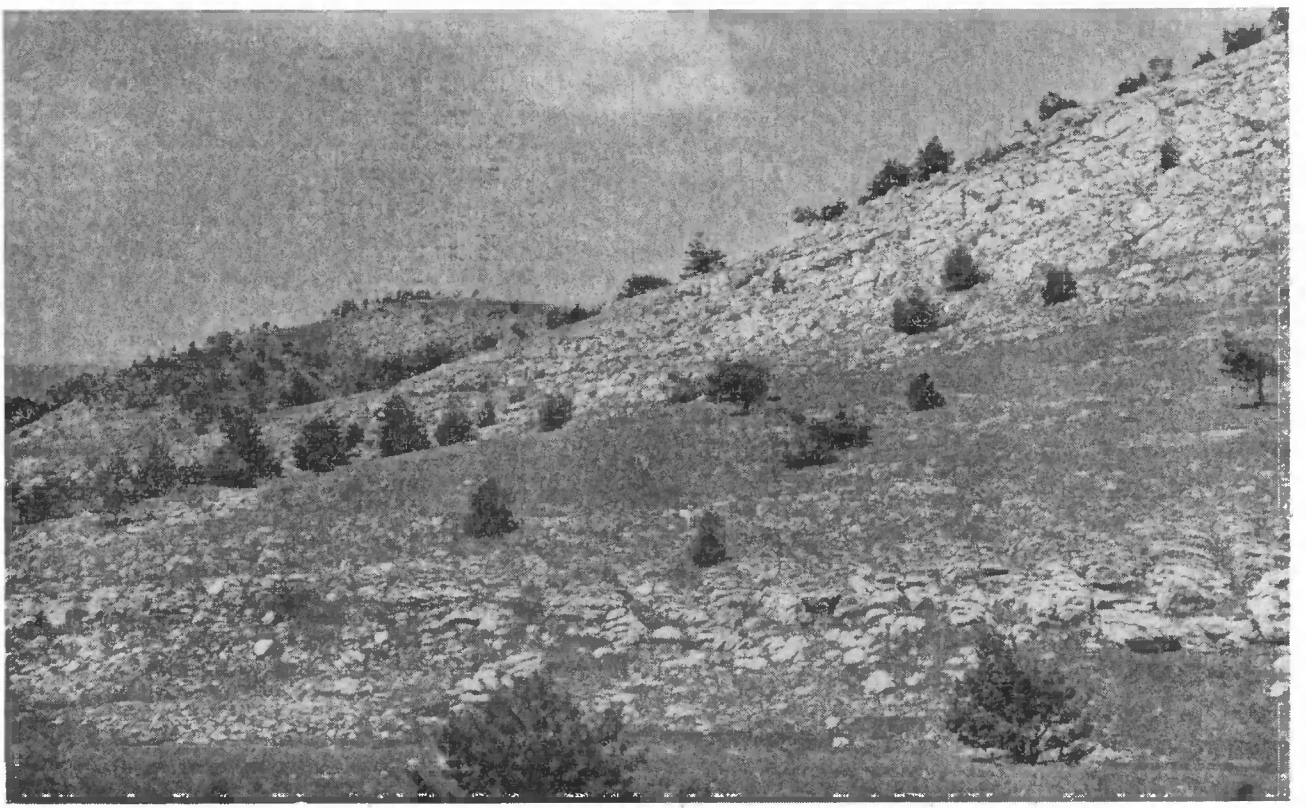
оружением по сбору атмосферных осадков и переводу их в глубь почвы.

Сеянцы на подготовленной почве высаживаются с помощью лесопосадочных машин рядами — на расстоянии 2,5—3 м друг от друга. На каждой террасе сажают два ряда сеянцев главных пород, а в насыпном откосе (между террасами) — один ряд кустарников. Такое размещение позволяет механизировать уход за сеянцами. Уход проводится в течение пяти лет.

ной опытной станции. Лес осваивает у яйл свои прежние позиции, благодаря разработке научно обоснованных агротехнических приемов, созданию устойчивых лесных культур сеянцев, применению новой техники, позволившей хорошо подготовить лесокультурные площади и механизировать основные трудоемкие процессы.

Хорошо растут на яйлах сосна обыкновенная, сосна крымская, береза бородавчатая, клен остролистный, клен

На каменистых склонах Никитской яйлы поднимается самосев сосны. Фото автора



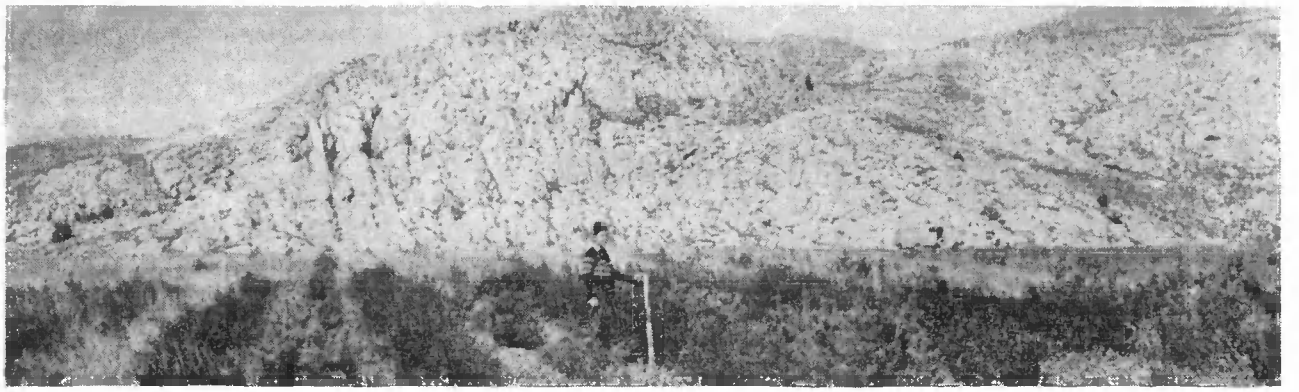
явора, дуб черешчатый, ясень обыкновенный, ясень зеленый, рябина обыкновенная, груша лохолистная, черемуха обыкновенная, черемуха виргинская, можжевельник виргинский. Средний прирост по высоте за 10 лет составил у сосны 40 см, у березы — 50—60 см. Береза вообще на Крымском нагорье приживается и растет лучше других пород — здесь она как бы нашла себе вторую родину. Создан даже своеобразный уголок северного леса среди горной южной растительности.

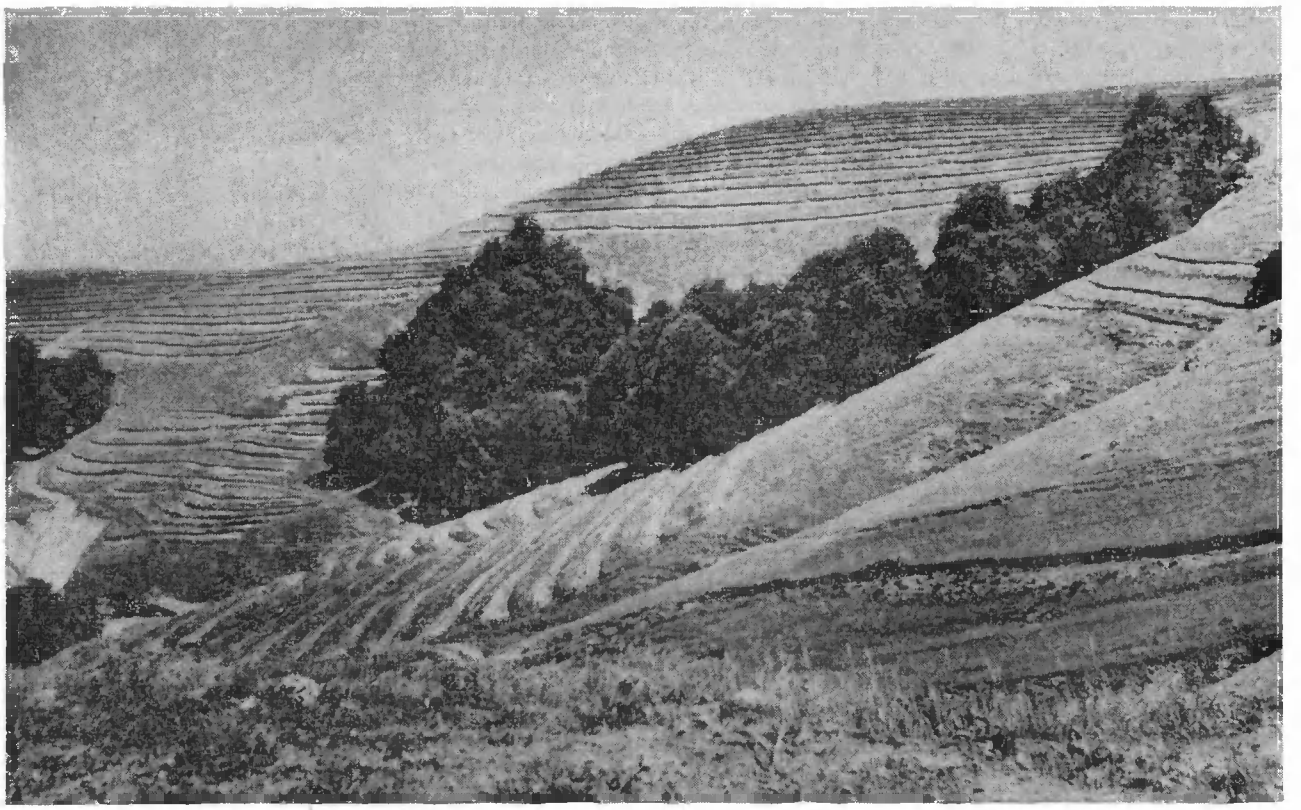
Начиная с 1957 г. лесоводы Крыма приступили к планомерному облесению нагорья Главной гряды. За 10 лет в этих тяжелых лесорастительных условиях создано более 3000 га хороших искусственных насаждений. На сотнях гектаров кроны деревьев сомкнулись.

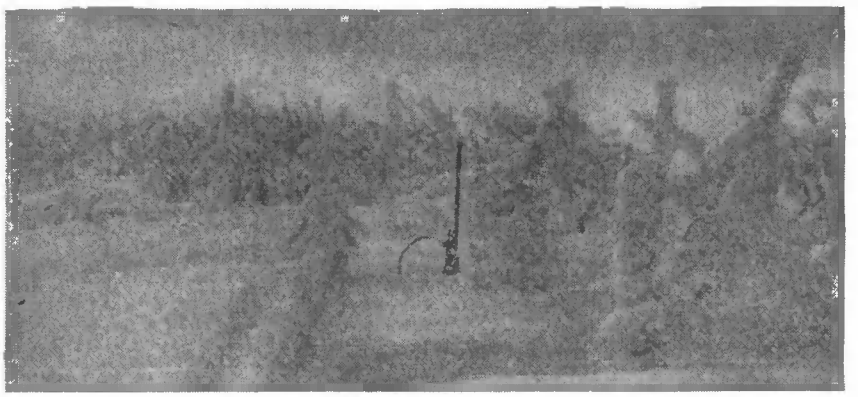
Пионерами освоения Крымского нагорья были лесоводы Куйбышевского, Алуштинского и Белогорско-Ялтинского лесных хозяйств, а также научные сотрудники Крымской горнолес-

Безлесное плато и голые склоны Крымских гор покрываются молодым лесом. Зеленые насаждения не только радуют глаз, но и начинают приносить пользу: они защищают почву от выдувания и смыва и удерживают в ней влагу — ту «живую воду», которая, по словам А. Ф. Скоробогатого, и есть главное богатство Крыма.

УДК 634.9







В в е р х у.
Опытные трехлетние культуры на Бабуган-яйле (высота 1450 м над ур. м.) Фото автора

В с е р е д и н е.
Крутой затеррасированный склон Демерджи-яйлы. Фото автора.

В н и з у.
Молодой лес накапливает и задерживает снег на яйлах. Фото И. П. Ведь.

В предгорьях Гиндукуша

А. А. Никонов
Кандидат географических наук

Институт физики Земли АН СССР

Когда мы возвращались из Афганистана, знакомые геологи спрашивали: «А в Гиндукуше были?»; знакомые сейсмологи интересовались: «А в область глубокофокусных ездили?». Вопросы естественные. Ведь каждый, кто имеет отношение к геологии и географии если не со школьной, то уж со студенческой скамьи, знает, что Гиндукуш — одна из самых высоких и молодых горных систем мира.

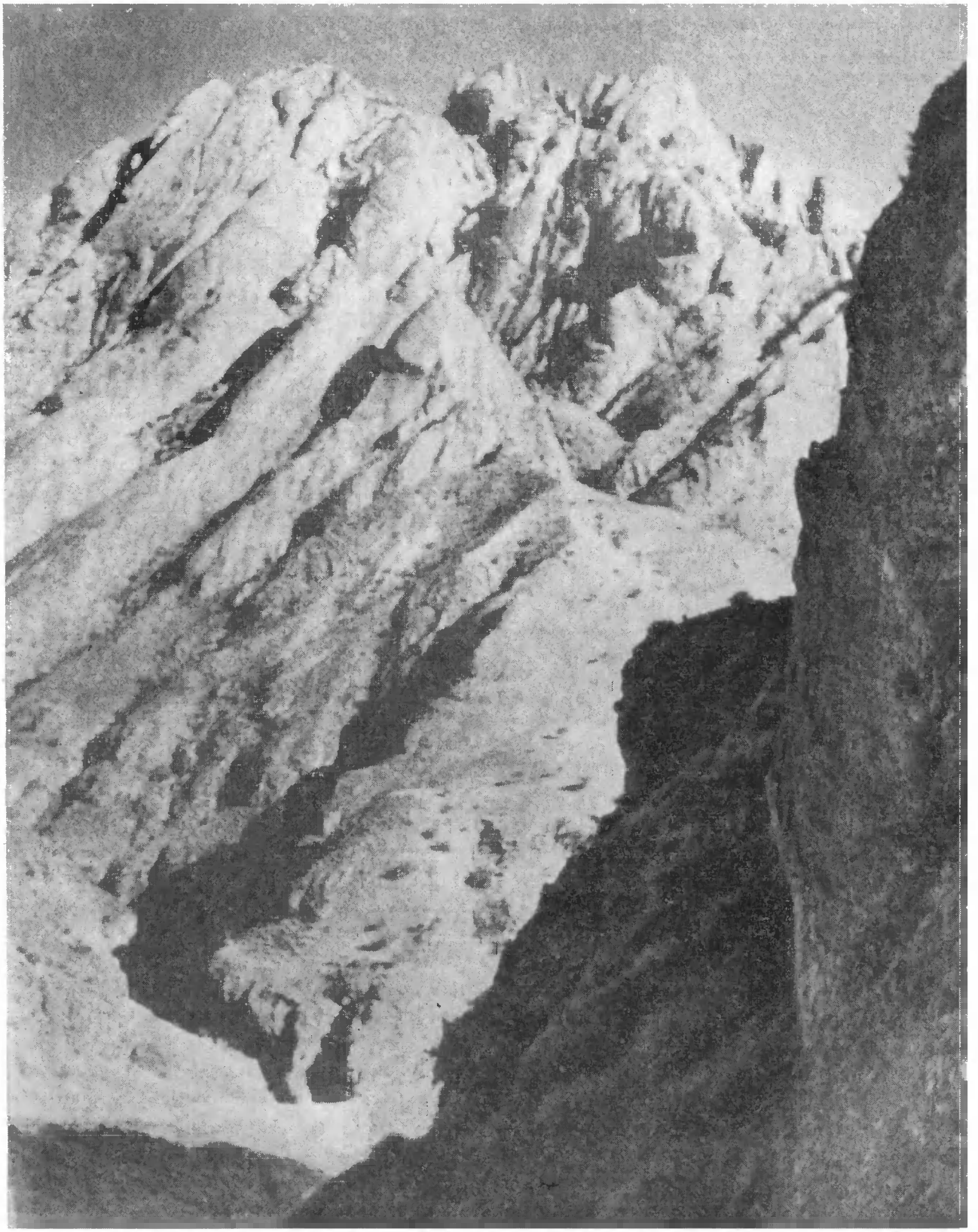
Сейсмологам же известны афганские глубокофокусные землетрясения. Конечно, коль скоро задачей нашего микроотряда, организованного Институтом физики Земли АН СССР, было изучение сейсмотектоники Северного Афганистана, могли ли мы пройти мимо этих выдающихся природных феноменов? Видели мы и Гиндукуш, взгромоздившийся на 5000—7000 м за какие-нибудь несколько миллионов лет, пробирались и на крайний северо-восток Афганистана, где непонятным образом, не согласуясь с современными геологическими структурами, систематически «бьют» под земной корой необычайной силы и глубины (от 80 до 300 км) землетрясения.

Но гораздо больше внимания нам пришлось уделить менее известным местам и явлениям. Не в Гиндукуше, а на подступах к нему проходят фронты наиболее активных действий противоборствующих сил Земли, где она постоянно дрожит от взрывов землетрясений. Землетрясения здесь неглубокие — максимум до 40 км, но именно поэтому они сильнее проявляются на поверхности. Для мирного населения, сосредоточенного в предгорных долинах, и для будущих гидроэлектростанций, проектируемых на Пяндже, наиболее опасны именно эти неглубокие землетрясения предгорий. Наша карта, как кляксами, была заляпана черными кружками разных размеров. Кружки — эпицентры землетрясений, сгустки их — участки повышенной сейсмичности. Карту составили наши коллеги — сейсмологи Комплексной экспедиции института. Нам предстояло разобраться в кажущемся хаосе «клякс»-эпицентров, установить их связь с геологическими структурами.

До сих пор неизвестно, каковы тектонические условия возникновения местных землетрясений. Наши предшественники, советские геологи-нефтяники, детально не исследовали предгорья; итальянские геологи группы А. Дезио (1961) покрыли маршрутами лишь часть интересовавшей нас территории. Ни те, ни другие не занимались сейсмотектоникой. Если и было известно, что предгорья расположены в зоне сочленения субширотных гиндукушских и субмеридиональных Дарвазско-Таджикских геологических структур, то все же оставалось неясным, какие тектонические направления, в каких местах являются основными, когда они наиболее активны, как усложняются и сочленяются, с какими структурами или их частями связаны землетрясения. Нечего и говорить, что вопросы новейшей тектоники и расшифровки наиболее молодых — четвертичных движений совершенно не изучены. Чтобы понять условия возникновения землетрясений, мы должны были заняться специально новейшей и четвертичной тектоникой.

Фото автора.

Ущелье р. Кокчи в месте пересечения ею интенсивно растущего в четвертичное время поднятия. По этому ущелью не прошел еще ни один исследователь



Словно перья гигантской птицы торчат стоящие «на голове» конгломераты. По такому ущелью не пройти с лошадьми

Изучить древние долины — значит изучить молодые движения земной коры.

В горах и предгорьях основную ставку при изучении новейшей тектоники надо было делать не на изучение террас, а на прослеживание древних погребенных долин и выявление деформаций четвертичных и дочетвертичных (плиоценовых) отложений. Если бы удалось восстановить плиоценовую и древнечетвертичную речную сеть, постепенное смещение ее участков в горизонтальном и вертикальном направлениях, то прояснились бы тенденции тектонического развития, расположение и величина тектонических деформаций в течение четвертичного времени. Тогда открылся бы путь к сопоставлению тектонических структур с участками повышенной сейсмичности.

Еще при работе вблизи р. Пяндж, выше устья р. Кокчи, мы обратили внимание на отдельные участки древних долин, которые были хорошо видны и на местности, и на карте.

Одна такая долина, Чахиабская, оказалась южным продолжением древней нижнечетвертичной долины, известной на советском берегу Пянджа. В том месте, где современный Пяндж прорезал древнюю долину, были обнаружены мощные галечники. Они, несомненно, были принесены из гор с востока и принадлежали древней, давно уже не существующей и теперь погребенной долине. Мы надеялись по деформации этой мертвой долины определить новейшие движения и их возраст.

Нас в основном интересовало протяжение отложенных в древней долине галечников, изменение их высотного положения, соотношение со складками подстилающих пород. Мы с геологом-тектонистом И. В. Архиповым ходили в маршруты вместе с рабочим афганцем Маматом Закиром. Когда был задуман большой маршрут в сторону долины р. Кокчи, Мамат Закир не мог примириться с тем, что русские инженер-саибы («господа-инженеры») ходят пешком, и по собственной инициативе, не имея денег и полномочий, достал в ближайшем кишлаке двух лошадей. Маршрут на лошадях оказался производительным и очень интересным. Нам удалось исправить некоторые ошибки на геологической карте и нанести на нее крупную зону резкого перегиба слоев (флексуру), под которой следовало предполагать разлом. Мы были этим очень довольны; был доволен и Мамат, что сделал наш маршрут конным; доволен остался и хозяин лошадей, получивший (денег у нас с собой не оказалось) пеньковую веревку и стеклянную банку с привинчивающейся крышкой — вещь невиданную в этих местах. Кроме того, он получил огромное удовольствие от созерцания нашей лагерной жизни.

Прослеживая древнюю долину к юго-западу, мы обнаружили, что она хорошо согласуется с тектоническими структурами участка, тяготея к синклиналям. Но перед выходом в современную долину Пянджа, сделав большую дугу по нынешним водоразделам-антиклиналям, она внезапно повисала в воздухе — повисающая над обрывом плеть железнодорожного полотна была бы не более удивительна.

Соответствующие этой долине по возрасту отложения были обнаружены лишь на дне современной долины р. Пяндж на 600 м ниже. Эту разницу следовало приписать сбросу, произошедшему на границе нижне- и среднечетвертичного времени. Скажи мне кто-нибудь об этом несколько лет назад, я бы посмотрел на него с недоверием. Но еще более удивительным было то, что сейсмическая карта над этим крупнейшим разрывом — пуста. Разрыв в настоящее время был мертв. Коварный, он под толстым покровом склоновых отложений протянулся к северо-востоку, к очередному из запроектированных гидротехнических створов. Может быть, он только притворяется мертвым и ждет случая? Этого мы сказать не могли, во всяком случае, до сопоставления данных по всем участкам.

По этому ущелью не прошел ни один исследователь

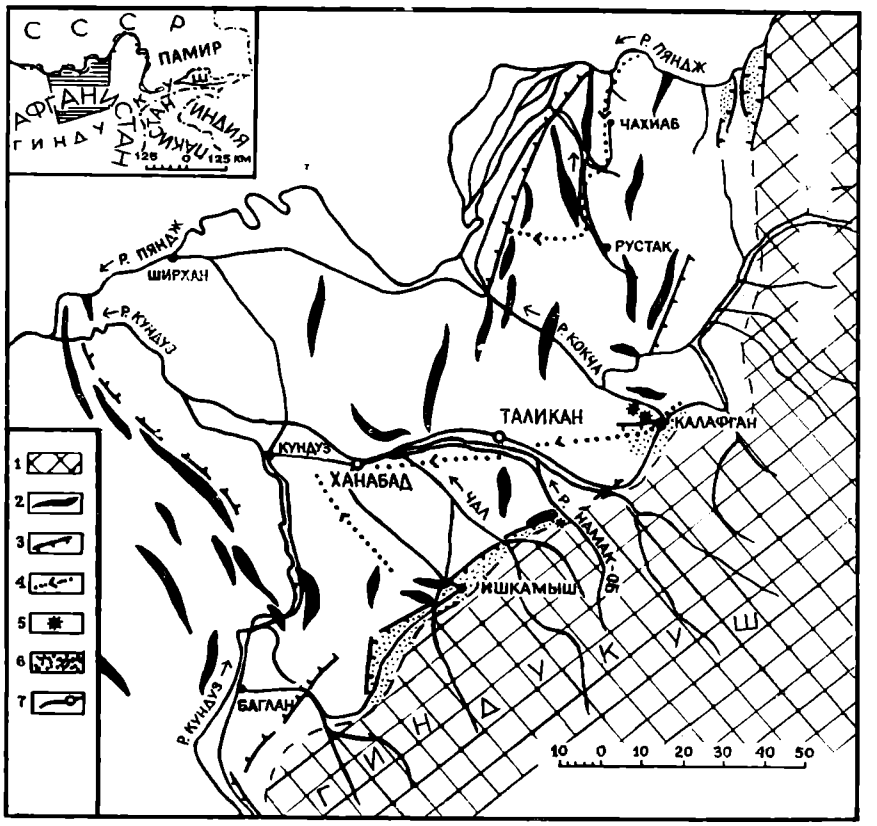
На наших подробных картах по обоим берегам Кокчи сквозь ущелье

Долина р. Кокчи при выходе из ущелья

были показаны тропы. Но мы знали, что карты составлены по аэрофотоснимкам, увидеть же тропы в ущелье с воздуха практически невозможно. Никто из исследователей в ущелье не бывал. Вместе с тем без обследования этого участка нельзя было понять соотношения древней и современной долин, тектонических причин переформирования долины. Как раз на этом участке геологические структуры от присущего всей Афгано-Таджикской впадине субмеридионального направления менялись на субширотное, здесь же сгустились «кляксы» землятрясений. Могли ли мы отказаться от попытки пробраться туда? Решили подойти к ущелью сбоку, со стороны древней долины. В ближайшем центре, Калафгане, при содействии губернатора был снаряжен небольшой караван.

К концу первого дня пути мы без тропы «свалились» в глубокое суходонное боковое ущелье и были остановлены обрывом, через который нечего было и думать провести лошадей. Ночевать пришлось на дне ущелья на такой маленькой площадке, что мы только и могли расстелить свои мешки. После нестерпимо жаркого дня и ночь не несла прохлады. Только под утро стало легче, и уже задолго до солнца мы, оставив на месте караван, пробирались к грозному, дикому ущелью Кокчи. На противоположном его борту, как перья гигантской птицы, высоко над нами торчали стоящие вертикально пласты конгломератов и песчаников. Обточенные по слоистости ветром и водой, они были как бы воткнуты в ущелье — глубокую рану земли. На дне его струилась мутно-бурая, будто кровяная, река.

Никакие чрезвычайные условия не избавляют от счастливой необходимости постоянно наблюдать, измерять, сопоставлять, зарисовывать, размышлять, записывать, отвергать, проверять и ставить новые вопросы. Какие породы слагают поверхность, каковы их свойства, возраст, условия залегания, взаимоотношения с другими породами; каковы особенности форм рельефа, чем они обусловлены, как связаны с характером



Карта предгорий Гиндукуша в бассейнах рек Кокча и Кундуз: 1 — горы абсолютной высотой свыше 2500 м, сложенные палеозойскими породами фундамента; 2 — отдельные горные гряды-антиклинали, сложенные породами мезокайнозойского чехла; 3 — важнейшие разломы, по которым установлены значительные подвижки в четвертичный период; 4—выявленные направления течения рек в нижнечетвертичное время (участки мертвых долин и накопления нижнечетвертичного аллювия); 5— соляные купола; 6 — предгорные тектонические впадины, развившиеся в четвертичный период; 7 — грунтовые дороги и населенные пункты. Составили И. В. Архипов и А. А. Никонов

и возрастом пород и условиями их залегания — это лишь малая часть постоянных вопросов. Постоянных потому, что в горах — тектонически активных областях — смена пород и их залегания происходит на расстоянии нескольких сотен метров, и каждое изменение необходимо заметить и объяснить, не теряя из виду поисков общих закономерностей.

Постоянное напряжение мысли в маршруте — менее заметная, но более важная часть работы, чем напряжение мускулов. «Геолога кормят ноги» — это ходячее выражение, по-моему, верно в том смысле, что наблюдения при передвижении питают мысль геолога.

Вот и здесь задумываешься над вопросами: идет ли долина р. Кокчи по простиранию пород или сечет их, связана ли ее асимметрия с падением пород, как меняется глубина и форма долины, как ведут себя террасы, меняется ли их высота и строение? Если изменения имеются, то связаны ли они с изменениями твердости пород, их падением, изменением направления течения реки и расходов воды в ней или они обязаны тектоническому развитию?

Судя по крутизне бортов, незначительным размерам врезанных террас, отсутствию галечников и следов переуглубления, река на этом участке врезалась на протяжении всего четвертичного периода. Когда я попытался сравнить профиль среднечетвертичного русла с современным, то оказалось, что среднечетвертичное русло не опускается вниз по течению, а, наоборот, идет вверх. И не на один или пять, а на 200 метров! Даже с помощью афганской пословицы «мощный поток и в гору течет» объяснить этот факт невозможно. Оставалась — тектоника: только за вторую половину четвертичного периода поднятие местной антиклинали над прилежащими (тоже поднимающимися) участками составило не менее 300 м.

И. В. Архипов нашел здесь такой резкий перегиб геологических слоев, который мог возникнуть только над разломом земной коры. Это было продолжение уже знакомой нам по предыдущему маршруту флексуры. Если так интенсивны деформации и скорости движений, то что ж удивительного в сгущении на этом участке эпицентров землетрясений!

Поскольку вдоль ущелья пройти, конечно, было невозможно даже пешему, пришлось с караваном выбираться обратно и идти по водоразделу. С пяти утра до восьми вечера весь следующий день мы пробирались через глубокие боковые долины и ущелья. Изнурительная жара туманила мозг, расслабляла тело, убивала аппетит. Приходилось постоянно сверяться с картой, спрашивать встречных землепашцев (каждый клочок на склонах крутизной до 35—40° запахан) — тропы на карте шли иначе, чем в действительности. К вечеру один из встречных взялся вывести нас к Кокче через ближайший гребень за 10 минут. Но только через час, вконец измотанные, мы действительно оказались на берегу Кокчи, к сожалению, в нескольких километрах от интересовавшего нас места. Добрая воля проводника не вызывала сомнений, и мы его благодарили. В эту ночь мы заснули на низком уступе под усыпляющий рев

и живительные брызги клокочущей реки.

Маршрут следующего дня начали в 4 часа утра. Здесь снова на высоте всего нескольких десятков метров над современной долиной хорошо видна была древняя долина со следами среднечетвертичных речных отложений. Следовательно, в среднечетвертичное время этот район подвергся менее значительным поднятиям, чем это происходило выше по ущелью. Но какова была тектоническая обстановка в нижнечетвертичное время? Чтобы установить характер ранних деформаций, мы должны были пройти к Калафганскому проходу.

Путь этот труден. Утром следующего дня солнце застало нас в сухом русле длинного сая. Сходим с лошадей и, прижимаясь к узким, еще затененным обрывам, ведем их на поводу. Ноги не идут, в голове стучит, глубокие вдохи не облегчают, а лишь еще больше изматывают. Нахожу небольшое углубление в обрывистом склоне и, полулежа, засовываю туда голову и плечи. Солнце в упор расстреливает туловище и ноги, так что если не приподнимать от тела ткань штанов, кожа ног сжигается через нее. Коноводы укрываются под лошадьми.

Еще полчаса ходьбы. Дно долины становится влажным — скоро должно наступить облегчение. Вот и струйка воды, прозрачная, живительная. Фу, вода соленая, даже лошади ее не пьют (вспоминаю: ведь где-то на водоразделе находятся соляные разработки).

Еще через полчаса я валюсь под лессовый обрыв и раскидываюсь на гальке так, чтобы рукой доставать до воды. Зной вытесняет почти все силы. Единственно, что я еще в состоянии делать — это мочить через каждые 10 минут рубашку в ручье и надевать ее мокрую на себя, прикладывать к пылающему лбу мокрый платок. Все на мне и вокруг меня соленое. Соль маршрута. Соль земли. (Именно этот маршрут, лессовый обрыв и соленый ручеек под ним я вспоминал позднее в Москве, когда читал в новом путеводителе по Афганистану такие слова: «Для тех, кто хочет отдохнуть и развлечься в прекрасной стране с приятным климатом и изобилием фруктов, Афганистан, несомненно, явился бы одним из лучших курортов мира».)

На следующий день мы миновали несколько соляных штоков (вот откуда соленая вода!) и поднялись на гребень высотой 1800 м, отделяющий Кокчинскую долину от долины Калафганского прохода. Западная часть гребня — Кох-и-намак (в переводе «соляные горы») представляет собой типичный соляной купол. В Афгано-Таджикской впадине известны отложения каменной соли только юрского возраста, между тем во время маршрута мы несколько раз видели, что соль выпирала и из-под плиоценовых конгломератов. Значит, купол продолжал расти и в четвертичное время. Забравшись на него, мы увидели, что древняя, ныне мертвая, Калафганская долина (если мысленно убрать купол) продолжается прямо на запад и спускается в Таликанскую котловину. Неужели растущий соляной купол разделил долину и оттеснил ее к северу? Если погребенная долина вдоль современной Кокчи имеет среднечетвертичный возраст, то эта высокая мертвая долина, несомненно, является более ранней — видимо, нижнечетвертичной. Получается, что за вторую половину четвертичного периода, т. е. за какие-нибудь 300 тыс. лет, купол поднялся на 250—300 м.

Крупные размеры долины, резкое отличие в геологическом строении ее бортов (на севере — плиоценовые конгломераты, на юге — метаморфические породы палеозоя и меловые известняки), резкие дислокации пород и соляные купола — все это не оставляло сомнений в том, что здесь мы имеем дело с крупным предгиндукушским разломом земной коры. Этот разлом был намечен еще итальянскими геологами группы А. Дезио. Наши наблюдения уточняли его протяжение и возраст, делали понятной высокую сейсмичность участка.

Но возникало много других вопросов: какова структура предгиндукушского разлома, возраст последних активных движений по нему; почему сейсмичность вдоль него проявляется только на отдельных его участках?

Меня заинтересовал также вопрос, почему, если исследованная нижнечетвертичная долина тянулась к Таликанской котловине, то южнее, в сторону Ишкамыша, протягивалась еще одна крупная предгорная долина. Неужели долина вниз по течению реки раздваивалась?

Ишкамышская тектоническая долина-котловина была намечена исследованиями советских нефтяников, но на обзорных топографических картах она не показана. На карте, изданной в 1966 г., она также не отмечена. Но как раз это белое пятно оказалось черным на сейсмической карте, и сюда тянулся предгиндукушский разлом. Необходимо было узнать, что означает эта «черно-белая» картина. Выяснить это удалось во время последней поездки в Афганистан.

Соляные разработки от Марко Поло до наших дней

Весна. Голубое беспредельное небо; размытые оврагами красные от цветущих маков предгорья; безмятежно-чистые, недоступно-гордые горы вдали, зеленовато-прозрачные реки внизу. Вокруг кишлаков непривычный терпко-пьяный запах джуды, нежно-«мыльное» благоухание акаций. Свежесть, прозрачность воздуха, яркость зелени, полнота, насыщенность красок манили нас в предгорья, обещая приятную прохладу.

Весенние красоты, увы, непостоянны. Первого мая во время маршрута из глубокой долины Намак-об («соленая вода») на перевал, где мы рассчитывали подсечь предгиндукушский разлом, нас захватил сильнейший ливень с градом. Буквально в несколько минут лессовый склон под нашими ногами превратился в липкую, скользкую грязь. Идти стало невозможно. Мы сели на корточки спиной друг к другу, накрылись клеенкой и сидели так среди потоков грязной жижи. Ливень неистовствовал целый час: туча повисла над головой и не исчезла, лока не вылилась полностью на наши головы и ближайший кишлак. От града все склоны вокруг побелели, клеенка почти не спасала нас.

Долина Намак-об, с которой мы начали изучение предгиндукушской зоны, известна своими соляными разработками. Именно о них писал Марко Поло: «Славная страна. К югу высокие горы, и во всех есть соль; отовсюду за тридцать миль вокруг приходят за этой самой лучшей в свете солью. Соль твердая, ломают ее большими железными заступами, и так ее много, что хватит на весь свет до окончания мира. Народ молится Мухаммеду, злые разбойники засиживаются по кабакам и пьют охотно».

Через семь столетий после знаменитого венецианца мы обнаружили некоторые изменения. О кабаках в мусульманской стране говорить не приходится, так как уже много столетий коран запрещает всякие возлияния. Злые разбойники истреблены еще в первой половине нашего столетия. А соляные разработки действуют и поныне.

Когда в одном из маршрутов мы попали на склон соляного купола, перед нами открылась незабываемая картина. На склоне, изрытом уступами и ямами, с завалами глыб из каменной соли, ангидрита и гипса, на разных уровнях расположено около 15 действующих забоев — площадок, соединенных торными тропинками. В каждом забое люди, дехкане по облику, всего человек сто, специальными заступами выдалбливают и выкалывают блоки соли размером 30×30 или 30×40 см. На горе стоит сплошной перестук заступов. Несколько часов работы — и блок отколот; его оттаскивают на ближайшую свободную площадку, где грузят на ишаков. Босоногие мальчишки и взрослые парни в мягких чувяках гонят их вниз по долине. Мелкие, битые куски соли везут в мешках, перекинутых через лошадиные спины. Внизу, в долине, соль перекладывают на машины, которые подвозят ее к недавно построенной соляной фабрике.

Соль интересовала нас не столько как продукт добычи, сколько как показатель тектонических движений земной коры. Известно, что соляные купола закономерно зозникают в ослабленных участках земной коры, в частности в местах пересечения разломов, по которым пластичная соляная масса и выжимается кверху. В приповерхностных частях земной коры соль сама сминает и деформирует горные породы, и поэтому далеко не просто отличить эти псевдотектонические дислокации от собственно тектонических.

Существующие карты не давали ясной картины тектоники этих мест, и мы должны были в этом разобраться.

Существовала ли вдоль Гиндукуша река?

Через несколько дней упорной работы на нашей карте начали появляться геологические структуры. А древняя долина никак не давалась в руки. На местности, вопреки карте, она оказалась хорошо выраженной, в поперечных долинах удалось даже обнаружить обрывки ее днища. Высота его была примерно на 200 м ниже, чем на участке Калафганского прохода. Может быть, это обычное снижение высот вниз по течению реки? Тогда здесь должны быть древние отложения, но их мы не обнаружили. В зоне несомненного погружения и аккумуляции это казалось странным, затрудняло уточнение возраста долины и новейших подвижек по разлому. Уверенно можно было говорить лишь о тектонической природе предгиндукушской впадины-долины, о ее возникновении после отложения плиоценовых конгломератов. И вот почему. Конгломераты состоят из галек древних гиндукушских метаморфических и магматических пород. Но теперь эти конгломераты залегают лишь на дальнем от Гиндукуша склоне котловины. В самой впадине они не отлагались, и, скорее всего, ее еще не существовало, когда происходило накопление конгломератов. На месте впадины простирался подгорный склон Гиндукуша, впадина же возникла в самом конце плиоцена или в четвертичное время в результате резких тектонических опусканий предгиндукушской полосы.

Думать, что здесь отсутствовала мощная речная артерия, все же было трудно. Но где тогда ее отложения? Оставалось искать их на юго-западе, в самой Ишкамышской котловине. Этот район геологически почти неизучен, поэтому у нас вскоре начались «открытия» и «закрытия».

В маршруте по р. Чалу мы наткнулись, наконец, на среднечетвертичные отложения. Но как они залегали?! На дне поперечной молодой долины, которая прорезала предгиндукушскую долину поперек и оказалась на 400—500 м ниже ее! Становилось ясно, что уже с начала среднечетвертичного времени вдоль Гиндукуша не могла течь крупная река. Но и осадков нижнечетвертичного возраста обнаружить не удавалось.

Между тем накапливались свидетельства позднечетвертичных и совсем близких к нашему времени тектонических подвижек вдоль предгиндукушской зоны разломов: «вздергивание» среднечетвертичных отложений над разломом; обратный (внутрь котловины) наклон верхнечетвертичных озерных осадков на ее внешнем борту; понижение и резкое заболачивание участка юго-западнее самого Ишкамыша; резкие на северо-западном борту котловины уступы рельефа, срезающие плиоценовые конгломераты. Итак, тесная связь сейсмичности с крупной региональной предгиндукушской зоной разломов стала несомненной. Зона, стало быть, живет и развивается до настоящего времени.

В исторических анналах упоминание о разрушительном землетрясении в Ишкамыше в 1714 г. сохранилось лишь потому, что во время него погиб правитель Балхской провинции. А ныне землетрясения в Ишкамыше регистрируются сейсмографами уже десятками.

А древняя долина? С каждым днем гипотеза о древней реке вдоль Гиндукуша теряла свою стройность и привлекательность. Это отнимало надежду рассчитать по отдельным этапам скорости и градиенты деформаций, необходимые для количественного сопоставления деформаций с сейсмичностью этой зоны. Общую

величину относительных погружений котловины можно было оценить примерно в 500 м. Основное погружение, по-видимому, происходило между ранне- и среднечетвертичным временем, т. е. около полумиллиона лет назад.

Таким образом, с самого начала вдоль предгиндукушской зоны происходили неравномерные движения, некоторые участки погружались более интенсивно — так возникли отдельные котловины. Чем ближе к историческому времени, тем более дифференцированно проявляются разрывы. Потому и землетрясения «бьют» так кучно.

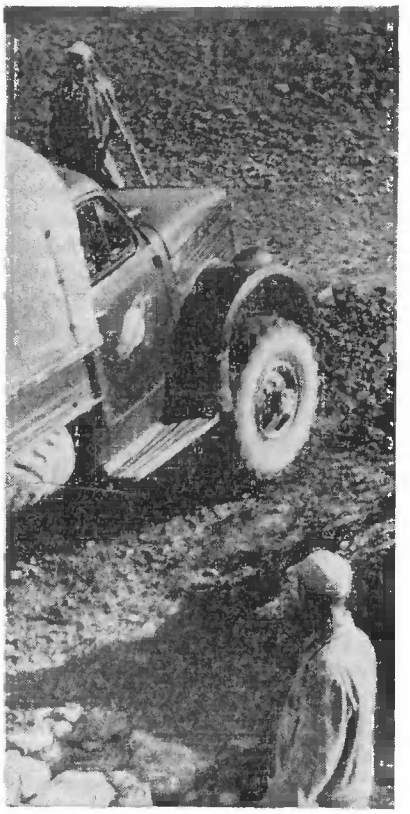
Работы в котловине кончались, а нижнечетвертичных отложений мы так и не встречали. Но ведь даже если вдоль Гиндукуша не существовала единая река, должны были существовать поперечные, стекавшие с интенсивно поднимавшейся горной страны реки. Даже если воды и застаивались в Ишкамышской котловине, ведь должны они были стекать куда-то к северу, должны были они оставить осадки...

Однако время наше истекло, нужно было переезжать на другой участок. И с нами произошло то, что нередко бывает в экспедиции: интереснейшие наблюдения делаются на обратном пути, казалось бы, случайно.

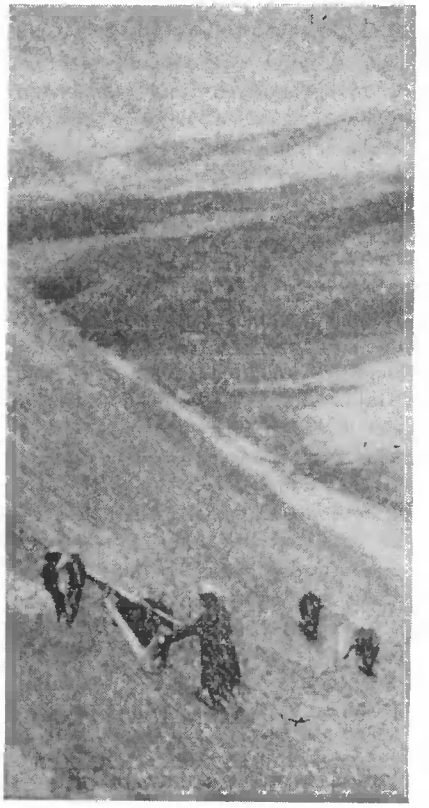
Без дороги

Везде, где можно, мы старались использовать переезды, чтобы проехать по новым местам. Так и на этот раз мы решили обследовать неизвестное ответвление дороги, уходившей из котловины на северо-запад. Местные жители знали эту дорогу только на протяжении 15 км, карты на этот участок у нас не было, и все же мы рискнули.

За грядой, ограничивавшей Ишкамышскую котловину с северо-запада, оказалась другая обширная котловина с плоским дном и невысокими холмами по сторонам. Отсутствие геологических обнажений и гладкая грунтовая дорога безостановочно вели нас вперед, так что «очну-



В некоторых местах дорожную колею надо прокладывать заново после каждого ливня



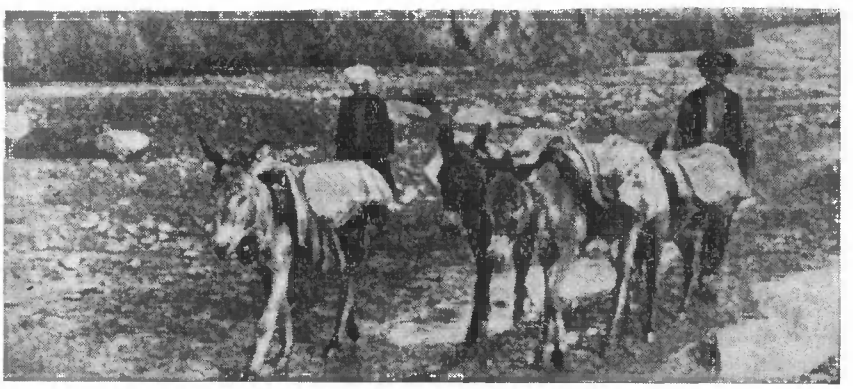
Не только на равнине, но и в предгорьях дехканин запахивает каждый клочок земли, даже на склонах крутизной до 35°

Дневной намаз. «О, аллах, всеблагой и всемилостливый, сделай так, чтобы мы выбрались невредимыми из этого ущелья»

лись» мы только километрах в сорока. В каком-то дальнем стойбище к нам попросился местный житель, стремившийся в Ханабад. Насколько можно было его понять со слов нашего шофера Сарвара, он рассчитывал прокатиться до самого города. Это подогрело нашу надежду.

Никакого движения по дороге, однако, не было, да и сама она становилась практически неезженой, а еще через несколько километров перешла в ряд караванных тропок, вытоптанных на поверхности террасы. Впереди долина суживалась и виднелись горы с выходами конгломератов. Они манили. Мы решили ехать пока можно и еще через несколько километров въехали в кишлак. Дальше дороги не было видно — только крутые склоны долины со свежими обвалами. Кишлак оказался пустым, жители работали в поле или попрятались, услышав рокот машины и решив, что начальство едет за налогами или забирать в солдаты. Наш попутчик ничего объяснить не мог. Мы уже собирались повернуть назад, ругая себя и досадуя. Но какой-то храбрый босоногий мальчишка показал на русло ручья. Плоское и довольно широкое русло виднелось за крутым уступом террасы. Посовещавшись, мы решили, что здесь проходит временный объезд из-за обвалов, разрушивших дорогу. Сарвар осторожно спустил машину на галечное дно (подняться обратно она вряд ли смогла бы), и мы поехали. На первой скорости объезжая камни и уступчики руслового подмыва, проехали один поворот, другой... Впереди дороги не было, только узкая тропка тянулась по крутому склону.

Доставка соли на базар



Поворот за поворотом, одна сотня метров за другой, минуты за минутами. Вот-вот ущелье станет непроходимым. Много раз нам приходится слезать с нашего верного «корабля пустыни», выбирать лучший путь, направлять и помогать. Я вспоминаю всех знакомых шоферов, коллег по прежним среднеазиатским экспедициям, более опытных и умелых, чем Сарвар, и думаю, многие ли обошлись бы в такой ситуации без громких слов и продолжали спокойно

вести машину? Афганский шофер проявил настоящую выдержку и смелость.

Два часа спустя мы сидели в расширении русла, у выхода долины из гор, обсуждая, как мы выглядели бы в этой щели во время недавних ливней. Наградой за риск явилась для нас находка в этой долине мощной и протяженной толщи нижнечетвертичных отложений. Нанесли места находок на карту и поняли, что это — отложения той самой поперечной крупной (возможно, единственной) долины, которая сбрасывала воды Гиндукуша из Ишкамышской впадины к низовьям р. Кундуз, где аналогичные отложения других древних долин давно были нам известны.

Надо было окончательно отказаться от представления о предгиндукушской продольной долине. Снимался вопрос и о раздвоении долины около г. Таликана. Основная долина нижнечетвертичного возраста шла из Кала-афганского прохода, конечно, севернее г. Таликана, и далее к западу. Ишкамышская котловина и другие, более мелкие, на ее продолжении возникли только под влиянием тектоники. Истина, как обычно, оказалась проще и сложнее.

«Развязка» сейсмотектонических узлов

На следующем, более западном участке вдоль р. Кундуз нам предстояло «развязать» особый тектонический узел. Десятки, сотни миллионов лет он стягивается противоборствующими силами внутриземных напряжений на границе неуемно растущего Гиндукуша и Афгано-Таджикской впадины, всячески сопротивляющейся подъему своего южного соседа-выскочки.

В этот угол, где впадина неожиданно внедряется в предгорья, как в лунку биллиардного стола, сейсмологи поймали целую кучу «шаров» — эпицентров землятрясений. Почему они «катятся» именно в этот угол? Геологическая карта наших нефтяников, кажется, подсказала ответ: здесь сочленяются и пересекаются тектонические структуры разных направлений. Между прочим, этот угол является оживленным не только в сейсмическом отношении. Тут царит оживление и людское. Здесь, в Гиндукуше проходит магистральная автомобильная лента Ширхан — Кабул, на которой «затягивается» промышленный узел — угольные разработки, электростанция, элеватор, цементный завод и т. д. Чтобы затягивать безболезненно узел промышленный, важно было разобраться в извилинах узла тектонического.

Через несколько дней работы мы увидели, что напрасно молодые геологические слои стараются спокойно покрыть и утаить бесчинства внутренних структур. Особенно активными в четвертичное время оказались две линии. По одной из них, меридиональной, где-то в середине четвертичного периода нынешняя долина р. Кундуз провалилась не менее чем на 200—400 м, увлекая в пропасть и предшествующие отложения, и следы среднечетвертичной долины. Обкорнанные ее следы сиротливо остались торчать восточнее разлома, обвиняя тектонику в нарушении элементарных норм взаимоотношений реки с ее долиной. Землетрясения были равнодушны к этой зоне.

Другой, более затаенный разлом поворачивал к северо-востоку и шел на соединение с уже известной нам ишкамышской зоной разломов, притягивая к себе землетрясения. Крупные свежие деформации вдоль него не обнаруживались. Получалось некоторое несоответствие.

Вообще попытки сопоставления новейшей тектоники и сейсмичности не раз приводили нас в затруднение и сталкивали с противоречиями. Часто принимаемое геологами простое соответствие — чем крупнее и активнее разрыв, тем больше к нему приурочено землетрясений — не соответствовало наблюдаемым фактам. На деле оказывалось, что разрывы как будто одинаковы, а сейсмичность несопоставима. Более того, в пределах, казалось бы, однородного разрыва землетрясения ложились неравномерно.

Чем больше мы работали, тем все больше убеждались, что термином «разлом» нужно пользоваться очень осторожно, привлекать дополнительные тектонические критерии, количественные методы оценки тектонических проявлений. Такой детальной работой мы смогли заняться только в Москве, и она еще не закончена. Однако предварительный анализ материала и проведенные сопоставления уже сейчас позволяют кое-что сказать о четвертичной тектонике Афгано-Таджикской впадины.

Неглубокие землетрясения предгорий оказались связанными преимущественно с теми разломами земной коры, по которым фиксируются резко дифференцированные движения в течение последних сотен тысяч лет. Выделенные полосы повышенной тектонической активности (повышенного градиента скорости движений) в течение второй половины четвертичного периода в общем хорошо совпадают с зонами повышенной сейсмичности. Что касается слабых землетрясений, то наиболее сейсмически активны те участки полос, которые испытывают поперечные поднятия четвертичного времени. На участках опускания активность слабых землетрясений, наоборот, оказалась пониженной. Значит, в местах поперечных поднятий в верхних частях земной коры возникают повышенные напряжения в процессе перестройки тектонических структур в последние сотни тысяч лет.

Сильные землетрясения фиксируются также исключительно в пределах выделенных зон повышенного градиента скорости движений, но без связи с поперечными поднятиями.

Найденные зависимости показали, что для дальнейшей целенаправленной обработки сейсмических данных, изучения сейсмического режима, сравнения участков разной сейсмичности материал необходимо группировать по выявленным тектоническим зонам и участкам в их пределах. Стало возможным приступить к составлению первой сейсмотектонической карты Северного Афганистана. Она поможет более целесообразно размещать в этом районе новые строительные объекты.

УДК 910.2

Миграция к смерти

Профессор В. Д. Лебедев
Москва

Фото автора

Превращение стройных серебристых лососей в горбатых, зубастых, черных или красных «страшилищ», и поголовная гибель их после икрометания привлекала пристальное внимание исследователей уже с начала XVII века. В чем тут дело? Тихоокеанские лососи рода Oncorhynchus — горбуша, кета, красная или нерка, сима, чавыча и кижуч широко распространены в бассейне северной части Тихого океана: по азиатскому побережью от Кореи до Берингова пролива, по американскому — от Калифорнии до Аляски. Рыбы эти — проходные, совершающие анадромные миграции, нагуливаются в океане, а размножаются в реках. В наших водах лососи заходят в реки Камчатки, Охотского побережья, Амур и его притоки, реки Сахалина и Курильских островов. Ход лососей в реки оставляет незабываемое впечатление своей грандиозностью, когда вода буквально кипит от плотно движущихся, спешащих, толкающих друг друга, выпрыгивающих из воды и с громким всплеском падающих назад огромных рыбин... И все это только для того,... чтобы отложить икру и умереть!

Вот что писал о миграции тихоокеанских лососей известный русский естествоиспытатель, академик Степан Крашенинников, наблюдавший их во время своего пребывания на Камчатке с 1737 по 1741 год.

«Вся рыба на Камчатке идет летом из моря в реки такими многочисленными стаями, что вода в реках прибывает и выступает из берегов. После убыли воды на берегах остается множество сонной рыбы. От этого поднимается потом такое зловоние, что без сомнения, могли бы возникнуть заразные болезни, если бы непрерывные ветры не очищали воздух. Если ударить в воду острогою, редко промахнешься и не попадешь в рыбу. Медведи и собаки больше промышляют здесь лапами, чем в других местах люди — бреднями и неводами».

Продолжительность жизни разных видов лососей различна и зависит от того, как долго молодь остается жить в реке, как быстро она растет в море и каких размеров достигают взрослые рыбы. Горбуша живет всего 1,5—2 года, молодь ее в реке почти не задерживается, взрослые рыбы достигают 40—50 см. Молодь кеты также скатывается в течение первого лета в море, но в отличие от молоди горбуши, некоторое время активно питается в реке. Продолжительность жизни кеты от 3 до 6 лет, размеры от 60 до 80 см. Другие виды проводят в реке от 1 до 3 лет, и только затем скатываются в море.

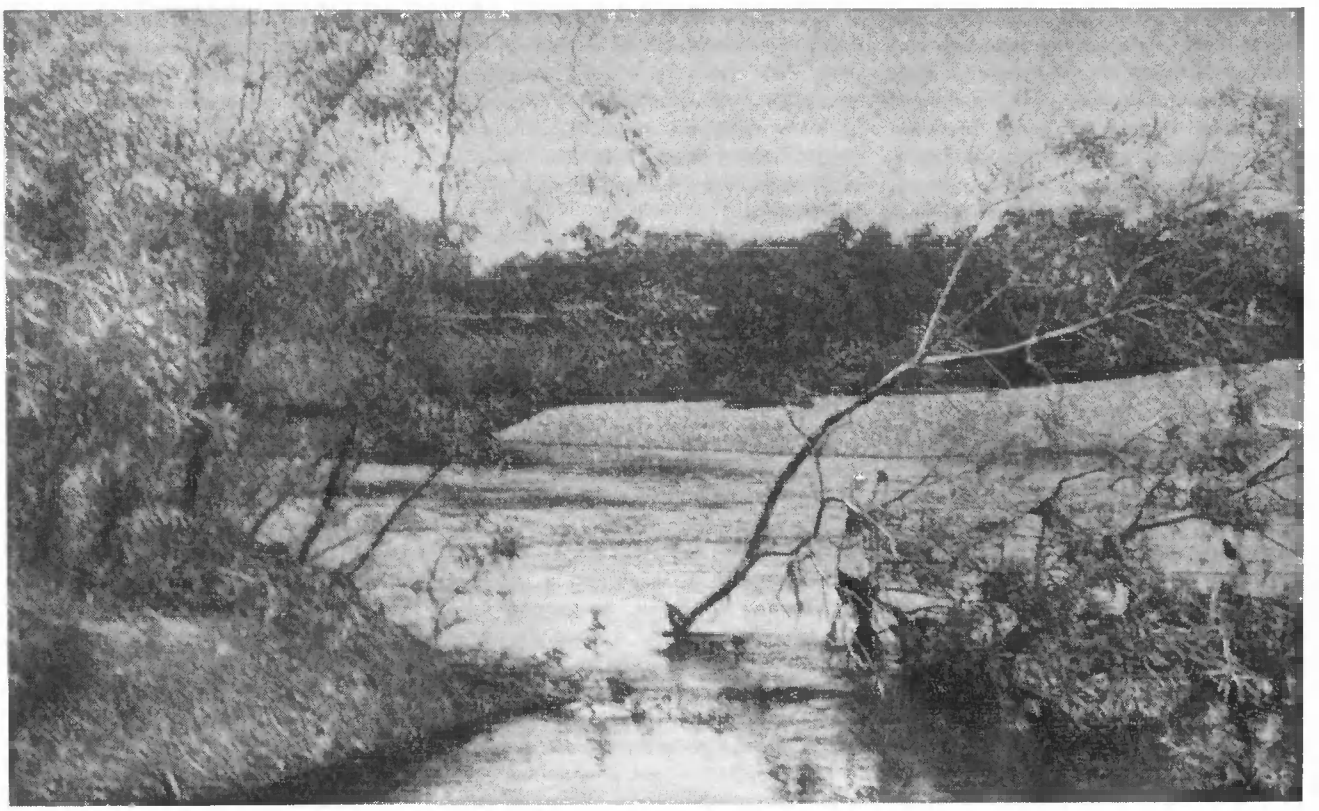
У симы, кижуча, красной и чавычи некоторые экземпляры не уходят в море и созревают в реке. Это почти всегда самцы. По сравнению с проходными жилые рыбы (созревающие в реке) всегда много мельче и называются карликовыми формами. Переходя из моря в реки, лососи некоторое время задерживаются в солоноватых водах предустьевого пространства. Видимо, в это время у них уже происходит перестройка системы регулирования осмотического давления полостных жидкостей (солевого и водного обмена).

В реке во время нерестовой миграции лососи ничем не питаются и передвигаются за счет расходования жировых запасов, накопленных во время пребывания в море. По мере подъема по реке они расходуют жир и к местам нереста подходят уже сильно отощавшими. Так, например, у кеты в устье самка содержит жира 11,3%, самец — 9,2%, на нерестилище самка — 3,9%, самец — 3%; после нереста самка — 1,6%, самец — 0,1%. У погибающих рыб остается у самки 0,5% и у самца — 0,1%.

К устьям рек лососи подходят с обычной для пелагических рыб окраской: темной спиной, серебристыми боками и светлым брюшком (отсюда и народное название этих рыб — «серебрянка»). В реке же они приобретают характерный «брачный» наряд: покровительственная пелагическая окраска сменяется яркой брачной. У кеты появляются поперечные черные и красные полосы, у горбуши голова становится черной, тело темно-коричневым, брюхо белым. Тело самцов нерки и кижуча приобретает ярко-красный цвет, голова — зеленый, плавники — кораллово-красный. Кроме того, происходят и некоторые изменения формы тела. Челюсти разрастаются и изгибаются так, что рот остается всегда полуоткрытым и становятся видны разросшиеся огромные зубы. У самцов на спине появляется горб, выраженный у разных видов в разной степени. Кожа утолщается. Чешуя частично разрушается и погружается в кожу. Особенно резко брачные изменения выражены у горбуши, наиболее многочисленного вида.

Места нереста лососей разнообразны. Каждый вид откладывает икру при определенных экологических условиях, в различные календарные сроки, на различном расстоянии от устья, закапывая ее в грунт на различную глубину и т. п. Например, нерка или красная нерестится в озерах, сообщающихся с морем, выкапывая гнезда в местах выхода грунтовых вод; остальные лососи откладывают икру в различных участках рек.

Сроки захода в реки разных видов лососей различны. Например, в реку Утку на западном берегу Камчатки (по сообщениям М. В. Добрыниной и П. В. Андриенко, Камчатское отделение Тихоокеанского научно-исследовательского института рыболовства и океанографии) (КОТИНРО) последовательно заходят и нерестятся: сима, нерка, чавыча, кета, горбуша и кижуч. Кижуч нерестится уже поздней осенью, почти зимой. В других реках последовательность хода, сроки нереста и состав заходящих видов могут быть иными. Мелкие виды лососей откладывают икру ближе к устью, крупные поднимаются выше. Например, горбуша, самый мелкий лосось — 40—50 см — нерестится в нижнем течении реки, недалеко от устья, летняя кета (60—70 см) также поднимается невысоко от устья, в то время как осенняя кета (80—90 см) в Амуре поднимается на сотни и тысячи километров. Чавыча — самый



Западная Камчатка. Река Утка, в которую заходят на нерест все виды лососей

крупный из лососей (80—100 и более сантиметров) в крупных реках Северной Америки поднимается на тысячи километров, в то же время в небольших реках Камчатки ее можно встретить и в 15—20 км от устья. Кижуч поднимается в верхнее течение рек и мечет икру по мелким притокам и ключам. Сима также поднимается в верхнее течение небольших речек и мечет икру на быстрых перекатах.

Ряд наблюдений показывает, что летняя кета и горбуша, хотя иногда и нерестятся на одинаковом расстоянии от устья, но икру откладывают в различных местах. Например, кета — ближе к берегу в местах с более медленным течением, а горбуша — на стрежне, где течение быстрое [1]. Поэтому икра кеты развивается при меньшем содержании кислорода в воде, в результате чего содержит больше каротиноидов, а следовательно, имеет и более красный цвет, чем икра горбуши.

По наблюдениям П. В. Андриенко, в р. Утке на Западной Камчатке кета закапывает икру на более медленном течении, но в местах выхода грунтовых вод, богатых кислородом, и ее икра светлее икры горбуши и других лососей. По мнению ряда исследователей, каротиноиды принимают участие в процессе дыхания и представляют собой дыхательный пигмент. В то же время другие исследователи считают, что интенсивность окраски икры лососей не отражает потребления ею кислорода. Так что этот вопрос еще недостаточно выяснен.

Но возможно, существуют и другие варианты нереста. В нижнем течении реки Утки на западном побережье Камчатки на одних и тех же нерестилищах последовательно выкапывают гнезда чавыча, кета и горбуша. Это наводит на мысль, что икра этих лососей может быть отложена в одном месте, но в разные сроки и на разной глубине. Чавыча закапывает икру на глубину около 70 см, кета на 30—40 см, горбуша на 20—30 см. Соответственно и цвет икры наиболее красный у чавычи. Вполне возможно, что галька, разрыхленная крупной чавычей, привлекает самку кеты, а впоследствии на такое подготовленное место приходит и горбуша.

Таким образом, у тихоокеанских лососей выработались определенные приспособления, позволяющие использовать нерестовые реки с наименьшими помехами для разных видов в пределах рода.

У всех видов лососей рода Oncorhynchus гнездо выкапывает самка, а затем, обычно ночью, откладывает в него икру. В нересте принимает участие несколько самцов, у некоторых видов (сима, нерка, кижуч) и карликовые самцы, постоянно обитающие в реке. После нереста самка засыпает икру галькой и на месте гнезда образуется бугор. Самцы уходят, а самка остается у бугра, охраняя его до самой своей гибели.

После первого же нереста лососи — и самцы и самки — погибают. Трупы их (снёнка) остаются на нерестилище, задерживаясь у бугров и на гальке по берегу у обсохших сверху бугров. На берегу трупы через некоторое время начинают разлагаться, но в холодной прозрачной воде значительная часть снёнки сохраняется до весны.

Чем же объяснить биологическую целесообразность столь трагического окончания нерестового периода у тихоокеанских лососей? Некоторые ихтиологи полагают, что посленерестовая гибель — это своеобразное приспособление к сокращению численности вида для предотвращения перенаселения. По их мнению, при сохранении отнерестившихся лососей и возвращении их в океан, его кормовая база оказалась бы недостаточной, чтобы прокормить и старое и новое поколение, т. е. многовозрастная структура стада лососей в океане привела бы к подрыву их кормовой базы и уменьшению численности молодого поколения.

Однако посленерестовая гибель свойственна не только тихоокеанским лососям, а наблюдается также у миног, некоторых проходных сельдей, байкальской голомянки, речных угрей и многих других рыб. Большинство исследователей полагает, что причина гибели всех этих разнородных рыб одна и та же: глубокие необратимые изменения строения тела и обмена веществ, возникающие в результате появления брачного наряда, траты энергетических веществ на образование половых продуктов и на огромную механическую работу во время нерестовой миграции, когда рыбы не питаются. Но такое объяснение посленерестовой гибели не вскрывает внутренней сущности данного явления.

Биологический смысл некоторых брачных изменений уже получил ряд объяснений. Так, член-корреспондент АН СССР Г. В. Никольский (1961) и некоторые другие исследователи полагают, что в реке лососи приобретают окраску, сходную с покровительственной окраской живых лососей и молоди в речной период жизни (пестряткой), выполняющей защитную функцию; другой известный ихтиолог А. И. Смирнов (1959) полагает, что появление красных тонов и погружение чешуи в кожу связаны с увеличением дыхательной функции кожи в период нереста.

Разрастание челюстей и зубов большинство исследователей склонны отнести к патологическим изменениям в результате больших физиологических преобразований, связанных с миграцией и нерестом. Образование горба, уплощение и увеличение высоты тела часто склонны объяснить приспособлением к гидрологическим особенностям нереста в гнезде на быстром течении.

Не отрицая приведенных выше соображений по поводу брачных изменений у лососей, мы полагаем, что они могут быть связаны и с другими особенностями биологии этих рыб, возникшими при переходе их к проходному образу жизни.

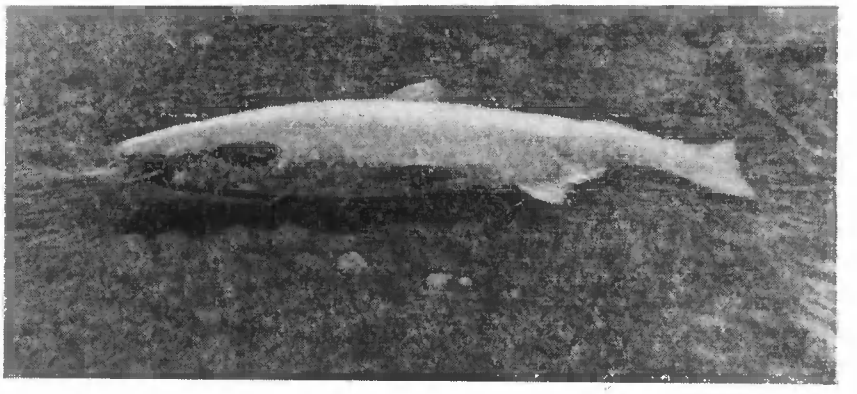
Полное или частичное голодание проходных рыб во время нерестовой миграции член-корр. Г. В. Ни-

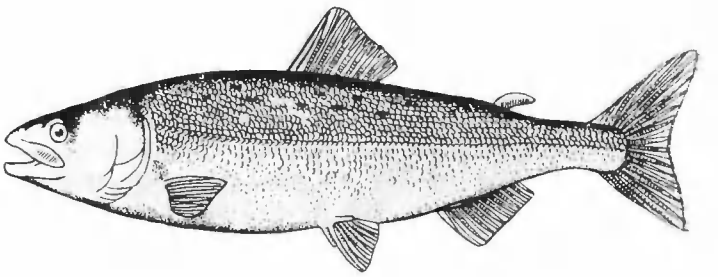
[1] Г. В. Никольский и С. Г. Соин. «Природа», № 4, 1954 г.

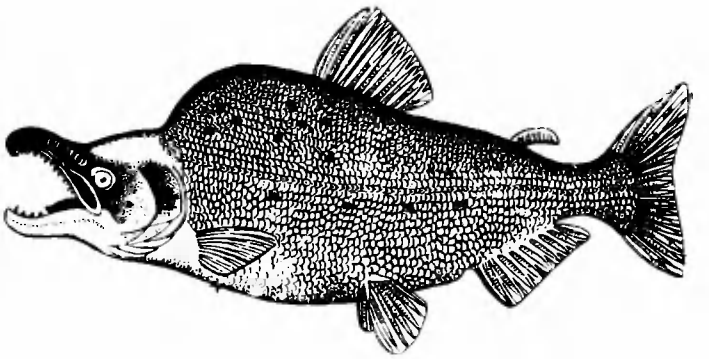
кольский (1954) объясняет нарушением пищеварения в связи с перестройкой системы осморегуляции. Однако ряд рыб, переходя из воды одной солености в другую и меняя систему осморегуляции, продолжает все же (например кумжа) питаться. «Голодная» нерестовая миграция, по-видимому, все же — приспособление к проходному образу жизни и передвижению в малокормные водоемы.

Нерестовые миграции лососей возникли в результате освоения первично-пресноводными рыбами, типа форелей, богатой кормовой базы моря при сохранении мест размножения в реках и озерах. Освоение кормовой базы моря привело к увеличению численности и размеров проходных лососей. В результате в пределах рода тихоокеанских лососей (Oncorhynchus) образовались различные виды (кета, горбуша, нерка и др.), разошедшиеся по различным стациям — в море во время откорма и в реке во время нереста. Это расхождение способствует процветанию рода Oncorhynchus в целом, и его можно назвать родовым приспособлением. Однако расхождение лососей в пределах рода не устраняет опасности гибели отложенной икры в результате перекапывания гнезд последующими косяками лососей одного и того же вида. В качестве приспособления, предотвращающего это явление и регулирующего распределение нерестящихся лососей по реке, и возник инстинкт охраны гнезд, брачные изменения и посленерестовая гибель. Это можно назвать видовыми приспособлениями. С этой точки зрения становится понятным ход нерестовой миграции и экология нереста проходных лососей.

Проходные лососи в реке не питаются, поскольку кормовая база рек значительно беднее кормовой базы океана, и косяки проходных лососей или других рыб, питаясь в реке, уничтожили бы в ней все живое, в том числе и собственную молодь, проводящую там свой речной период жизни, а также жилых форелей и гольцов.



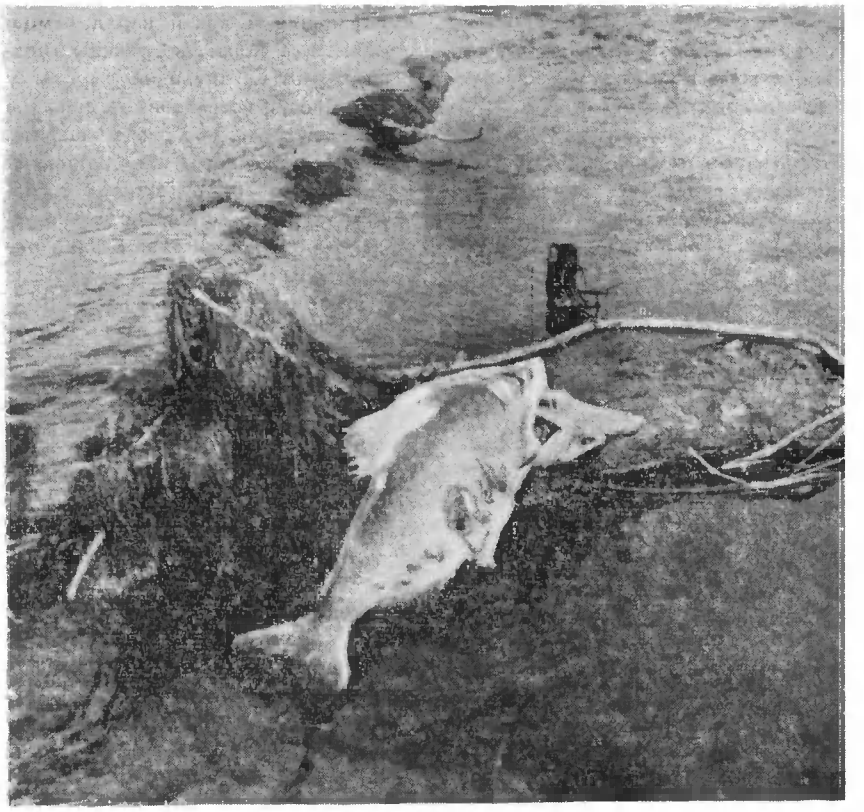




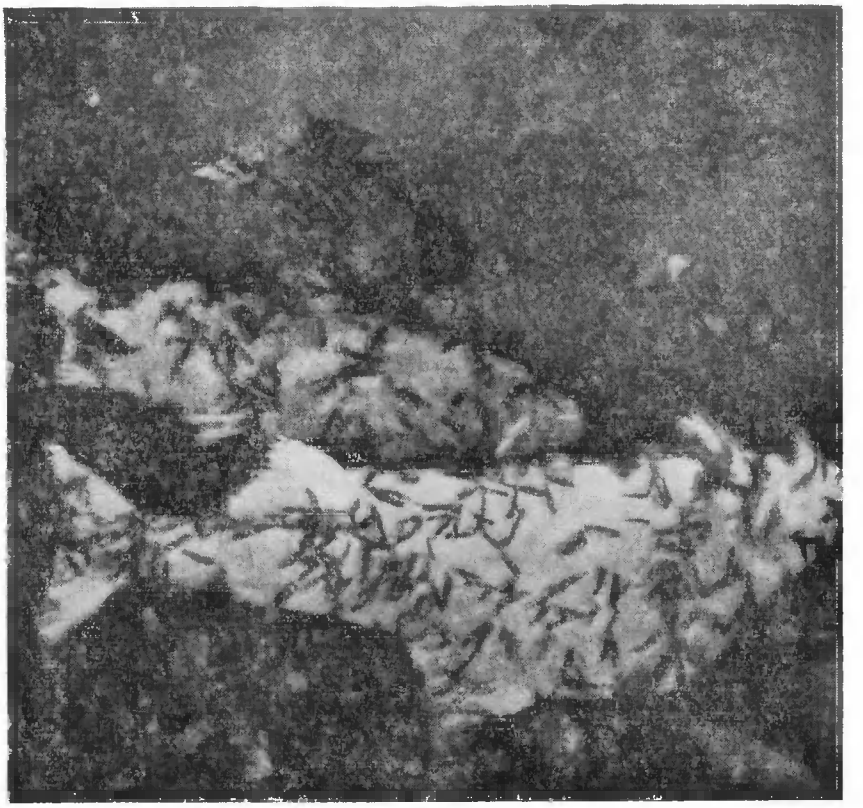
На левой полосе см. сверху вниз:
Нерестовый бугор горбуши на реке Утка. Впереди погибшая самка
Погибшая после нереста чавыча

Самец горбуши, пришедший из моря

Он же в брачном наряде в реке



Остатки погибших самца и самки на нерестовом бугре; погибшая горбуша после спада воды (справа вверху); личинки ручейников питаются трупами погибших после нереста горбуш (справа внизу)



Вероятно, в реке у лососей половые инстинкты размножения подавляют инстинкт голода (хотя этому как будто противоречит тот факт, что ходовые лососи жадно хватают блесну, почему и лов их спиннингом в реке запрещен). Лососи откладывают крупную икру, и плодовитость их невелика, достигая в среднем 1600 икринок у горбуши, 2500 — у кеты и 8250 — у чавычи. Крупная икра возникла в процессе приспособления к жизни в горных и полугорных реках. Планктон в таких водоемах не развивается, и при переходе на активное питание, после всасывания желточного мешка, личинки сталкиваются с довольно крупными кормовыми организмами. Увеличение размеров икры должно повлечь за собой увеличение продолжительности инкубационного периода. Все это в целом могло бы увеличить гибель крупной икры от абиотических и биотических условий, если бы в процессе эволюции не возник инстинкт закапывания икры в гальку. Благодаря этому икра попала в более стабильные условия развития, ее гибель снизилась. При этом, видимо, календарные сроки нереста сместились к осени — началу зимы. При низкой температуре и малом содержании кислорода в грунте развитие замедлялось, инкубационный период увеличился и формирование личинок стало происходить в буграх. Весной из бугров выходит относительно крупная, хорошо сформированная молодь, которая либо сразу, не питаясь, скатывается в море (горбуша), либо скатывается сразу, но при этом питается (кета), либо задерживается в реке на два-три года, либо образует жилые формы (остальные лососи).

Вероятно, возникновение у лососей в процессе эволюции брачного наряда связано с появлением инстинкта охраны гнезда: яркая окраска, разросшиеся изогнутые челюсти, торчащие зубы и горб делают рыбу заметной и придают ей необычный, устрашающий вид. Брачный наряд лососей, как и других рыб, охраняющих гнезда (бычки, колюшка, некоторые морские собачки и др.), видимо, несет сигнальную функцию. У птиц сигнальное значение в брачный период имеет пение и яркий наряд самца, помогающие показать границы гнездового участка. Функцию угрозы у собаки несут оскаленные зубы и поднявшаяся на загривке шерсть. Кошка при опасности изгибает спину и шипит, что также является сигналом угрозы. Примеров сигнально-угрожающей и предупредительной окраски, позы и формы у животных можно привести очень много.

Кроме того, более резкое развитие брачного наряда у самцов свидетельствует о его «турнирном» значении. Огромные загнутые зубы, расположенные на изогнутых несмыкающихся челюстях, не могут нанести серьезных повреждений сопернику и, видимо, играют роль турнирного оружия, способствуя лишь подбору самцов в нерестовой группе.

Таким образом, брачные изменения у лососей вместе с инстинктом охраны гнезда способствуют равномерному распределению нерестящихся рыб по реке, снижая тем самым отход икры в результате перекапывания гнезд.

Брачные изменения лососей настолько велики, что имеют необратимый характер. Во время охраны нерестового бугра слабеющую самку начинает сносить течением, но, собравшись с последними силами, она снова и снова возвращается к бугру и, погибая, опускается на дно и обычно остается лежать за бугром. Погибшие горбатые самцы с открытыми ртами, искривленными оскаленными челюстями обычно разносятся по всему нерестилищу и лежат между бугров. Брачная окраска у погибших лососей сохраняется довольно долго. В 1965 г. мне пришлось идти вдоль берега озера Дальнего на Камчатке. В озере как раз закончился нерест красной, и сквозь прозрачную воду были видны нерестовые бугры и лежащие возле них трупы погибших самок, которые, как яркие флаги, отмечали места нереста; при этом гнезда располагались довольно равномерно по дну озера. Таким образом, и после гибели лососей их брачный наряд продолжает некоторое время выполнять сигнально-отпугивающие функции. Трупами погибших лососей кормятся многочисленные на Камчатке и Аляске медведи, выдры, орланы, чайки и другие животные. А самое главное — это то, что в реке трупами лососей кормятся личинки ручейников, веснянок, поденок и других воздушных насекомых, а также водные беспозвоночные, которыми в дальнейшем кормятся жилые формы лососей и молодь проходных лососей во время речного периода жизни. Кроме того, непосредственно снёнкой питаются как жилые лососи, так и молодь проходных. Весной, после выхода из бугров, когда в реке еще мало пищи, личинки в основном питаются трупами погибших после нереста лососей.

Таким образом, проходные лососи ценой собственной жизни обеспечивают обильную кормовую базу своему потомству в пресноводных водоемах. Вместе с ними обширная кормовая база моря как бы перемещается на сушу.

«Голодная миграция», брачный наряд, забота о потомстве и посленерестовая гибель представляют ряд приспособлений, поддерживающих высокую численность тихоокеанских проходных лососей, а гибель их после икрометания обеспечивает жизнь на суше, в реке и море.

УДК 6.597.55

Цвета природы

А. Е. Ферсман

А. Е. Ферсман с одним из сотрудников Кольской базы в Хибинах. 1938 г.

В архиве академика А. Е. Ферсмана (1883—1945) хранится целый ряд оставшихся незаконченными и не опубликованных рукописей. Как известно, увлекаясь, Александр Евгеньевич обычно работал одновременно над многими научными проблемами, нередко далекими друг от друга по тематике. В его рабочем кабинете на полках и сейчас можно найти папки, в которых им собраны самые различные материалы, еще совсем не известные.

Среди небольших разрозненных листочков пожелтевшей бумаги, исписанных мелким четким почерком, мы выбрали страницы, относящиеся к его работе над книгой о цветах природы. Некоторым введением к этой монографии А. Е. Ферсман считал опубликованную им в 1936 г. книгу «Цвета минералов», после которой он и задумал написать большой труд о цветах природы. В своем последнем отчете о научной работе он говорил: «Все, кто внимательно читал большой том Гёте «Farbenlehre» (учение о цвете.— Ред.), не могут не обратить внимание на вступление, где Гёте вскрывает во всей глубине проблемы цвета в самой природе. Правда, с тех пор все изменилось в области изучения цветности, и особенно в понимании его химизма; накопилось огромное количество новых замечательных фактов, и в настоящее время проблема цвета сделалась задачей не только минералогии и физики, но и кристаллохимии и даже теории строения атомов. Все это требует еще огромной работы» (Записки Всероссийского минералогического об-ва, 1946, ч. XXV, вып. I, стр. 50).

В книге «Цвета природы», как свидетельствует сохранившийся ее план, А. Е. Ферсман предполагал рассказать о картинах природы — четырех временах года; об общих законах цветов природы; цветах электрических разрядов, интерференции и рассеянии; о мире первичной окраски (явлениях поглощения света, влиянии строения кристаллов на цвет, связи окраски с химией и физикой); об эволюции цветов природных процессов, а также о цвете в промышленности, искусстве и об истории цветов. Редакцию заинтересовала рукопись этой книги, поскольку в наши дни окраска минералов и ландшафтов вызывает большой интерес у представителей самых различных отраслей знания. Если многие вопросы 30 лет тому назад только ставились и значение их не всегда было ясно, то теперь теоретическое и большое практическое значение разработки этой проблемы не вызывает сомнения. Углубленное исследование цветности необходимо сейчас при получении синтетических драгоценных камней и новых красителей; при геохимических поисках некоторых полезных ископаемых, когда по цвету растительности иногда можно судить о содержащихся в ней химических элементах; в живописи — при поисках устойчивых естественных красок; в производстве специальных светофильтров, которые широко применяются в науке и технике; при каменном литье. Не менее существенны вопросы влияния цвета на психику человека, его трудоспособность, уравновешенность и т. д.

Фрагменты рукописи книги А. Е. Ферсмана, любезно предоставленной вдовой академика, Е. М. Ферсман, печатаются с некоторыми сокращениями. В подготовке текста к печати большую помощь оказал ученик Александра Евгеньевича — доктор геолого-минералогических наук В. В. Щербика.

Введение

Всякое исследование и всякое произведение искусства или науки рождается в порывах увлечения, в результате всезахватывающего переживания, как это говорил М. Планк. Но дорастает оно до научного открытия, до связанной единой теории только в результате долгого, упорного и систематического труда. Мой настоящий труд — лишь первый этап в этом длинном пути, лишь первые линии замечательной проблемы цвета. Я ею увлекался еще с детства, когда синева южного моря охватывала своим очарованием картины Крыма, Греции и Италии, когда, позднее, я весь ушел в дымки серого севера, с его мягкими чертами спокойствия и тишины.

Я горел увлечением драгоценными камнями, когда они переливались своими яркими цветами, говоря о каких-то еще не изведанных законах красок камня, и незабываемыми остаются для меня яркие картины алтайских цветочных полей, квадратики пестрых плантаций цветов Голландии, яркие краски альпийских лугов или ирисовых полей Забайкалья. И как художник в душе, как минералог и химик по своей научной мысли, я мечтал слить в единую струю и эти переживания и научные идеи. Я мечтал о том времени, когда точный математический анализ сумеет разгадать великие законы цветов и окрасок.

Мы живем в мире сложнейшего сочетания тонов и цветов, наш глаз в их восприятии создает для нас всю красоту природы и тот зачарованный сказочный мир, который нас окружает в его смене времен, мы воспринимаем его как таковой, дышим им, глубоко переживаем... но не понимаем. Внести свой материал в эти проблемы, попытаться собрать имеющиеся данные и осветить их единой идеей — такова задача этой книги.

Больница им. Свердлова
Ленинград
1937

〈Картины природы〉

Северный ландшафт

Кто не был на севере, кто неделями не плавал на карбасе по серой глади Белого моря, кто в бурные свинцовые штормы не переживал волну океана на рыболовном судне, кто не проводил месяцы за костром в глуши тайги на берегу тихого озера, тот, кто не прочувствовал север всей своей 〈внутренней〉 природой — тот не может оценить красок и их законов сочетаний. Не может оценить и понять эти краски и полукраски, если он не сумеет глубже вникнуть в серые мягкие цвета скал, как бы подернутых узором лишаев и мхов, лишайных ярких красок окисленных руд, однообразно ровных и неизменно постоянных; если он взглядом ботаника-эколога не сумеет оценить яркости цветущих полярных растений в их полуальпийском наряде.

И тогда со строгим анализом естественника тебе будут поставлены четкие вопросы: что же характеризует цвета северного ландшафта. 〈На них〉 мы должны 〈ответить〉 следующим сухим перечнем.

1. Серо-синевато-неясные туманные цвета рассеянных сред, вызываемые плавающими в воздухе частицами паров воды или кристалликами льда. 2. Серые, не окрашенные, а покрытые серо-желто-зелеными лишаями северные скалы, без коры выветривания с ее пестрыми цветами и яркими красками высоких степеней окисления. Слишком медленны здесь химические реакции земли, слишком быстро идет разрушение пород, и серый холодный тон камня сливается в общий тон с колоритом дали.

3. Вот она и серая и угрюмая живая природа с темными вечнозелеными лесами, с болотами, тайгой и серой, зеленовато-желтой или белесой тундрой. Почти весь год владеют землею эти краски приполярного леса и тундры, и лишь 2—3 коротких летних месяца позволяют расцвести ярким, красным полярно-альпийским цветам 〈...〉, пытаясь как бы наверстать долгие зимние месяцы без красок и цветов и привлечь к себе внимание всего живого.

4. И только изредка в эту серую гармонию угрюмой северной природы врываются иные краски, как мимолетные видения, как временные случайные краски природы. То блестят под веслом вашего карбаса брызги из воды и пестрой радугой переливаются 〈в косых лучах полярного солнца〉 среди серой ряби северных озер. Но еще ярче и замечательнее горят огни северных сияний, и электрические разряды в рассеянной среде высоких слоев стратосферы сжимают кольцами и поясами Землю, вонзаясь своими металлическими завесами и огненными языками.

Мы ответили на поставленные вопросы и как геохимики и геофизики 〈смогли〉 краткой формулой выразить краски севера: серо-фиолетовые тона рассеяния, серо-буровато-зеленоватые тона самой природы и лишь очень редко яркие краски более высоких частей спектров поглощения в ярких полярно-альпийских цветах.

. . . . . .

〈Для контраста с мягкими серыми цветами северной природы перенесемся далеко на юг и увидим совершенно другие яркие окраски.〉

Одно из сильных впечатлений нашей природы 〈оставляет〉 переезд из Севастополя в Ялту через Байдары. Вас ослепляет южное солнце еще в вагоне, белые меловые известняки Инкермана, белая пыль, белые дома, ослепительно белое солнце вас охватывает еще на вокзале. Вместо ярко цветущих растений севера вы видите выжженную знойным солнцем траву, и выжженные краски солнечного юга вас провожают до Байдар.

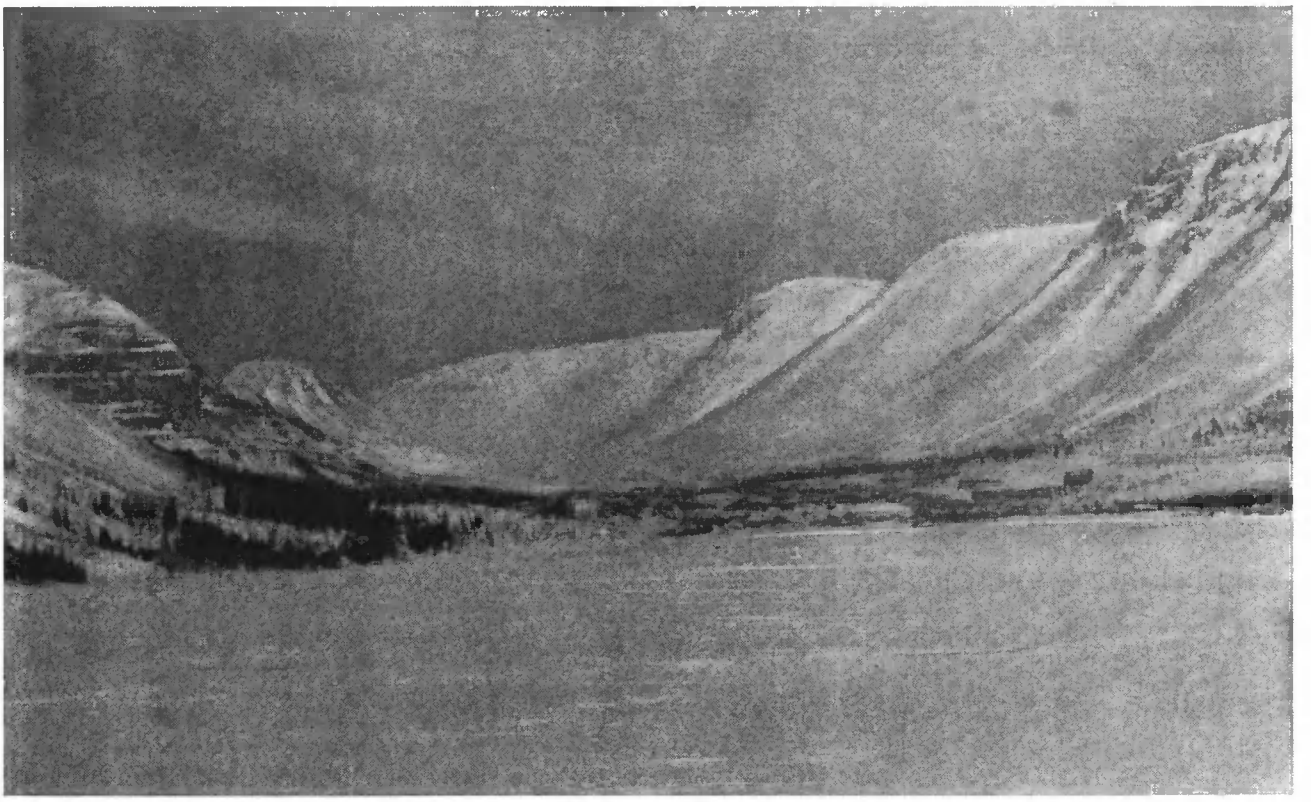
. . . . . .

Каждый ландшафт в его сочетании вещества и движения характеризуется определенной цветной гаммой окрасок, нюансов и их сочетаний. Анализ этой цветной гаммы, с точки зрения строения вещества, и вполне возможен и необходим — он один дает глубокое научное обоснование понимания природы. Для нас очевидно, что настанет время, когда каждый ландшафт можно будет разложить на системы кривых поглощения, и сочетание и наложение этих кривых дадут номограмму природных цветов. Эти кривые будут улавливать тончайшие оттенки тонов. Как электрокардиограммы в современных приборах дают сложную кривую пульсации крови во всем организме, так и сложная электрохромограмма в приборах будущего сумеет отразить во всех мелочах картину природы в тончайшей пульсации ее волнообразных движений.

Будущее за точной наукой и внедрением ее методов в изучение природы, жизни, человека и его творчества.

О цветах камней

Что может быть прекраснее ярких цветов природы, красоты красок ландшафта, букета цветов или переливов драгоценных самоцветов. Самое сильное восприятие природы дается ее тонами и их сочетанием, и прав был великий поэт Гете, когда он 125 лет тому назад поставил проблему цвета в природе не только как физик или оптик, но и как натуралист-художник. Но решение физических проблем света и цвета было тогда ему не под силу, и необходимо было еще полстолетия научной работы 〈...〉, 〈чтобы〉 физические методы исследования, связываясь с современной спектроскопией, стали все ярче и резче завоевывать сами явления окраски.



Но еще меньше мы знаем непосредственную причину окраски природы во всем разнообразии ее сочетаний.

Туманная даль наших северных ландшафтов в ее синеватых полуфиолетовых тонах только в последние годы получила свое объяснение в рассеянии световых лучей мельчайшими частицами влаги или вещества. Более короткие волны оптического спектра рассеиваются в 4 раза сильнее, чем длинные (красные). Нам делаются понятными сине-серые тона окружающего ландшафта и красно-желтые яркие зори проходящих лучей света. Выясняются редкие цвета радуги, явление интерференции лучей света и появление пестрой смены Ньютоновского спектра. Все детальнее и понятнее и математически точнее расшифровываются цвета северных сияний.

. . . . . .

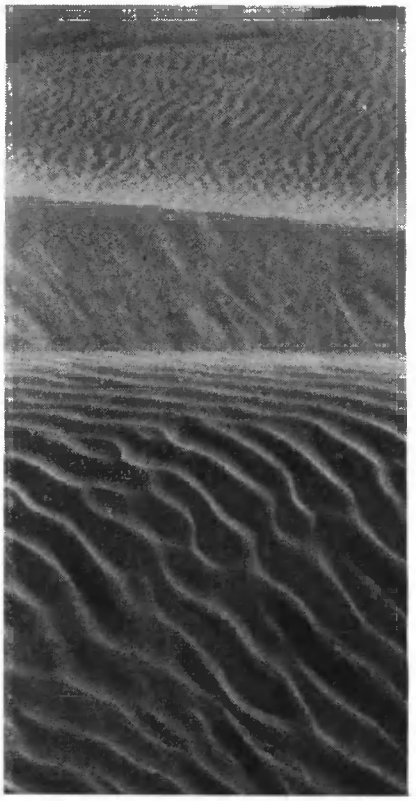
Но все это лишь отдельные явления, не определяющие краски природы. Ландшафт в его пестрой смене красок слагается из следующих основных частей: воды и неба, зелени растительного мира, камня и земли, человека и результатов его деятельности.

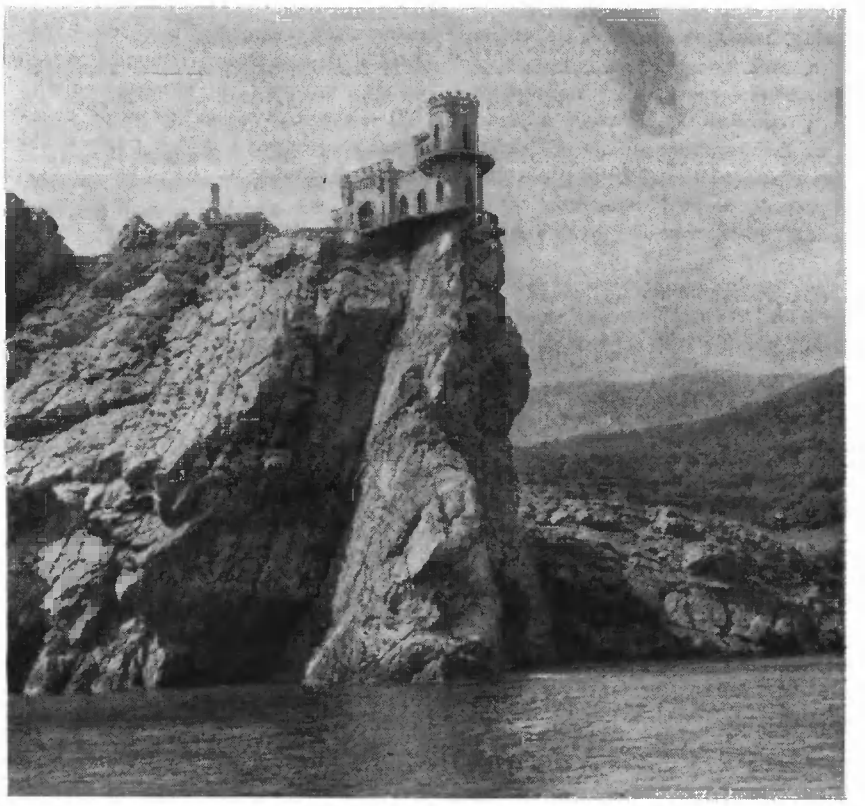
Задачей натуралиста-художника — исследователя является углубленный анализ этих окрасок, не только их передача словом, кистью, мазком, но научный анализ тех физических явлений, которые испытывает белый солнечный луч, чтобы, потеряв в явлениях поглощения часть своих колебаний, окрасить предмет в ту или иную окраску. Нам даже мало знать, *как* протекает этот процесс, начиная с самого падающего на предмет луча и кончая его преобразованием в красочное ощущение нервов нашего глаза. Нам надо сейчас понимать, *почему* протекает процесс поглощения, каков тот инструмент атомной постройки, благодаря которому часть колебаний световой волны превращается в ⟨тепловую⟩ энергию. Сейчас мы хотим смотреть на окружающие нас ландшафты новыми глазами, хотим разлагать природу на отдельные кирпичики, кристаллические структуры, атомы, ионы, мы хотим понимать не только статику этих систем, но динамику их взаимоотношений и в явлениях переноса энергии читать законы окружающих нас явлений.

Цвет и окраска для нас — это результат энергетических взаимоотношений между волнами света и электростатическими ионными постройками кристаллов. По цвету и окраске мы читаем о законах равновесия этих систем, и хаос электрического хозяйства этих систем ведет и к хаосу в мире красок и в нашем их восприятии.

. . . . . .

Очень много делает в настоящее время человек для создания цвета в промышленности и хозяйстве. Не только живые цветы садов и бульваров, но и многообразные искусственные краски в одежде, быту, архитектуре, личной обстановке, декоративном искусстве (яркие светящиеся рекламы, сигнальные огни) вносят в жизнь яркость, веселье, подъем молодости, стремлений, энергии, (оберегают нас от опасностей).





На стр. 98.
Хибины. Долина реки Саамской.
Фото А. Ферсмана, 1939 г.

На стр. 99.
Слева.
Сыпучие пески Каракум

Справа.
Крым. Ласточкино гнездо

Вопрос о художественном искусственном красителе приобретает поэтому большое значение. Совершенно понятно, что исторически сначала использовались природные каменные краски. Они изготовлялись измельчением руд железа и меди, лазурита и некоторых самоцветов. Но были также земляные краски, что мы видим из находок краскотерок каменных, в изделиях доисторических стоянок. Очень рано стали входить и некоторые прочные растительные и отчасти животные краски (напр. в древних иконах производные растительных пигментов), особенно индиго и кармин. Но все же до половины XIX века ярких красок не хватало, и мы видим, как высоко ценились все те красители, которые могли дать голубоватую синеву кирпичу (кобальт), яркий пурпур ткани или медно-мышьяковую зелень дереву — слабые попытки неорганические красители прибавлять к природным краскам,— но это были лишь зачатки синтетической химии. Но пестрота и обилие красителей начались только в последние 50 лет, когда химия органических соединений сумела создать все обилие разнообразнейших органических анилиновых красок. Создалась целая отрасль химии красителей. Нарядные ткани, бумага и дерево стали пестреть яркими и чистыми тонами. Началась эпоха искусственного цвета, создаваемого обычно несимметричными, менее устойчивыми сочетаниями атомов и ионов в сложных органических молекулах. Теория создания краски и связь полос поглощения с химической природой и химическим строением органических молекул только начинается: очень сложные взаимоотношения этих электрических систем не позволяют пока математически точно решить эту задачу, но намечаются общие эмпирические схемы связей[1]. Чем сложнее электрические связи, чем менее симметрична картина строения, чем неправильнее и запутаннее все электрическое хозяйство, напряжение полей и распределение электрических

[1] Как писал А. Е. Ферсман около 30 лет назад, «теория создания краски и связь полос поглощения с химической природой и химическим строением органических молекул» теперь позволила химикам, вводя те или иные радикалы или функциональные группы в строение молекулы органического красителя, заранее предугадывать, в каком направлении изменится его окраска. (Прим. ред.)

облаков, тем сильнее явление поглощения, тем шире и глубже полосы поглощения, тем больше перемещается уничтожение световых колебаний от фиолетового конца к красному, тем резче проявляется ряд окрасок: серой, желтой, красной, синей, зеленой, фиолетово-пурпурной.

Минеральные образования

Мы подходим к основной теме нашего изложения — к цвету камня, почвы, минерала, горной породы.

Как ответить на вопрос, есть ли какой-либо доминирующий цвет у камней?

Пойдем в Минералогический музей [1] и попытаемся, быстро окинув его оком, ответить на поставленный вопрос — мы увидим красивую, пеструю картину разнообразных оттенков, блестящих, чистых, большей частью прозрачных кристаллических камней, но как далека будет эта картина от того, что мы видим в самой природе. Сделаем тогда иначе, возьмем минералогический справочник и подсчитаем просто среднее из окрасок 2200 природных минералов — эта таблица должна быть ближе к истине, но и она очень грешит против природы, так как в ней не принято во внимание относительное распространение минералов, и потому окраска редчайшего виллиомита (красно-фиолетовая) и кварца (бесцветная) одинаково сосчитаны за единицу.

Подсчеты средние дают такие цифры (в %):

Бесцветных, белых и серых	20
Зеленоватых	10
Желтых и желтоватых	16
Бурых, коричневых	13
Красных и оранжевых	9
Черных (буро-красно-черных)	9
Фиолетовых	1
Синих и голубых, голубоватых	5
Ярко-зеленых, оливковых	5
Металлических	12
	100%

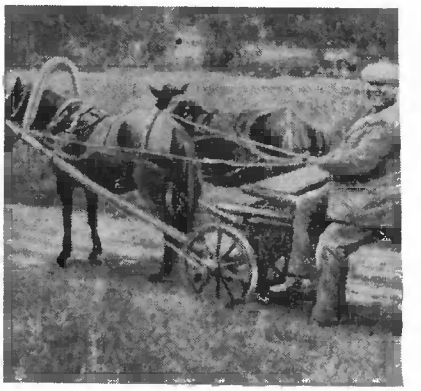
Этот список уже кое-что показывает: помимо металлических и бесцветных минералов (32% — около трети) огромное большинство окрасок относится к группе желтых, бурых, оранжевых, красных и черных — около 50% — все остальные окраски относительно редки, и самой редкой является фиолетовая.

Такой статистический подсчет будет еще интереснее, если мы внесем, хотя бы грубо, поправку на распространенность: тогда окажется, что около $^2/_3$—65—70% всех цветов химических соединений будут относиться к группе желто-буро-красных окрасок и то, что мы называем цветом земли, глины, камня в общежитии будет действительно отвечать самому обычному тону окраски минеральных соединений, а яркие тона самоцветов или каких-либо минералов хрома (зеленый хромовый гранат, сиреневый хромовый хлорит, оранжевый крокоит) представляют исключение.

Что же нам дает непосредственное наблюдение над минералами в природе и над их окраской?

Это замечательно интересная и важная проблема, на которую не было достаточно обращено внимания: цвет минерала учитывался как диагностический признак в минералогии, но и это с большой осторожностью, и студентам не рекомендовалось для экзаменов запоминать минералы только по их окраске. В петрографии в периоды ее описательного Розенбушевского расцвета цвет играл несомненную роль и различие пород, и в особенности определение последовательности кристаллизации из расплавленных магм, устанавливалось по цветности минералов [1]. Большую роль должна была бы сыграть окраска в почвоведении, где цветная зональность была еще замечена В. В. Докучаевым, но не была детально, глубоко изучена.

Попытаемся немного проанализировать несколько природных минералогических ландшафтов с точки зрения их окрасок и посмотрим, есть ли какие-либо закономерности в ходе изменения и сочетания окрасок.



Вверху
А. Е. Ферсман в одной из экспедиций в Забайкалье. 1929 г.

Внизу.
А. Е. Ферсман в Забайкалье близ горы Букука. 1929 г.

[1] Ныне музей носит имя А. Е. Ферсмана. (Прим ред.)

[1] Исключительно важную роль играет цвет в оптических исследованиях минералов в тонких прозрачных шлифах под микроскопом! (Прим. ред.)

Окраска почв

Под поверхностью растительного покрова, тесно сливаясь с ним по своей химии и по превращениям, начинается сложный мир почвенного слоя, цвета которого сложной системой прослоек и зон создают общий почвенный колорит ландшафта. Цвета почвенного покрова меняются от полюсов к экватору, и если кому-нибудь придется совершить такое путешествие от полярного севера до пустынь Средней Азии, то придется ему подметить такую смену цветов почв и продуктов разрушения горных пород и скал:

Серый, светло-белесый
бурый землистый
буровато-коричневый
(черный)
каштановый
буро-красный
ярко-красный, синевато-красный и черный.

Смена этих тонов в основе своей связана с железом и постепенным переходом от закисного железа к бурым цветам окислов железа, но богатых водой, и кончая безводной окисью железа. Изменение цветов идет закономерно в зависимости от химизма, и целый ряд вопросов более тонкого хроматического анализа открывает детали химизма почвенного покрова.

Цвета солей

С понятием соли у нас обычно связано представление о белом порошковатом, относительно мягком, неокрашенном минерале. Если с химической точки зрения это и неверно, то практически это несомненно так, и практик геолог и геохимик будут относить к одной группе солей те химические и кристаллические осадки, которые осаждаются на дно соленых озер морских бассейнов, океанов — поваренная соль, гипс, соли магния и калия, углекислые соли кальция и магния (известняк и доломиты), сульфаты щелочей, сода, бораты и т. п. Это — характерный список солей — белых, мелких кристаллических осадков земной поверхности. Мы их знаем в районах степного, пустынного или тропического климата — все это очень слабо и редко окрашенные химические тела поверхности земли.

Окраска гранитов, гнейсов, пегматитов

Огромные области материков, и особенно старых платформ, покрыты гранитами, гнейсами, кристаллическими сланцами и теми по большей части светлыми жилами пегматитов и аплитов, которые пересекают эти породы. Каков характер цветности этих массивов? Он довольно определенный, и если мы и видим среди гранитов темные и даже черные тона, то все же общий колорит гранитного ландшафта серо-желтый, светлый, светло-землистый, буроватый; он так бросается в глаза, когда едешь по дороге на гранитах, когда под осью телеги или под шинами машины потрескивают кварцевые песчинки [1]. Еще более резко выделяются в виде жил, столбов, останцов, елтышей жилы аплитов, кварца, пегматитов — этих типичных белых или бело-желтых образований гранитного ландшафта.

[1] Серые и розовые граниты часто бывают разновозрастными, и это помогает геологам в их исследованиях. (*Прим. ред.*)

Пойдем дальше в красочной характеристике наиболее важных и распространенных каменных массивов.

Окраска диабазов, базальтов

В противоположность предыдущим картинам совершенно иными тонами характеризуются темные черные породы глубин океанов, те грандиозные базальтовые покровы, которые на сотни тысяч квадратных километров покрывают восточную Сибирь, Индию, Ю. Америку. Эти ⟨излившиеся из⟩ глубины тяжелые породы, то в виде сплошных черно-зеленых масс, то грандиозных столбов многогранных колонн, то вулканических конусов или подводных потоков — черные, мрачные темные краски характеризуют их, и мы можем прямо сказать, что более светлые гранитные материки как бы плавают на поверхности темных базальтов, окутывающих землю как бы черной или темно-зеленой окалиной.

Почти металлическими кажутся некоторые базальты, и характерный звон сочетается с полуметаллическим отливом, кристаллы черного магнетита или хромита, темно-зеленые, почти черные пироксены и роговые обманки, темно-зеленые оливины и продукты их изменения, ⟨проникнутые⟩ мельчайшими темными включениями плагиоклазы (лабрадоры) — вот что составляет основу этих пород, хорошо знакомых сибирякам в типичных коренных траппах, ⟨протянувшихся⟩ вдоль сибирской магистрали от Верхнеудинска до Иркутска.

. . . . . .

УДК 094.93

К сожалению, Александр Евгеньевич не успел осуществить свой замысел. Книга осталась незаконченной. Однако и ее черновые наброски, полные тонких наблюдений, метких сравнений и выводов, несомненно, представляют большой интерес. Они могут помочь по-новому взглянуть на окружающую природу, дать повод для размышлений и содействовать выбору путей научных поисков и исследований.

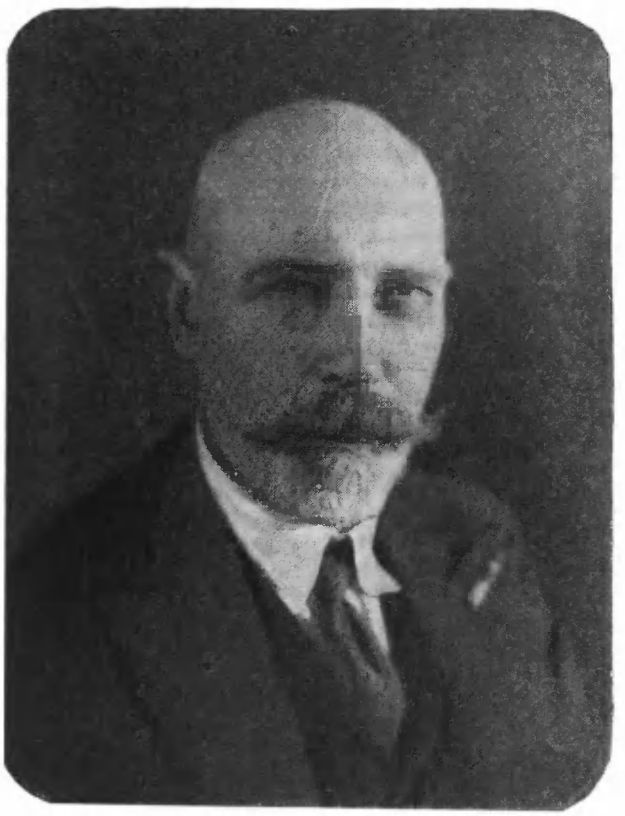
Ленинградскому обществу естествоиспытателей— 100 лет

С. П. Семенов
Ленинград

Инициатор создания Общества естествоиспытателей и его первый президент Карл Федорович Кесслер (1868—1881)

Президент Общества Андрей Николаевич Бекетов (1881—1900)

От редакции.
10 января 1969 г. исполнилось 100 лет со дня основания Ленинградского общества естествоиспытателей. Журнал «Природа» приносит свои горячие поздравления одному из старейших научных обществ нашей страны.



Президент Общества Валентин Александрович Догель (1941—1955)

Президент Общества Алексей Алексеевич Ухтомский (1931—1938)

В 1868 г. на Первом Всероссийском съезде естествоиспытателей и врачей известный зоолог К. Ф. Кесслер выступил с предложением о создании общества естествоиспытателей. Первое его заседание состоялось 28 декабря 1868 г. (10 января 1869 г. по н. ст.).

Общество ставило и ставит перед собой задачу развивать естественнонаучные исследования, распространять естественноисторические знания, содействовать исследованию природы нашей страны и объединению отечественных ученых. Для выполнения этих целей устраивались научные собрания и публичные лекции, снаряжались экспедиции и проводились экскурсии, была организована публикация трудов, выдавались пособия для осуществления научных исследований, учреждались премии и медали.

В работе общества участвовали выдающиеся ученые нашей страны: А. Н. Бекетов, К. М. Бэр, Н. Е. Введенский, В. В. Докучаев, А. О. Ковалевский, И. И. Мечников, Ф. В. Овсянников, И. П. Павлов, Н. И. Пирогов, Н. М. Пржевальский, Н. А. Северцов, П. П. Семенов-Тян-Шанский, И. М. Сеченов, К. А. Тимирязев и многие другие. Его членами состояли известные зарубежные ученые, в том числе Э. Геккель, Г. Гельмгольц, Ч. Дарвин, Л. Пастер и Г. Чермак.

Работой общества руководили крупные ученые широкого профиля: К. Ф. Кесслер, А. Н. Бекетов, А. А. Иностранцев, И. П. Бородин, А. А. Ухтомский, В. И. Вернадский, К. М. Дерюгин, В. А. Догель, Л. А. Орбели, Л. Л. Васильев. В настоящее время президент Общества — известный советский биолог, лауреат Государственной премии Б. П. Токин. Большую организационную работу ведет Е. Н. Дьяконова-Савельева, которая в течение 27 лет (с 1941 по 1968 год) бессменно работала в качестве ученого секретаря Общества, а ныне избрана его вице-президентом.

Один из важнейших вкладов Общества в развитие естественных наук — издание 75 томов его трудов и других книг, среди которых всемирно известные монографии Н. Е. Введенского, Ф. Ю. Левинсон-Лессинга и других выдающихся ученых. Эти издания собраны в библиотеке Общества естествоиспытателей. Кроме того, библиотека ведет обмен научной литературой с университетами стран социалистического содружества, а также Англии, Франции, Австрии, Норвегии, Швеции, Бельгии, Голландии, Цейлона, США, Мексики, Аргентины и других.

За 100 лет работы Общество сильно разрослось, а его структура усложнилась. В настоящее время в нем работают: отделение геологии и минералогии; отделение ботаники и почвоведения; отделение зоологии; отделение физиологии и биохимии; секция биофизики; секция биофизических основ нейродинамики; секция нейроморфологии и секция физики. Деятельность всех подразделений Общества тесно связана с Ленинградским государственным университетом им. А. А. Жданова.

В Обществе проводятся научные заседания отделений и секций, а также общие пленарные заседания, которые приобретают все большее значение в связи с синтетическим характером современной науки. Работы, доложенные членами Общества в последнее время, были посвящены таким вопросам, как космическое землеведение, геолого-минералогические исследования Советского Союза и других стран, новые географические центры происхождения культурных растений, микроэволюция вида, колебания магнитного поля Земли и инфаркты миокарда, новые физические методы изучения внутренних органов, биофизические исследования одиночных рецепторов, создание прибора для изучения электрических полей нервов и сердца на расстоянии, взаимоотношения центральной нервной системы с вегетативной, структура нервной системы в нормальных, патологических и экспериментальных условиях, и многим другим проблемам современной науки.

Обществом были открыты научно-исследовательские станции в пяти районах страны. Среди них — биологическая станция на Баренцовом море (ныне — Мурманский морской биологический институт АН СССР). Общество организует работу экспедиций, ведет пропаганду достижений научных школ Ленинградского университета. Подготовка и проведение научно-популярных лекций в учебных заведениях, на заводах и фабриках считается моральным долгом каждого члена Общества. Несмотря на солидный возраст, Ленинградское общество естествоиспытателей, уже сто лет объединяющее ученых различных специальностей, представляет собою научное общество современного синтетического типа. Дружеский и деловой союз естествоиспытателей разных поколений, привлечение научной молодежи — залог дальнейшего роста и процветания Ленинградского общества естествоиспытателей.

УДК 001(09)

Насекомые в жизни человечества

Г. А. Викторов
Доктор биологических наук
Москва

Традиционные подразделения зоологии наполняются ныне новым содержанием. Осваивая методы и результаты исследований новых областей биологии, ученые создают синтетическое представление о биологической специфике отдельных групп животных, их месте в экономике природы и рациональном использовании в интересах человека. Наглядным свидетельством сказанному может служить современное состояние энтомологии, науки о насекомых.

У большинства людей представление об энтомологах с детских лет прочно ассоциировано с жюль-верновским кузеном Бенедиктом — чудаком-коллекционером, увлеченным добыванием редких видов насекомых. Такое мнение об энтомологии, как о «двоюродной сестре филателии», в корне противоречит ее современному содержанию.

Необозримо богатый и разнообразный мир насекомых, буквально заполоняющих сушу, интересен и важен человечеству с самых разных точек зрения. Насекомые представляют собой наиболее существенных конкурентов людей в использовании растительных ресурсов, уничтожая в среднем четверть мирового урожая продовольственных культур. Бесчисленные армии кровососущих насекомых изнуряют человека и домашних животных и переносят многочисленные опасные болезни, нанося этим ущерб, который не всегда поддается учету. Однако не менее велика и положительная роль шестиногих. Многие из них играют важную роль в почвообразовательных процессах, разрушая растительные остатки и улучшая структуру почв. Другие необходимы для существования растений в качестве опылителей, третьи (многочисленные хищники и паразиты) — союзники человека в борьбе с вредителями сельского и лесного хозяйства. Нельзя забывать поставщиков ценных продуктов — медоносную пчелу и тутового шелкопряда, с незапамятных времен ставших «домашними животными».

За последнее время насекомые все больше привлекают внимание человека с новой точки зрения. Своеобразное и часто необычайно эффективное устройство их двигательного аппарата, органов чувств, ориентации и сигнализации открывает широкие возможности для использования принципов работы этих органов в технике.

Важную роль и многообразие проблем современной энтомологии очень ярко продемонстрировал проходивший в Москве в августе 1968 г. XIII Международный энтомологический конгресс. Для участия в нем собрались свыше 1700 советских и около 1500 иностранных энтомологов, представлявших 55 стран мира. В течение 8 дней на заседаниях 13 секций и 6 симпозиумов членами Конгресса было заслушано более 1000 докладов по различным отраслям теоретической и прикладной энтомологии.

Необычайное обилие видов насекомых, до сих пор изученных крайне недостаточно, традиционно определяет важную роль систематических исследований в энтомологии. Действительно, от точной диагностики объекта и умения различать близкие виды нередко зависит успех большинства и теоретических и практических работ. Современная систематика насекомых непрерывно расширяет арсенал признаков, используемых для классификации. В этих целях все шире используются особенности развития и образа жизни, а также тонкие морфологические особенности, включая число и форму хромосом. Весьма характерна также усиливающаяся тенденция к использованию в систематике математического аппарата. О перспективах этого направления на Конгрессе были сделаны доклады представителями отечественной школы точной систематики (Е. С. Смирнов и его сотрудники) и зарубежной нумерической таксономии (С. Вилкинсон и К. Боратынский — Великобритания).

За последние годы интенсивно развивается изучение ископаемых насекомых. Помимо теоретического значения для выяснения путей исторического развития животного царства, эти исследования имеют непосредственное практическое значение, поскольку насекомые нередко оказываются единственными руководящими ископаемыми в континентальных отложениях, с помощью которых можно установить возраст последних. Большая заслуга в развитии палеонтологии насекомых принадлежит советским исследователям, результаты работ которых были изложены в серии докладов Б. Б. Родендорфа и его сотрудников.

В области физиологии насекомых, пожалуй, наиболее бурно развиваются эндокринологические исследования. Гормоны, выделяемые рядом

В зале заседаний XIII Международного энтомологического конгресса в Москве

желез внутренней секреции, играют решающую роль в управлении индивидуальным и сезонным развитием насекомых, половым созреванием и другими важными физиологическими процессами. Общим принципам нейроэндокринологии насекомых был посвящен доклад М. Герша (ГДР), представившего общую схему взаимодействия нейроэндокринных механизмов, управляющих различными проявлениями жизнедеятельности насекомых. С интересными докладами на ту же тему выступили известные зарубежные ученые И. де Вильде (Голландия), В. Новак (Чехословакия) и ряд других исследователей. Помимо большого теоретического значения, нейроэндокринологические исследования важны и с практической точки зрения, открывая пути управления развитием насекомых. Прикладной аспект этого направления привлекает последние годы все увеличивающийся интерес в связи с открытием ряда веществ, действующих подобно ювенильному гормону, предотвращая переход насекомых во взрослое, половозрелое, состояние. Достаточно простое химическое строение этих веществ, облегчающее их синтез, специфичность действия отдельных препаратов на ограниченные систематически группы насекомых и отсутствие токсического эффекта на теплокровных животных делает их крайне перспективными для использования в практике борьбы с вредными насекомыми. Изучению физиологического действия таких аналогов ювенильного гормона были посвящены выступления ряда чехословацких и американских энтомологов. Можно надеяться, что эти исследования откроют новую эру в защите растений от вредителей и приведут к вытеснению современных пестицидов с их нежелательными побочными эффектами на природу и здоровье человека, высокоспецифическими и безопасными препаратами. С сожалением приходится отметить, что советская энтомология сильно отстает в развитии этого нового направления, как и в эндокринологии насекомых вообще.

Помимо эндогормонов, функционирующих внутри организма насекомых, большой интерес вызывает сейчас другая группа физиологически активных веществ. Это феромоны, или экзогормоны, выделяемые насекомыми во внешнюю среду и служащие мощными средствами связи и взаимного влияния особей одного вида друг на друга. Наиболее известные из них — половые феромоны или половые аттрактанты, выделяемые самками, реже самцами, самых разных насекомых для привлечения особей противоположного пола. Они действуют в ничтожных концентрациях порядка 10^{-12}—10^{-14} микрограмм в кубическом сантиметре воздуха, привлекая в массе соответствующие виды насекомых. Химии этих веществ, оказавшихся также низкомолекулярными соединениями, был посвящен доклад М. Джекобсона (США). Выяснение их строения и искусственный синтез также дают в руки человека мощное и избирательное средство борьбы с вредными насекомыми в виде ловушек, основанных на сочетании полового аттрактанта с инсектицидами контактного действия или соединениями, стерилизующими насекомых.

Большой интерес привлекает сейчас и еще одно новое направление в борьбе с вредными насекомыми — полное уничтожение отдельных видов на определенной территории с помощью массового выпуска самцов, стерилизованных действием ионизирующей радиации или некоторых химических соединений [1]. После спаривания с такими самцами, самки производят нежизнеспособное потомство. Этот метод успешно используется в США и на некоторых островах Тихого океана. Об итогах его применения на Гавайских островах доложил на секции биофизики Л. Стейнер (США).

Интенсивно изучаются сейчас и органы чувств насекомых. Интересные доклады были сделаны по биоакустике насекомых. Зарубежные (Г. Мур, США; Г. Маркл, ФРГ) и советские ученые (Р. Д. Жантиев, А. В. Попов) доложили об исследовании структуры звуковых органов насекомых, механизмах их действия и биологического значения акустических сигналов, издаваемых различными насекомыми. Ряд выступлений был посвящен ультраструктуре органов зрения, особенностям органов обоняния. Принципиальное значение для анализа поведения насекомых имело выступление Г. А. Мазохина-Поршнянова и Т. М. Вишневской (СССР), которые показали у медоносной пчелы способность к обобщению зрительных образов.

[1] См. «Природа», Б. И. Рукавишников, 1968, № 7.

Традиционно большое внимание привлекали проблемы динамики численности насекомых. Последние годы в этой области наблюдается возрастающее проникновение идей и методов различных разделов математики. Все большее обоснование получают взгляды на колебания численности насекомых как на автоматически регулируемый процесс, в котором случайные влияния внешней среды сглаживаются под влиянием целого ряда регулирующих механизмов, действующих по принципу отрицательной обратной связи и представленных внутривидовыми и межвидовыми взаимоотношениями организмов. На Конгрессе с таких кибернетических позиций основные принципы определения амплитуды колебаний численности насекомых были сформулированы в докладе Ф. Швердтфегера (ФРГ). Анализу различных реакций естественных врагов на изменения численности растительноядных насекомых был посвящен доклад К. Б. Хаффейкера (США). Н. В. Бондаренко (СССР) показал на примере плодовых клещей, что на разных уровнях численности вступают в действие различные механизмы ее регуляции в виде отдельных видов хищников и внутривидового взаимодействия особей.

В жизни насекомых, не имеющих, подобно млекопитающим, постоянной температуры тела, важное значение имеют приспособления к сезонности климата. Одним из них служит переход в неактивное состояние (диапаузу). Возникновение диапаузы происходит до наступления неблагоприятных условий под влиянием очень надежного сигнала об их приближении: укорочения длины светового дня. В изучение этой фотопериодической реакции большой вклад внесли советские энтомологи — А. С. Данилевский и его сотрудники. Их доклады, посвященные анализу приспособлений насекомых к сезонности климата и физиологическому механизму фотопериодической реакций, пользовались заслуженным успехом у членов Конгресса. Из зарубежных работ в этой области большой интерес вызвали доклады А. Д. Лиса (Англия) и Х. И. Мюллера (ГДР).

Французские исследователи (В. Лабейри, Р. Ран) доложили о сигнальном действии иного рода факторов внешней среды. Они показали, как присутствие пищевого субстрата, необходимого для развития потомства, стимулирует развитие половых продуктов и половую активность у растительноядных и паразитических насекомых.

Большой интерес энтомологов привлекают возбудители болезней насекомых как возможные союзники человека в борьбе с вредителями. Ряд выступлений на секции патологии насекомых (Дж. В. Мак Бэн Камерон, Канада; Й. Франц, ФРГ; Н. С. Федоринчик и В. А. Щепетильникова, СССР) было посвящено перспективам их практического использования. Много внимания было уделено вирусам насекомых, их специфичности и деталям структуры. Совершенно иной аспект был представлен в докладе Б. Л. Астаурова и его сотрудников (СССР), доложивших о высокоэффективном термическом способе обеззараживания яиц тутового шелкопряда от возбудителя нозематоза — опасной болезни гусениц этого полезного насекомого.

В докладе Б. П. Берна (Канада) было отмечено возрастающее значение биологической борьбы с вредителями растений и необходимость международного сотрудничества для успешного развития этого метода. Много интересного содержало выступление П. де Бака (США), который критически проанализировал опыт работ по акклиматизации новых видов естественных врагов насекомых.

Внимание лесных энтомологов за последнее время привлекают различные аспекты влияния физиологического состояния деревьев на жизнедеятельность питающихся ими насекомых. Значению этого фактора в возникновении очагов массового размножения вредителей леса был посвящен доклад Д. Ф. Руднева (СССР), показавшего, как ослабленное состояние деревьев стимулирует рост численности вредителя. В других докладах на эту тему было показано косвенное (через кормовое растение) действие на насекомых удобрений, режима влажности почв и т. п.

Химические средства борьбы пока еще остаются главным средством подавления численности вредных насекомых и клещей. Однако в этой области за последние годы наблюдается совершенно определенный сдвиг в сторону поиска более специфических препаратов, избирательно действующих только на вредные организмы. Отражением этой тенденции на Конгрессе был, например, доклад Н. Н. Мельникова (СССР) об избирательном действии некоторых производных фосфорно-органических инсектицидов, связанном с различиями в строении некоторых ферментов у насекомых и позвоночных животных. Большое внимание было уделено и физиологически активным веществам, половым и пищевым аттрактантам насекомых в связи с возможностями их применения в защите растений.

На секции сельскохозяйственной энтомологии целая серия докладов советских и зарубежных исследователей была посвящена проблеме борьбы с саранчовыми, перелетающие полчища которых наносят огромный ущерб, прежде всего в странах Африки и Среднего Востока. Об успехах борьбы с азиатской саранчой в СССР сообщил в своем докладе Е. П. Цыпленков. Известный специалист в этой области Б. П. Уваров (Англия) отметил необходимость более глубокого изучения поведения и причин массовых размножений саранчовых для полного подавления их численности.

Значительный интерес представили доклады, в которых рассматривалось формирование фауны вредителей при освоении под сельскохозяйственное производство новых земель. На эту тему выступали Т. Г. Григорьева (СССР), В. Скуграва (Чехословакия). Важному вопросу об устойчивости культурных растений к

вредным насекомым были посвящены доклады И. Д. Шапиро (СССР), Й. Шедивы (Чехословакия) и др.

На секции медицинской и ветеринарной энтомологии П. А. Петрищева (СССР) проанализировала взаимоотношения кровососущих насекомых и клещей с переносимыми ими возбудителями болезней человека. Значительное внимание энтомологов привлекает устойчивость насекомых к хлор- и фосфорорганическим инсектицидам. Это досадное свойство, обнаруженное у многих вредителей, сильно затрудняет борьбу с ними. На Конгрессе эта тема была представлена рядом выступлений, в том числе А. У. Брауна (Канада), рассмотревшего биохимию и генетику устойчивости к пестицидам у кровососущих насекомых.

Подводя итог этому краткому и далеко неполному обзору современных проблем энтомологии и их отражению на Московском конгрессе, нужно отметить атмосферу дружбы и подлинного международного сотрудничества, отличавшую работу Конгресса.

УДК 595.7

Тринадцатая метеоритная конференция

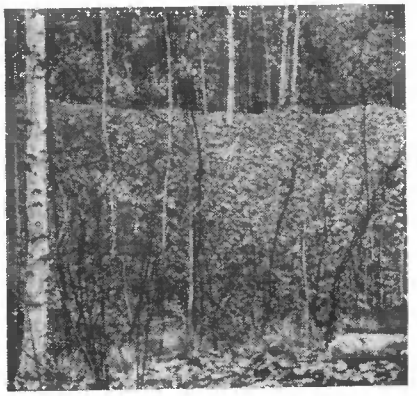
А. А. Явнель
Кандидат физико-математических наук
Москва
Фото Е. Л. Кринова

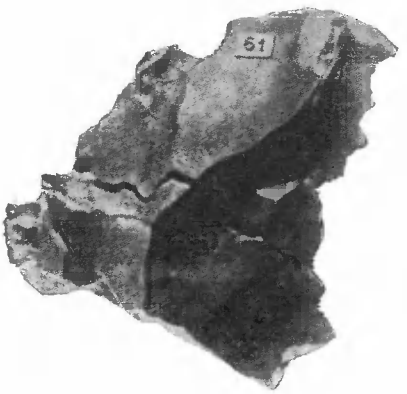
В мае 1968 г. в Москве проходила очередная метеоритная конференция, организованная Комитетом по метеоритам АН СССР. В работе конференции приняли участие свыше 100 человек из научных учреждений Москвы, Ленинграда, Киева, Свердловска, Таллина, Новосибирска, Одессы, Вильнюса, Алма-Аты, Харькова и других городов Советского Союза. На ней было заслушано около 50 докладов, касающихся отдельных проблем метеоритики.

Конференция была открыта обзорным докладом акад. В. Г. Фесенкова «Успехи метеоритики», в котором излагались результаты исследований, проведенных за последние годы в этой области науки в Советском Союзе и за рубежом. В докладе содержались данные относительно движения метеоритов в межпланетном пространстве и падения их на Землю и на другие планеты с образованием метеоритных кратеров и возбуждением в отдельных случаях ответной вулканической деятельности. Приведены результаты исследований, свидетельствующих о том, что с ударом о земную поверхность огромных метеоритов связано также происхождение тектитов, образованных из расплавленного материала, выброшенного взрывом метеорита за пределы земной атмосферы и выпавшего в виде роя застывших частиц обратно на Землю. Докладчиком были рассмотрены новые данные по составу метеоритов и их структурным особенностям, указывающие на условия образования метеоритного вещества. Приведены современные сведения об образовании сложных органических соединений в углистых хондритах в условиях первичной протопланетной туманности. Отмечена большая роль изучения вещества метеоритов для решения проблемы планетной космогонии.

Ряд докладов (Е. Л. Кринова, В. И. Некрасова, А. О. Авлое, Н. И. Заславской) был посвящен результатам экспедиции, проведенной в 1967 г. Комитетом по метеоритам АН СССР на место падения Сихотэ-Алинского железного метеорита. Участниками экспедиции под руководством Е. Л. Кринова был изучен ряд кратеров и воронок, образованных крупными массами этого метеоритного дождя. Несмотря на 20-летний срок с момента падения метеорита, кратеры хорошо сохранились и лишь немного заросли деревьями (рис. 1). При помощи миноискателей в тыловой части эллипса рассеяния было найдено 224 обломка этого метеорного тела, раздробившегося в земной атмосфере. Большой интерес представляет находка двух складывающихся метеоритов, найденных на расстоянии 150 м друг от друга (рис. 2). Кроме того, экспедицией были собраны пробы почвы в пределах и за пределами эллипса рассеяния для последующего лабораторного изучения содержащейся в ней метеоритной и метеорной пыли. В заключение был продемонстрирован фильм, снятый на месте работы экспедиции.

Несколько докладов касались изучения Тунгусского падения 1908 года. Н. В. Васильев дал характеристику основных результатов исследований





Вверху
Сихотэ-Алинский метеоритный кратер № 1, диаметром 26,5 м в 1967 г.

Внизу
Складывающиеся индивидуальные экземпляры Сихотэ-Алинского железного метеоритного дождя

Тунгусского метеорита, в частности полученных Комиссией по метеоритам и космической пыли СО АН СССР. В результате различных данных установлена траектория Тунгусского метеорита — почти с востока на запад с углом наклона к горизонту около 40°. Разрушения на местности могут объясняться действием баллистической волны при пролете в атмосфере тела, двигавшегося с космической скоростью. Взрыв не был мгновенным, максимальное выделение энергии произошло на последнем отрезке траектории, протяженностью не менее 8 км. Общая энергия взрыва равнялась $\sim 10^{23}$ эрг, а доля световой энергии составила от 1 до 30%. По мнению докладчика, необходимы дополнительные радиохимические и радиобиологические исследования и поиски вещества Тунгусского метеорита. Требуется также дальнейшее изучение геофизических явлений (геомагнитного эффекта, светлых ночей и др.), сопровождавших Тунгусское падение.

Д. Ф. Анфиногенов проделал приближенный расчет движения Тунгусского метеорита в земной атмосфере на основании данных о вывале леса. Исходя из предположения о равномерном выделении энергии вдоль атмосферной траектории, вычислены основные параметры Тунгусского тела: скорость входа в атмосферу — 27 км/сек., начальная масса — 96 000 т, плотность — 5 г/см^3. Полученные данные позволили также определить его орбиту, которая оказалась типичной для астероидов. В итоге сделан вывод, что Тунгусское тело являлось метеоритом, интенсивно испарявшимся в нижних слоях атмосферы и окончательно раздробившимся на высоте около 3,5 км от земной поверхности.

В. К. Журавлев сообщил о том, что экспедиция 1966 г., организованная Комиссией по метеоритам и космической пыли СО АН СССР в район Тунгусского падения, проводила поиски распыленного вещества и крупных осколков метеорита, но не получила определенных результатов.

Л. В. Кириченко привела данные об отсутствии радиоактивности, связанной с Тунгусским падением, в пробах почвы из района концентрации распыленного космического вещества (на северо-запад от эпицентра взрыва).

К. П. Флоренский считает, что применяемые в настоящее время методы получения фактических материалов по Тунгусскому падению исчерпали себя. Для продолжения дальнейших исследований необходима, прежде всего, серьезная методологическая подготовка.

Резюмируя результаты дискуссии, акад. В. Г. Фесенков подчеркнул, что продолжение исследований на месте Тунгусского падения становится бесперспективным. Необходимо в дальнейшем провести ряд теоретических и экспериментальных исследований, которые помогли бы расширить наши представления о подлинной природе комет, так как Тунгусское тело, по-видимому, представляло собой небольшую комету, встретившуюся с Землей.

Затем на конференции был рассмотрен вопрос об исследовании пылевой материи в околоземном пространстве оптическим методом и с помощью ракет и спутников. Установлен ряд фактов, указывающих на существование вокруг Земли пылевого космического облака, состоящего из частиц, которые производят заметное рассеяние солнечного света. Прямыми измерениями на ракетах обнаружены сгущения метеорных частиц, связанные с распадом кометных ядер (акад. В. Г. Фесенков, Н. Б. Дивари, Т. Н. Назарова и Е. Н. Крамер).

В настоящее время проводятся исследования космической пыли в атмосфере, на поверхности Земли и в древних соляных отложениях. Наиболее сложным вопросом в этих исследованиях является оценка количества космического вещества, выпадающего на Землю. По различным данным, эта величина колеблется в широком интервале — от 10^5 до 10^7 т/год (В. А. Васильев, В. И. Баранов и В. Д. Виленский, А. В. Иванов и К. П. Флоренский).

Группа докладов была посвящена во-

просам химических и физических свойств метеоритов. А. А. Явнелем и М. И. Дьяконовой предложена усовершенствованная методика определения различных форм железа в хондритах, что позволяет выявить важные генетические закономерности в составе метеоритов, в частности разделение хондритов на три отдельные ветви: энстатитовые, обыкновенные и углистые.

Различно происхождение алмазов в метеоритах. В то время как в уреилитах алмазы образовались в результате перекристаллизации углеродистого вещества углистых хондритов при соударении астероидных тел в космическом пространстве, в железном метеорите Каньон Дьябло они образовались путем перекристаллизации графита во время удара метеорита о Землю (Г. П. Вдовыкин).

Е. Г. Гуськова на основании исследования магнитных свойств метеоритов различных типов пришла к выводу о внеземном происхождении их намагниченности — при высоких температурах и в значительных магнитных полях — по-видимому, в родоначальных телах. По данным К. Н. Алексеевой и А. В. Смирновой, магнитно-электрические свойства метеоритов отличаются от аналогичных свойств лунной поверхности, но у раздробленных образцов метеоритного вещества приближаются к ним.

С большим докладом «Происхождение метеоритов и планетная космогония» выступил Б. Ю. Левин. Докладчик рассмотрел отдельные вопросы нуклеосинтеза и космохронологии, дифференциации метеоритного вещества, образования и эволюции родительских метеоритных тел. По его мнению, нуклеосинтез, происходивший до образования солнечной системы, был не ранее 6,5 млрд лет назад. Химическое фракционирование в протопланетном облаке привело к образованию родоначальных тел различного состава, имевших размеры менее 500 км в поперечнике. Большую роль в дальнейшей эволюции вещества играли диффузионные процессы.

Л. К. Левский и сотрудники изучали новые данные об изотопном составе лития, что важно для выяснения процессов нуклеосинтеза на ранних этапах существования солнечной системы. В происхождении первичных газов существенную роль играет их термический захват кристаллической решеткой. Разброс значений возраста хондритов связан с различием в них скорости диффузии радиогенного аргона.

Для выяснения некоторых вопросов консолидации и дифференциации вещества солнечной системы большое значение имеет определение абсолютного возраста метеоритов (К. Г. Кнорре и В. И. Баранов).

А. К. Лаврухина и ее сотрудники проделали значительную работу по теории и эксперименту о глубинном распределении космогенных изотопов в зависимости от химического состава и размера метеоритов, а также разработали аппаратуру для измерения низких активностей при исследовании метеоритов.

Ряд докладов был посвящен проблеме тектитов. Г. Г. Воробьев из трех основных гипотез происхождения тектитов (1 — путем выброса вещества при ударе крупных метеоритов о земную поверхность; 2 — путем выброса и переноса вещества при ударе крупных метеоритов о поверхность Луны и 3 — путем дробления и частичного расплавления вещества прототектитных тел при соударении их в межпланетном пространстве и переносе его на Землю) остановился главным образом на последней.. Осмотр чехословацких коллекций молдавитов свидетельствует о том, что характер внешней поверхности этих тектитов обусловлен в основном процессами, связанными с их движением в атмосфере.

К. Н. Алексеева на основании изучения температуры плавления, пористости, электромагнитных и магнитных свойств тектитов пришла к выводу, что по физическим свойствам тектиты ближе к каменным метеоритам и некоторым земным горным породам, чем к веществу лунной поверхности. В докладе И. А. Турчанинова и Р. В. Медведева сообщено о методике комплексного изучения механических, тепловых и электрических свойств тектитов.

По некоторым из заслушанных докладов развернулась острая дискуссия. К. П. Станюкович и А. К. Мухамеджанов рассказали о теоретических расчетах строения ударных метеоритных кратеров в зависимости от параметров удара и других характеристик [1].

Для выяснения вопроса о том, что влияет на изменение массы крупных метеоритных тел в земной атмосфере, был проведен эксперимент по изучению процесса уноса вещества с расплавленной поверхности (абляция) метеоритов на безэлектронном плазмотроне. В. А. Бронштэн, Ю. А. Буевич и др. сообщили, что основную роль в потере массы крупных метеорных тел ниже 100—120 км играет сдувание расплавленной пленки, а не испарение.

Были приведены результаты экспериментов по дифференциации вещества метеоритов при его переплавлении. Состав образованных при этом мелких сферических частиц аналогичен составу продуктов абляции метеоритов (К. П. Флоренский и А. В. Иванова). Акад. В. Г. Фесенков и В. И. Цветкова сообщили в докладе, что Комитетом по метеоритам АН СССР разработана конструкция автоматической болидной камеры; создается также серия болидных установок (Е. Н. Крамер и В. А. Бронштэн).

Остальные доклады представляли собой сообщения о находках метеоритов, среди которых наиболее интересной является железный метеорит Сеймчан (2 экземпляра весом 272 и 51 кг), обнаруженный в 1967 г. в Магаданской области, о наблюдениях болидов и о текущей работе метеоритных комиссий (Украинской, Эстонской и Уральской).

Как видно, даже краткий обзор докладов, заслушанных на конференции, показывает широту вопросов, которыми занимаются советские исследователи в области метеоритики. В связи с этим, на конференции было высказано пожелание в дальнейшем, помимо регулярных метеоритных конференций, проводить совещания (типа «школ») по отдельным проблемам метеоритики.

УДК 523.51

[1] «Природа», 1968, № 7, стр. 26—34.

Как иногда ведут себя дикие животные

В течение многих лет мне приходится наблюдать за дикими копытными животными в парке Аскания-Нова, и за это время удалось подметить некоторые интересные особенности в их поведении.

Всем известно, что живя в течение многих поколений под присмотром человека, дикие животные теряют свою пугливость, становятся доверчивыми, приручаются. Однако далеко не все виды становятся одинаково ручными и все по-разному реагируют на присутствие человека или себе подобных в вольере. Более того, далеко не все соглашаются пастись в смешанном стаде, и находятся такие «индивидуалисты», которые вообще не терпят ничьего присутствия. Так, в смешанном стаде, состоящем обычно из оленей, бизонов, яков, лошадей Пржевальского и их гибридов, зебр, антилоп канн и других видов, все протекает спокойно и миролюбиво только до тех пор, пока у оленьих не появляются телята. С этого момента в лошадиных (зебр, куланов, лошадей Пржевальского) точно «бес вселяется». Найдя затаившегося в высокой траве новорожденного оленёнка или муфлона, они набрасываются на него, безжалостно топчут копытами, кусают... Очевидно, столь агрессивные действия объясняются тем, что в обычных для диких животных условиях все лошадиные в период появления у них новорожденных покидают стадо и держатся изолированно, оберегая своих детенышей.

Бизоны в смешанных стадах, как правило, проявляют агрессивность к самцам других видов быков. В то же самое время самки этих видов выпасаются в стаде бизонов и те их не трогают. Однако обычно бизоны становятся агрессивными только в период размножения. Были случаи, когда бизон поднимал на рога всадника вместе с лошадью. В спокойном же состоянии бизоны поддаются управлению не хуже, чем стадо домашнего рогатого скота.

Что касается жеребца лошади Пржевальского, то он не подпускает к своему стаду лошадей со всадниками и в упряжке. Завидя человека на лошади, жеребец Пржевальского мчится навстречу и стремится сбросить всадника на землю, а с лошади зубами сорвать седло... Настигнув лошадь, он непрерывно лягает и кусает ее.

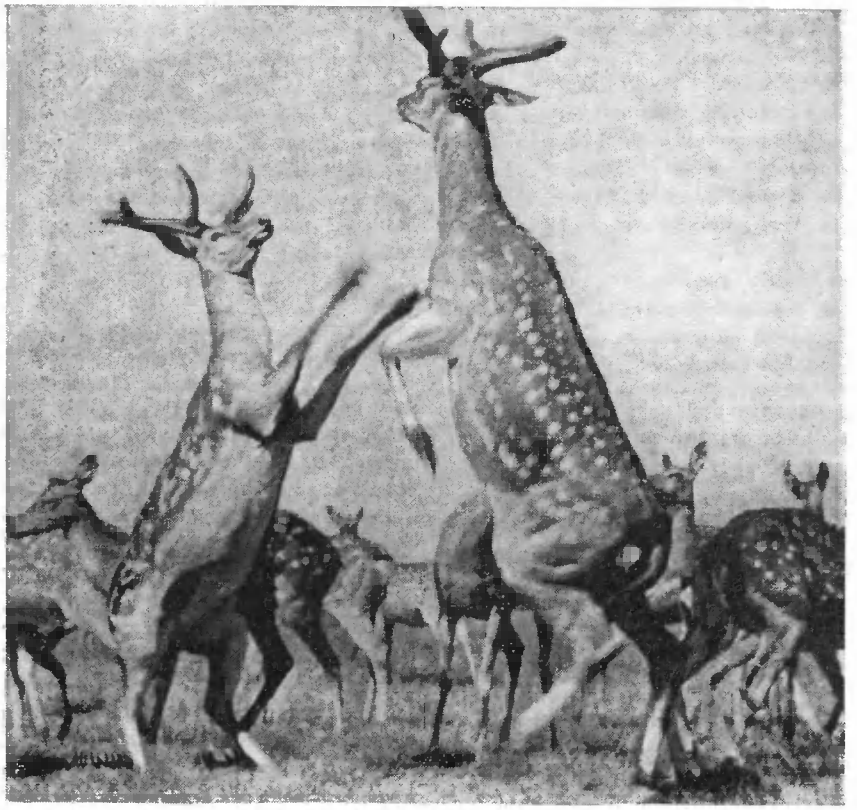
Большой интерес представляют и некоторые особенности внутривидовых взаимоотношений у диких копытных. Так, например, если вожак стада бизонов становится слишком стар, молодые половозрелые самцы изгоняют его из стада.

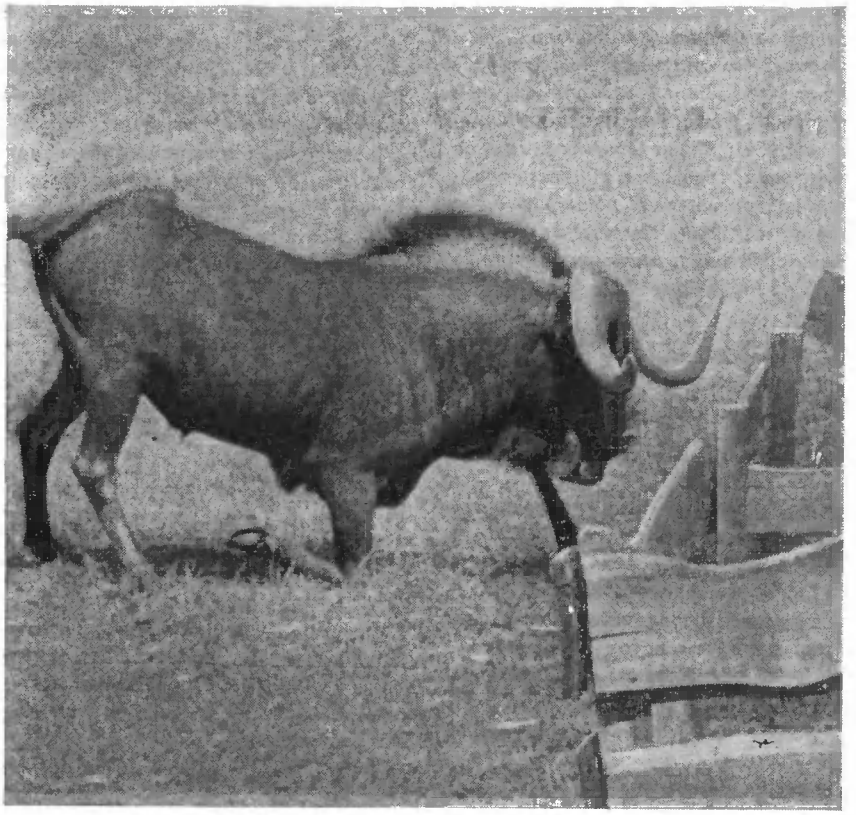
При содержании на огороженном пастбище у голубых гну подмечено явление «самовыбраковки». Больная или ослабевшая особь, как правило, подвергается нападению со стороны своих сородичей, которые ее добивают. Кстати, антилопы гну наименее поддаются даже элементарному приручению и на протяжении всей своей жизни остаются недоверчивыми, подозрительными и коварными. На нашем снимке белохвостый гну как раз занят тем, что разрушает свою же кормушку. Довольно сильные драки затевают между собой даже такие миролюбивые копытные, как антилопы канны. Половозрелые самцы дерутся за право быть вожаком стада. Побежденный хоть и остается в стаде, но уже избегает встреч со своим противником. Такая драка может продолжаться до 45 минут. Драки самцов зебры протекают значительно динамичней и короче. Дерущиеся жеребцы поднимаются на дыбы, как бы танцуя друг с другом, или катаются по земле фыркая и кусаясь (см. фото на 2 стр. обложки). Побежденный самец изгоняется из стада.

Своеобразная особенность подмечена у антилоп нильгау. У них взрослый самец, как правило, преследует совсем молодых, едва достигших годовалого возраста, самцов, стараясь их ударить. Это вынуждает молодых самцов держаться изолированно.

Таким образом, сравнительное изучение поведения разных видов позволяет выявить некоторые особенности, присущие всей филогенетической группе в целом (лошадиным, быкам), связанные со спецификой биологии группы. Другие черты поведения, присущие представителям разных групп, определяются общностью их биологических черт в определенный период года (драки самцов у полигамов). Познание особенностей поведения различных видов очень важно как для понимания филогенетических взаимоотношений их, так и для популяционной экологии.

Н. В. Лобанов
Аскания-Нова





Драка пятнистых оленей (в в е р х у); белохвостый гну набросился на кормушку (в н и з у)
Фото Н. В. Лобанова

Секрет бакинской фисташки

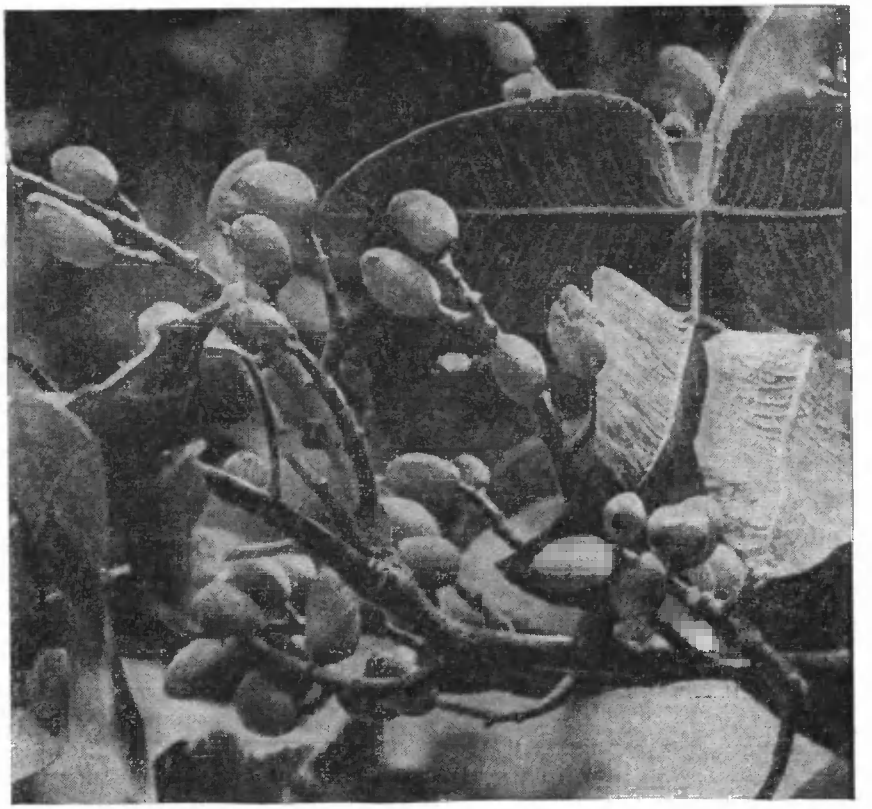
Более 10 лет наблюдаю я за интересным деревом — фисташкой настоящей (Pistacia vera L.), растущей в Баку по улице Лермонтова. Этому дереву, по свидетельству старожилов, около 100 лет (таков же примерно и «возраст» первых научных публикаций о культуре фисташки в Баку). Дерево ежегодно приносит плоды обычного вида, с крупным вкусным ядром. Мне удалось проследить все этапы их созревания. Сначала образуется мясистый околоплодник с плотным внутренним слоем — эндокарпом. Потом появляется закладка «ядра» — серповидная пушистая масса. Постепенно из этой закладки формируется зрелое «ядро» — крупный зародыш с зелеными семядолями, одетый коричневато-красной с фиолетовым оттенком пленочкой. Ко времени созревания орехов мягкие ткани околоплодника отсыхают, и семя оказывается заключенным лишь в твердую оболочку эндокарпа. Зрелый плод фисташки называют костянкой.

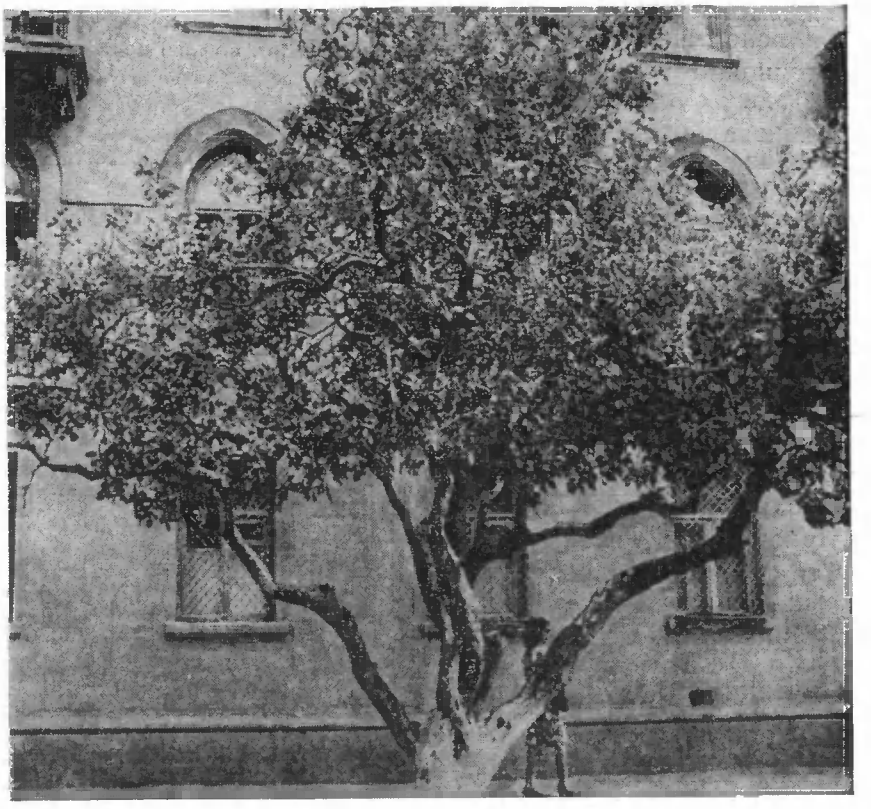
Я пробовал проращивать созревшие плоды, и всегда они нормально прорастали. Собрать большой урожай обычно не удается, так как, отлично зная вкус фисташки, эту миссию с энтузиазмом берут на себя окрестные подростки. Плодоношение у дерева слабое — в среднем 3—4 кг в год.

Фисташка, как известно, двудомное растение, и для образования костянки с нормально развитым зародышем где-нибудь поблизости должен быть мужской экземпляр. Но в окружении нашей фисташки мужских экземпляров нет! Неподалеку от дерева расположен сквер, в котором произрас-

Вверху
Плоды бакинской фисташки

Внизу
Фисташковое дерево на улице Лермонтова в Баку





тают лигуструм японский, софора, шелковица, декоративный гранат, мелия. Два мужских экземпляра растут лишь во дворе ЦК КП Азербайджана — на расстоянии примерно 1 км к юго-западу от описанной женской особи. Эти два мужских дерева расположены в ложбине и окружены со всех сторон восьмиэтажными зданиями. Господствующие ветры не могут унести пыльцу на улицу Лермонтова, так как они дуют в противоположную сторону, а попутных ветров нет. Пчел в окружении тоже не видно. Как же опыляется наша фисташка? (Вопрос о способе опыления фисташки не вполне ясен: вообще род Pistacia опыляется насекомыми, но фисташка обыкновенная, по мнению некоторых ботаников, например, Р. Я. Кордона, опыляется ветром. Об этом свидетельствует ее раннее цветение — до распускания листьев — и огромное количество образующейся пыльцы. В то же время фисташка — медоносное растение. Следовательно, не исключена возможность ее опыления и насекомыми.)

Может быть плоды образуются партенокарпически, т. е. без оплодотворения — «девственным» путем? Но для партенокарпии характерно усиленное разрастание околоплодника и недоразвитие семени. А плоды нашего дерева содержат нормальный, хорошо прорастающий зародыш!

Мне думается, что фисташка на улице Лермонтовна представляет для науки определенный интерес, и было бы неплохо, если бы Институт ботаники Академии наук Азербайджана организовал за нею наблюдение.

Агроном А. Г. Агаджанов

Баку

Актуальные проблемы истории науки
Первый коллоквиум по азотфиксации
Новый способ сохранения активности витамина С
Ледники на берегах Черного моря
Космический полигон ООН
Скопление звезд или единое тело?
Плазменные измерения вблизи Венеры
Уточнение радиоуглеродного метода
Низковалентные фториды металлов
Английский линейный ускоритель
Ферменты травянистых растений
Получение кормовых дрожжей из нефти
Синтез простагландина
Витамины и погода
«Трансокеанский экспресс» семян растений
Блохи против кроликов
Приемыши тюленей
Стимулирование роста кучевых облаков
Возникновение новых островов
Спутники и морские волны
На глубину 9500 м
Археологические поиски под водой

Актуальные проблемы истории науки

В XII Международном конгрессе по истории науки, который проходил с 25 по 31 августа 1968 г. в Париже, участвовало около 700 ученых из 30 стран мира, в том числе и из нашей страны. Среди делегатов было много молодых историков науки, впервые выступавших на столь представительном международном форуме.

Известный французский биолог Жан Ростан, возглавлявший Организационный комитет, в своей речи на открытии конгресса подчеркнул значение истории науки в прогрессе культуры. Затем проф. М. Флоркин (Бельгия) сделал доклад на тему «О научном исследовании и личности ученого». Пленарное заседание закончилось вручением медали им. Дж. Сартона порф. Дж. Нидхему (Англия) за выдающиеся исследования по истории науки в древнем Китае. Медаль им. Сартона присуждается Североамериканским обществом историков науки; напомним, что несколько лет назад этой медалью был награжден покойный советский ученый В. П. Зубов.

На конгрессе работало 8 коллоквиумов и 11 секций, на которых было представлено около 400 докладов. Следует отметить, что значительно возросло число докладов по истории науки и техники XIX и XX вв.— это было то новое, что отличало конгресс от предыдущих. Активно участвовали в его работе многие видные математики, физики и биологи. Укажем для примера, прежде всего, коллоквиум по истории современной алгебры, в котором, наряду с историками математики — И. Г. Башмаковой (СССР), П. Ж. Итаром (Франция) и Л. Новым (ЧССР) — с докладами выступили математики П. Дюбрейль (Франция) и Г. Фрейденталь (Голландия), а в дискуссии — французский математик Ж. Дьедоннэ, один из ведущих членов коллектива, выступающего под псевдонимом Н. Бурбаки. Точно так же в коллоквиуме, посвященном развитию понятия структуры в математической физике от древности до наших дней, доклады были сделаны как историками науки Б. Г. Кузнецовым и И. Б. Погребысским (оба — СССР), так и физиками Л. Розенфельдом (Дания) и М. А. Тоннела (Франция). Академик АН УССР Ю. А. Митропольский познакомил участников математической секции с историей развития теории нелинейных колебаний; физик Д. Д. Иваненко (СССР) активно участвовал в работе нескольких коллоквиумов и секций; французский биолог Л. Плантефель — в коллоквиуме по истории самопроизвольного зарождения и т. д.

Современному периоду были посвящены и многие доклады по истории физики, механики, химии, биологии, техники и других наук. Растущий интерес историков науки к эпохе научно-технической революции и специалистов в различных областях знания к истории их специальностей — тенденция, наметившаяся в последнее время, но, пожалуй, на XII конгрессе она впервые обозначилась столь отчетливо. Разумеется, много интересных сообщений было сделано и по вопросам истории науки более ранних периодов.

Неизменный интерес участников конгресса вызывали доклады по истории науки в СССР. Большинство этих докладов принадлежало советским ученым. Отдельное заседание было посвящено столетию открытия периодической классификации химических элементов, на котором выступили академик Б. М. Кедров и Н. А. Фигуровский. И. Г. Башмакова значительную часть своего доклада на коллоквиуме по истории алгебры посвятила классическим исследованиям Е. И. Золотарева, А. Т. Григорьян рассказал о работах русских ученых по механике тел переменной массы, Д. Д. Иваненко — об основных направлениях и периодах в развитии советской физики, О. А. Лежнева — о советских исследованиях по истории физики. Несколько докладов по истории науки в нашей стране сделали и зарубежные ученые. Весьма содержательный доклад о вкладе в корпускулярную философию М. В. Ломоносова представила Л. Ланжевен (Франция).

Во время работы конгресса состоялись также заседания Совета и Генеральной ассамблеи Отделения истории Международного союза истории и философии наук, а также Международной академии истории наук. В члены Международного союза был единогласно принят Болгарский национальный комитет историков науки. С целью сотрудничества с соответствующими Международными союзами геологии, математики и т. д. были созданы новые комиссии Отделения: по истории математики, теоретической физики, астрономии и океанографии. В связи с предстоящим в 1931 г. 400-летием со дня рождения И. Кеплера для подготовки этого юбилея был создан Кеплеровский комитет. Наконец, был организован Международный координационный комитет по истории техники, который будет состоять из национальных групп, а также индивидуальных почетных и действительных членов. Состоялось также очередное собрание Международной академии истории наук, объединяющей крупнейших историков науки и техники всего мира. В число почетных членов избрано несколько выдающихся ученых, не являющихся специалистами по истории науки, но внесших значительный вклад и в эту область знания: акад. И. И. Артоболевский (СССР) — за заслуги в разработке проблем прикладной механики, а также А. Вейль и Ж. Дьедонне (Франция) за исследования по истории математики.

XII Международный конгресс по истории науки показал, что советские историки науки и техники оказывают серьезное влияние на характер историко-научных исследований. Один из важных итогов конгресса — укрепление научных контактов между советскими историками науки и их зарубежными коллегами. Нет сомнения в том, что эти контакты окажут положительное влияние на дальнейший прогресс исследований в этой области.

Профессор А. Т. Григорьян

Москва

Первый коллоквиум по азотфиксации

2 и 3 октября 1968 г. в Москве проходил первый коллоквиум по одной из важнейших проблем современной биологии — биохимии азотфиксации. Он был организован Всесоюзным биохимическим обществом и Институтом биохимии им. А. Н. Баха АН СССР [1]. Открывая заседание, акад. А. И. Опарин предложил присвоить коллоквиуму имя Алексея Николаевича Баха — пионера в изучении фиксации атмосферного азота бесклеточными экстрактами микроорганизмов.

Проблема усвоения азота атмосферы и вовлечения его в биологический круговорот представляет не только большой теоретический интерес, но имеет и колоссальное практическое значение: эффективное обеспечение сельскохозяйственных растений азотом позволяет в значительной степени увеличить их урожайность. По современным представлениям, механизм азотфиксации включает в себя несколько стадий. Можно считать, что этот процесс начинается с передачи энергии от универсального донора ее — аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ) к электронам. Очевидно, существенная роль в этой стадии принадлежит ионам железа. Далее, при участии молибдена происходит образование активного водорода, который затем используется в присутствии иона железа для восстановления атмосферного азота до аммиака. Учитывая, что накапливающийся в организме аммиак тормозит процесс азотфиксации, необходимо рассматривать также реакции, в результате которых NH_3 используется для образования аминокислот. Сущность этого сложного биохимического процесса, как подчеркнул в своем вступительном слове чл.-корр. АН СССР В. Л. Кретович, очевидно, одинакова для всех известных микроорганизмов — анаэробов и аэробов, свободно живущих микроорганизмов и симбионтов [1]. Различия связаны прежде всего с источником энергии, которую организм использует для осуществления азотфиксации.

На коллоквиуме было заслушано 24 доклада, освещающих в своей совокупности все биохимические аспекты этой проблемы. Многие из докладчиков подчеркивали сложность изучаемого процесса и необходимость особой осторожности при трактовке результатов эксперимента. Показателен в этом отношении доклад В. И. Любимова (Институт биохимии). Как оказалось, и в атмосфере гелия тоже происходит образование аммиака в результате отщепления его от аденина [2]. Таким образом, увеличение содержания аммиака в бесклеточном экстракте, которое проще всего констатировать, не может рассматриваться — без дополнительной проверки — как доказательство активности изучаемого экстракта в отношении фиксации азота.

Большое внимание на коллоквиуме было уделено разработке простого и

[1] В работе коллоквиума приняли участие сотрудники Института биохимии им. А. Н. Баха АН СССР, Института физиологии растений им. К. А. Тимирязева АН СССР, Института физиологии растений АН УССР, Института химической физики АН СССР, Филиала Института химической физики АН СССР, Института микробиологии АН СССР, Института микробиологии им. акад. Д. К. Заболотного АН УССР, Отдела микробиологии АН Молдавской ССР, ВНИИ с/х микробиологии ВАСХНИЛ и ВНИИ микробных средств защиты растений и бактериальных препаратов.

[1] Примером симбиотических микроорганизмов могут служить образующие клубеньки корней бобовых (горох, вика, люцерна) растений.

[2] Аденин — азотистое основание, сложно построенная молекула, составная часть АТФ.

надежного биохимического теста азотфиксирующей активности изучаемых микроорганизмов. Для симбиотических микроорганизмов таким единственным в настоящее время качественным тестом может считаться присутствие белка, содержащего железо,— легоглобина, хотя, как правило, активные штаммы азотфиксаторов характеризуются и более интенсивным обменом веществ. Несмотря на это, во всех случаях основным тестом активности следует считать биологический тест — способность симбиотического микроорганизма к азотфиксации. Подчеркивалась необходимость проведения широких генетических исследований для получения более активных азотфиксирующих штаммов, как это уже было сделано с микроорганизмами, синтезирующими антибиотики, витамины, аминокислоты.

В заключительной дискуссии выступил акад. Я. В. Пейве, обративший внимание участников коллоквиума на особую роль металлов-микроэлементов в процессах усвоения атмосферного азота. Этому аспекту азотфиксации в работе коллоквиума было отведено значительное место. В докладах говорилось о непосредственном участии в этом процессе железа и молибдена, а в реакциях, сопряженных с азотфиксацией — также магния, кобальта и меди.

Учитывая теоретическую важность проблемы азотфиксации и ее практическое значение для сельского хозяйства и для разработки эффективных катализаторов, столь необходимых при промышленном синтезе аммиака, было решено ежегодно проводить Баховский коллоквиум по биохимии азотфиксации.

К. Л. Гладилин

Москва

Новый способ сохранения активности витамина С

Длительное сохранение биологической активности аскорбиновой кислоты в жидких фармацевтических препаратах — растворах, каплях, сиропах и других лекарственных формах — важная и актуальная проблема. Ею занимаются многочисленные исследователи уже многие годы. Аскорбиновая кислота — соединение неустойчивое: при действии света, нагревания, различных органических и минеральных веществ и других факторов витамин С быстро разрушается. Особенно интенсивно процессы его разложения протекают в водной среде. Для повышения устойчивости аскорбиновой кислоты в жидких препаратах в их состав вводят различные стабилизаторы — химические вещества, препятствующие разрушению этого витамина. Однако многие из рекомендованных стабилизаторов оказались малопригодными: одни сами вступали в реакцию с аскорбиновой кислотой (что часто приводило к образованию плохо растворимых в воде соединений), другие были токсичны для организма человека и животных, третьи обладали весьма непродолжительным защитным эффектом.

Индийские исследователи С. Бавейя и М. Жонейя [1] предложили вводить в состав водных растворов, содержащих аскорбиновую кислоту, 30%-ный раствор пропиленгликоля или 0,1%-ный раствор хлоргидрата цистеина. Добавление этих стабилизаторов сохраняет активность витамина С в водных растворах в течение 2—5 недель при 25—37°.

[1] «Indian Journal Technology», т. 6, 1968, № 3, стр. 96.

Л. И. Стекольников
Кандидат биологических наук

Москва

Ледники на берегах Черного моря

В холмистых предгорьях Большого Кавказа (на высоте немногим более 100 м над ур. м.), в окрестностях Сухуми, под 1,5-метровым слоем наносов обнаружен ископаемый торфяник. Сохранившиеся в торфе древесные остатки представлены, по определению доктора биологических наук В. Н. Андреева, кавказской пихтой и в меньшем количестве — восточной елью. Отмечено также наличие тисса. В настоящее время кавказская пихта и восточная ель произрастают в данном районе Большого Кавказа на высотах от 900 до 2000 м над ур. м. Естественно было предположить, что образование торфяника, «законсервировавшего» остатки холодостойких древесных пород, происходили в эпоху одного из древних оледенений на Кавказе.

Радиоуглеродный анализ образца торфа, проведенный в ленинградском отделении Института археологии АН СССР, показал, что «возраст» торфяника составляет 26 000±500 лет, т. е. его образование относится ко времени последнего верхнечетвертичного оледенения.

Вполне вероятно, что в эпоху последнего оледенения на Черноморском побережье Кавказа господствовал климат, близкий к существующему в настоящее время климату в нижней части зоны темнохвойных лесов Западного Кавказа (900—1000 м над ур. м.), где средняя температура на 5—6° ниже, чем вблизи берега моря. Неудивительно поэтому, что большая часть стоянок верхнепалеолитического человека, известных на Черноморском побережье Кавказа, приурочена к пещерам и гротам, где люди находили защиту от похолодания времени оледенения.

Сохранившиеся во флоре Западного Кавказа теплолюбивые реликтовые растения, по мнению В. П. Малеева, могли пережить понижение температуры на 5—6° в более теплых местообитаниях — на склонах южной экспозиции близ берега моря.

Б. Л. Соловьев
Кандидат геолого-минералогических наук

Ростов-на-Дону

Космический полигон ООН

Весной 1968 г. недалеко от Тривандрама (Индия) состоялась торжественная церемония передачи ООН экваториального космического полигона Тумба. Ранее отсюда производились

запуски индийских и американских метеорологических ракет, с помощью которых изучались тропические муссоны. Преимущества этого космического полигона связаны с очень удобным его местоположением — полигон находится недалеко от геомагнитного экватора, солнечная радиация поступает здесь на земную поверхность под прямым углом, а ветры, господствующие в верхних слоях атмосферы, обладают своеобразным характером. Ни Советский Союз, ни Соединенные Штаты Америки не имеют космических полигонов в экваториальных областях, где при запусках можно использовать эффект вращения Земли. В соответствии с заключенным соглашением, переданный ООН полигон в Индии может быть предоставлен в распоряжение любого члена этой организации.

В настоящее время предполагается построить в Тривандраме станцию слежения за спутниками, а также еще один ракетный полигон на восточном побережье Индии. Строительство этого полигона намечено завершить к началу 1970 г.

«Science News», т. 93, 1968, № 15, стр. 364 (США)

Скопление звезд или единое тело?

Загадочные квазизвездные источники радиоизлучения — квазары — доставляют много хлопот ученым. Одни считают излучающее ядро квазара единым телом (система сильно взаимодействующих областей), другие — плотным скоплением звезд, сталкивающихся между собой и вспыхивающих, как Сверхновые. Научные сотрудники Физического института им. П. Н. Лебедева АН СССР Л. И. Гудзенко, Л. М. Озерной и В. Е. Чертопруд, детально обсудив эту проблему, отвергли гипотезу скопления звезд.

Они считают, что подобная гипотеза требует случайного характера вспышек. Тщательная статистическая обработка кривой переменности блеска квазара 3С 273, характеризующей процессы, происходящие в его ядре, отвергает эту случайность.

Важным аргументом против модели звездного скопления служит и открытая в 1966 г. оптическая переменность квазара 3С 446, обнаруживающая признаки регулярности и цикличности. Кроме того, малый период колебаний потока излучения свидетельствует о столь малых размерах излучающей области (порядка 10^9 км; поперечник белого карлика, например O_2 Эридана, равен 10^4 км), что едва ли звезды могли бы сохранить в ней свою индивидуальность.

О неприемлемости гипотезы скопления звезд говорит тесная аналогия квазаров с радиогалактиками, активными (сейфертовскими) галактиками и ядрами обычных галактик. Активные области этих объектов при справедливости вышеупомянутой гипотезы должны были бы иметь столь высокую плотность (для ядра нашей Галактики порядка 10^8 звезд в кубе с ребром в 1 парсек — $30{,}8 \cdot 10^{12}$ км), что время существования подобного компактного скопления в форме отдельных звезд очень мало.

Наконец, представление о квазарах как скоплениях звезд связано с идеей возникновения их из галактик. Но тогда квазары должны были бы встречаться преимущественно в скоплениях галактик. Между тем квазары скорее «избегают» скоплений.

Итак, излучающие ядра квазаров должны рассматриваться как сплошные тела. Полная же масса квазара, в отличие от его светимости, может быть обусловлена в основном звездами.

«Астрономический журнал», т. 45, 1968, № 3, стр. 492

Плазменные измерения вблизи Венеры

18 октября 1967 г., когда автоматическая станция «Венера-4» находилась вблизи планеты, было проведено экспериментальное исследование концентрации заряженных частиц венерианской ионосферы (для Земли ионосфера — верхний слой атмосферы выше 60 км).

Знание законов изменения концентрации заряженных частиц ионосферы необходимо для исследования тонкой структуры атмосферы планеты; последнее важно знать при изучении Венеры радиоастрономическими методами, для обеспечения бесперебойной радиосвязи с будущими космическими кораблями, которые посетят Венеру, и для других целей.

Измерения параметров ионосферы планет может производиться как радиофизическими методами (по прохождению радиоволн через ионосферу или их отражению от ионосферы), так и с помощью различного рода ловушек заряженных частиц, установленных на космическом аппарате. Экспериментальное измерение концентрации заряженных частиц венерианской ионосферы проводилось впервые. Ловушки, установленные на космической станции «Венера-4», позволяли регистрировать концентрации ионов в ионосфере в диапазонах 50—5000 $см^{-3}$ и 10^4— 10^7 $см^{-3}$. Конструкция ловушек была подобна тем, которые применялись на третьем искусственном спутнике Земли и на второй советской космической ракете, запущенной на Луну 12 ноября 1959 г. В зависимости от сорта исследуемых заряженных частиц применяются разные ловушки. Например, на третьем искусственном спутнике Земли находились сферические ионные ловушки, которые были устроены следующим образом. Каждая из них состояла из внешней сферической сетки радиусом 50 мм, а внутри ее находился сферический коллектор радиусом 30 мм, имевший отрицательный потенциал ($U_к \approx -150$ в). Сетка и коллектор изготовлялись из латуни, поверхности их хромировались. Сетчатые оболочки ловушек электрически соединялись одна с другой и через некоторое сопротивление — с корпусом космического аппарата. Электрическое поле внутри ловушки собирало на коллектор все атмосферные положительные ионы. Поток заряженных частиц, попадающих на коллектор в виде тока в цепи коллектор — корпус спутника, регистрировался на Земле при помощи радиотелеметрической системы и давал представление о концентрации положительных ионов.

Космический аппарат постоянно ориентировался на Солнце, что давало возможность точнее регистрировать потоки положительных ионов солнечного ветра. На расстояниях порядка 40—19 тыс. км от планеты регистрировались почти неизменные значения тока, соответствующие сравнительно малым потокам протонов солнечной плазмы. Магнитометр, установленный на том же космическом аппарате, регистрировал устойчивую величину магнитного поля. С расстояния 19,4 тыс. км от поверхности планеты началось значительное возрастание потоков положительных ионов. Одновременно стало возрастать измеряемое магнитное поле. В дальнейшем колебания величины потоков положительных частиц, регистрируемых ловушками, и поля, измеряемого магнитометром, происходили с большой степенью синхронности. Подобные явления отмечаются и при приближении к Земле космического аппарата, движущегося из межпланетного пространства.

Количественные оценки, проведенные вблизи Венеры на космическом аппарате «Венера-4», дают основание считать, что для планеты, не имеющей собственного магнитного поля, это возрастание связано с ударной волной, которая образуется при обтекании планеты как твердого тела потоками солнечной плазмы. Если планета представляет собой непроводящий, ненамагниченный шар (это, конечно, идеализация), то частицы солнечного ветра должны поглощаться его поверхностью (нейтрализоваться на ней), и в этом случае ударная волна не возникает. Напротив, если планета обладает идеальной или частичной проводимостью, то ударная волна образуется.

По аналогии с Землей можно предположить, что Венера имеет хорошо проводящее ядро, окруженное непроводящей или слабопроводящей оболочкой. Можно показать, что толщина слабопроводящей оболочки, окружающей ядро Венеры, которая необходима для образования наблюдаемой ударной волны при параметрах солнечного ветра (скорость солнечного ветра $V = 350 \pm 100$ км/сек, напряженность магнитного поля $H \approx 5\,\gamma$), равна ~ 300 км. У Земли толщина оболочки, окружающей ядро, составляет 3000 км. Различные гипотезы, описывающие свойства и строение земного ядра, сходятся на представлениях о том, что оно должно обладать металлическими свойствами и, следовательно, высокой электропроводностью и теплопроводностью, а также более высокой температурой, чем прилегающие к нему слои оболочки. Если предположить, что у Венеры ядро обладает сходными свойствами, а толщина оболочки не превышает 300 км, то описанный механизм может объяснить образование ударной волны, а горячее, близко расположенное к поверхности ядро может оказаться причиной того, что температура на поверхности планеты существенно выше поверхностной температуры Земли.

Эксперимент позволял оценить концентрацию как в верхних, так и в нижних слоях ионосферы Венеры. Поскольку вся траектория космического аппарата проходила над неосвещенной частью поверхности Венеры (автоматическая станция «Венера-4» опустилась вблизи утренней границы неосвещенного полушария планеты), ученые воздерживаются от окончательных выводов о тонкой структуре всей ионосферы планеты. Для этого необходимо более всестороннее исследование. Однако анализируя результаты опытов, сравнивая данные о ионосфере Венеры и Земли, ученые считают, что ночная ионосфера планеты менее протяженна и плотна, чем земная.

«Космические исследования», т. VI, 1968, вып. 3, стр. 411

Уточнение радиоуглеродного метода

В основе радиоуглеродного метода определения абсолютного возраста материалов органического происхождения, наряду с другими, лежит следующее предположение. Пока организм живет, входящий в его состав радиоуглерод (изотоп C^{14}) находится в равновесии с радиоуглеродом внешней среды, а после отмирания происходит лишь распад имевшегося в нем радиоуглерода. На Земле радиоуглерод образуется в основном в результате взаимодействия вторичных нейтронов N_7^{14} (n, p) C_6^{14}.

В настоящее время в ряде радиоуглеродных лабораторий мира достигнут предел абсолютного датирования в 45—50 тыс. лет и сделано несколько определений образцов, давших возраст 60—67 тыс. лет. Для датирования образцов такого или еще большего возраста требуется высокая чистота при отборе и химической обработке проб и соблюдение других условий, связанных с немалыми трудностями.

Однако при датировании столь «древних» образцов может сказаться влияние и иного фактора, на который обратил внимание сотрудник Геологического института АН СССР Ф. С. Завельский. Дело в том, что в организме всегда присутствует азот и под действием нейтронного облучения он образует радиоуглерод. Этот «собственный» радиоуглерод может образовываться в организме как при его жизни, так и после отмирания.

Радиоуглерод, поступающий в организм из внешней среды, генерируется во всей толще земной атмосферы, а собственный C^{14} — лишь у ее «дна», где интенсивность потока тепловых нейтронов мала. Поэтому вклад собственного C^{14} в общую удельную активность живого организма незначителен. После отмирания организма количество полученного им из внешней среды радиоуглерода убывает, тогда как количество собственного C^{14} постепенно возрастает. Таким образом, спустя достаточно длительное время после отмирания организма, вклад в общую удельную активность образца от собственного C^{14} может быть уже заметным. И тогда возраст образца, вычисленный без учета этого обстоятельства, окажется заниженным. При введении поправки на собственный C^{14} нужно учитывать относительное содержание в образце азота и углерода, а также интенсивность потока нейтронов в том месте, откуда был взят образец. Для образцов, взятых на глубине более 10 м,

интенсивность нейтронного облучения в основном определяется нейтронным излучением горных пород (а оно у отдельных пород довольно сильно различается).

Когда остаточная удельная активность углерода, полученного организмом из внешней среды, становится меньше, чем удельная активность собственного C^{14}, точность определения абсолютного возраста резко снижается. Следовательно, эффект собственного C^{14} кладет верхний предел радиоуглеродному датированию. В зависимости от химического состава образца и от нейтронной активности породы, в которой он лежал, этот предел может меняться; в среднем он составляет около 90—100 тыс. лет.

«Доклады Академии наук СССР», т. 180, 1968, № 5, стр. 1189—1192

Низковалентные фториды металлов

Из всех известных элементов фтор — самый активный, и при реакциях с другими элементами он обычно образует соединения с максимальной насыщенностью валентных связей. Например, при взаимодействии фтора с серой или платиной легко получаются SF_6 и PtF_6, тогда как низковалентные соединения SF_4 и PtF_2 синтезировать значительно сложнее.

Недавно американские химики Э. Кук и Б. Зигель сообщили о простом методе получения многих низковалентных фторидов. В их экспериментах металлические проволочки мгновенно испарялись под действием электрического импульса длительностью в несколько микросекунд, и сильно нагретые пары исследуемого металла взаимодействовали с газом, наполняющим испытательную камеру. Изучались образующиеся соединения различных металлов с тем или иным активным газом. В качестве инертного разбавителя брался чрезвычайно стабильный SF_6, который играет в высоковольтных устройствах роль атмосферы-изолятора. Однако оказалось, что при взрыве металлической проволочки этот инертный газ перестает быть инертным, а вступает в реакцию с металлом, образуя низковалентные соединения фтора. Например, в случае платины реакция протекает следующим образом: $SF_6 + Pt = SF_4 + PtF_2$. Правда, взаимодействие SF_6 с металлами типа платины и серебра поглощает энергию и поэтому быстро прекращается. Напротив, реакции с участием алюминия и циркония идут с выделением энергии и могут быть самоподдерживающимися, если их «зажечь».

«New Scientist», т. 36, 1968, № 575, стр. 679 (Англия)

Английский линейный ускоритель

В новой Лаборатории им. Кельвина при Университете в Глазго пущен крупнейший в Англии электронный линейный ускоритель на 100 Мэв. Его длина 25 м, он размещен в 40-метровом бетонном тоннеле на глубине 4 м под землей. Радиочастотная энергия поступает по 12 вертикальным волноводам из расположенного выше клистронного корпуса. Среди вспомогательных систем следует отметить две электронно-вычислительных машины и внушительный набор детекторов частиц.

Путь свободного пролета электронов в ускорителе равен 100 м. Предусмотрена площадка для исследований с позитронами, а также приставки для обеспечения коротких импульсов частиц и варьирования энергии.

«Engineering», т. 205, 1968, № 5330, стр. 890 (Англия)

Ферменты травянистых растений

Подорожник, крапива, лопух, чистотел содержат пектолитические ферменты — пектинэкстеразу (ПЭ) и полигалактуроназу (ПГ), которые катализируют гидролитическое расщепление пектиновых веществ.

Сотрудники Мордовского государственного университета Г. С. Барнашева и Е. В. Сапожникова исследовали перечисленные растения с тем, чтобы выявить наиболее подходящее сырье для получения препаратов данных ферментов. Наибольшая ферментативная активность обнаружена в листьях растений. По содержанию ферментов, большой вегетативной массе, широкому распространению растения, высокой активности ферментов в течение всего вегетационного периода наиболее подходящим объектом для разработки технологии получения препаратов ПЭ и ПГ из растительного сырья являются листья лопуха. Доведенные до воздушно-сухого состояния, они сохраняют активность ферментов на высоком уровне и в течение длительного времени могут быть использованы для получения препаратов.

Препараты этих ферментов широко используются в пищевой промышленности, в частности для осветления фруктовых соков, содержащих нерастворимые пектиновые вещества.

«Прикладная биохимия и микробиология», т. IV, 1968, вып. 3, стр. 303—308

Получение кормовых дрожжей из нефти

Недостаток кормов для домашних животных, и в частности кормов, богатых различными белковыми веществами, обусловливает необходимость постоянных поисков новых видов сырья, которые могли бы служить источником получения этих веществ. В последние годы усилия многочисленных исследователей в ряде стран направлены на получение кормов микробиологическим путем. Подобные исследования проводятся и в Чехословакии.

В 1963 г. сотрудники Микробиологического института Чехословацкой Академии наук поставили перед собой задачу использовать углеводороды в качестве источника углерода для развития микроорганизмов. Чехословацкие ученые на основе проведенных ими исследований разработали проект завода по выработке кормовых дрожжей из нефти производительностью 30 тыс. т в год.

Перед началом промышленного производства дрожжей необходимо было решить ряд важных проблем теоретического и технологического характера в лабораторных условиях. Одна из основных трудностей заключалась в том, чтобы найти и выделить в чистом виде такие культуры грибов, которые могли бы достаточно быстро размножаться именно на углеводородной среде и не требовали бы для своего развития других органических веществ. Благодаря применению оригинального метода непрерывной ферментации, чехословацким ученым удалось выделить такую культуру. При этом оптимальное время роста культуры не превышало одного часа, что соответствовало времени культивирования плесневых грибов на сахарных субстратах.

Наиболее приемлемые результаты были получены при использовании в качестве питательной среды для выращивания грибов некоторых алкенов, изопарафинов и алкилароматических углеводородов. В то же время выяснилось, что при микробиологическом окислении микроорганизмов образуются жирные кислоты, которые зачастую прекращают рост культивируемых грибов. Перед исследователями стала задача — изучить зависимость между условиями ферментации и образованием кислот, выяснить механизм проникновения углеводородов в клетки плесневых грибов. Для работы нужны были только чистые углеводороды и их метаболиты. С этой целью чехословацкие ученые разработали несколько оригинальных методов синтеза углеводородов, а также создали соответствующие аналитические методы, позволяющие контролировать процессы брожения.

Чтобы процесс ферментации протекал непрерывно, требовалось создание гомогенной смеси в ферментаторах. В технологическую схему был включен разработанный и запатентованный исследователями процесс перемешивания. Кроме того, при инокулировании питательной среды и на других стадиях производства, ученые столкнулись с определенными трудностями, связанными с разделением эмульсии типа «вода — масло». Поэтому в процессе ферментации в культуральную жидкость пришлось вводить различные поверхностно-активные вещества и органические растворители. Была установлена также «доза» этих поверхностно-активных веществ.

Полученные в лабораторных условиях результаты были проверены в производственных условиях в ферментаторах с полезной емкостью около 100 гектолитров. При этом было установлено количество кислорода (процесс ферментации грибов должен протекать в аэробных условиях), необходимое для производства 1 кг дрожжей из углеводородов. Дрожжи, «выработанные» микроорганизмами в эксперименте, длившемся несколько недель, были использованы для пробного кормления животных.

Работа чехословацких ученых имеет большое народнохозяйственное значение. Производство кормовых дрожжей из нефти даст возможность Чехословакии освободиться от закупки за рубежом рыбьей муки и позволит сэкономить около 11 млн долларов.

«Bulletin Ceskoslovenské Academie ved», 1968, № 5, стр. 11—15

Синтез простагландина

Недавно химикам Гарвардского университета из группы И. Корей удалось синтезировать гормон простагландин. Этот гормон известен с 1930 г., но влияние его на организм изучено еще очень слабо из-за невозможности иметь его в достаточном количестве (в тканях его содержание ничтожно). Из 15 известных простагландинов пока удалось синтезировать 5. Синтез еще одного простагландина поможет исследовать влияние этого гормона на организм, и, возможно, использовать его для лечения гипертонии, некоторых сосудистых заболеваний, а также при ожирении и стрессе [1].

«Science News», т. 93, 1968, № 23, стр. 550 (США)

[1] Стресс — чрезмерное напряжение организма. Наиболее тяжелая форма стресса — шок.

Витамины и погода

Кафедрой биохимии Алтайского медицинского института проведено определение С-витаминной активности плодов и ягод. Это позволит рекомендовать практикам сорта, наиболее богатые аскорбиновой кислотой. Установлено, что плоды одних и тех же сортов на одних кустах и деревьях в разные годы содержат разные количества аскорбиновой кислоты (ее концентрация может изменяться более чем вдвое). Наблюдается прямая зависимость между количеством осадков и накоплением витамина С в плодах черной и красной смородины и малины как в период вегетации (май — июль), так и во время созревания ягод и непосредственно перед их сбором. На содержание аскорбиновой кислоты влияет и освещенность растения. Так, в яблоках с ветвей верхнего яруса концентрация витамина С выше, чем в яблоках с нижних ветвей или с теневой стороны того же дерева. В дневные часы аскорбиновой кислоты в ягодах черной смородины, малины и земляники содержится больше, чем утром и вечером. Установлено, что большинство сортов черной и красной смородины, крыжовника, малины, земляники и яблонь, культивируемых в Алтайском крае, богато аскорбиновой кислотой. Эти сорта отличаются также высокой зимостойкостью, урожайностью, устойчивостью к заболеваниям и хорошими вкусовыми качествами.

Полученные данные могут найти практическое применение — содержание витамина С в плодах и ягодах можно повышать такими простыми приемами, как умеренный полив черной и красной смородины и малины за 1—2 дня до сбора урожая, особенно в засушливые годы. Сбор черной смородины, малины и земляники лучше проводить в середине дня, когда содержание в плодах аскорбиновой кислоты максимально.

«Известия СО АН СССР, серия биолого-медицинских наук», 1968, вып. 1, № 5, стр. 76—80

«Трансокеанский экспресс» семян растений

Какова роль птиц в рассеивании семян, поступающих в их пищеварительный тракт с кормом? По одной из точек зрения, семена задерживаются в пищеварительном тракте птиц не более 2—11 час., поэтому считалось, что при своих перелетах они не могут переносить семена растений на большие расстояния. Правильность этого предположения была проверена в экспериментах с различными видами птиц, содержащихся в клетках. Оказалось, что у ряда пернатых, обитающих на побережьях, семена некоторых растений могут задерживаться в пищеварительном тракте до 340 час. и оставаться жизнеспособными.

Эти наблюдения позволяют высказать интересную гипотезу о вероятности существования так называемого «трансокеанского экспресса», т. е. возможного переноса семян на несколько тысяч километров при весеннем и осеннем перелетах птиц. Подтверждение справедливости этого заключения представляет большой интерес при анализе флоры океанических островов, так как известно, что многие выводы об эволюции растительного мира на материках сделаны именно при изучении состава флоры этих островов.

«Science», т. 160, 1968, № 3825, стр. 321 (США)

Блохи против кроликов

Миксоматоз — вирусное заболевание — уже давно используется в Австралии для регуляции численности кроликов. Передается оно через комаров, но недавние полевые исследования обнаружили еще одного переносчика миксоматоза — кроличью блоху (эта блоха была причиной крупной эпидемии миксоматоза в Англии). Она безвредна для человека и сумчатых животных. Сроки ее размножения совпадают с циклом размножения кроликов, поэтому весенние пометы кроликов могут подвергаться действию блох. Они передают, по-видимому, более вирулентные штаммы миксоматоза, чем комары. К тому же комары могут размножаться только при теплой влажной погоде (позже, чем кролики).

«Science News», т. 93, 1968, № 24, стр. 569 (США)

Приемыши тюленей

Долгое время оставалось неясным, могут ли самки тюленей кормить чужих детенышей. Наблюдения, проведенные в течение 1963—1966 гг. на колониях серых тюленей (Halichoerus grypus) на Гебридских и Оркнейских островах, показали, что такие случаи нередки. Отмечено даже одновременное кормление самкой только что родившегося своего детеныша и значительно превосходящего его по размерам и старшего по возрасту чужого тюленёнка.

Мечение взрослых тюленей и малышей позволило установить, что после гибели новорожденного самки серых тюленей могут кормить чужих сосунков. В целом, серые тюлени обычно (но не обязательно) кормят своего собственного детеныша. В то же время малыши, почему-либо покинутые своими матерями, не обязательно обречены на гибель, как считалось раньше: они становятся приемышами матерей, которые потеряли своих сосунков. Выживание многих новорожденных в период молочного вскармливания (этот период в среднем длится около 18 дней) компенсирует дальнейшую значительную гибель животных в естественных условиях.

«Nature», т. 217, 1968, № 5130, стр. 762—763 (Англия)

Стимулирование роста кучевых облаков

Советские ученые продолжают изучение возможностей искусственного воздействия на процесс образования облаков и осадков.

Известно, что в атмосфере нередко возникают так называемые задерживающие слои с хорошо выраженной устойчивой стратификацией, характеризующейся незначительным падением температуры с высотой, изотермией или инверсиями температуры. Эти слои задерживают, «гасят» конвективные потоки воздуха, развивающиеся в результате прогревания подстилающей поверхности. Часто именно по этой причине в летнюю половину года в умеренных и низких широтах стоит малооблачная сухая погода (конвективные потоки приводят к образованию кучевых облаков и питают их влагой в процессе дальнейшего развития).

В зависимости от высоты устойчивых слоев погода может быть безоблачной или могут развиваться плоские кучевые облака, не дающие осадков. Внутримассовая кучеводождевая или грозовая облачность образуется лишь тогда, когда задерживающие слои отсутствуют или если развивающиеся облака могут пробить эти слои. Если в создавшихся условиях кучевое облако естественным путем возникнуть не может, или, возникнув, не может продолжать развиваться, то можно искусственно стимулировать этот процесс, создав вертикальный восходящий поток, способный пробить устойчивый слой. Такие потоки может создавать метеотрон — установка, имеющая до 100 форсунок, в которых сжигается 1—2 т горючего в минуту. Но еще лучше использовать для этой цели отработавшие свой срок в воздухе газотурбинные авиационные двигатели. В них происходит значительно более полное сгорание горючего. Кроме того, они создают вертикальную струю воздуха с большой начальной скоростью. Проведенные исследования, расчеты на электронно-вычислительной машине «Минск-22» и специальные измерения во время

образования вертикальных нагретых струй авиационных газотурбинным двигателем РД-3М показали, что около 75% задерживающих слоев могут быть пробиты с помощью установок примерно на один порядок более мощных, чем те, параметры которых принимались в расчетах, т. е. если, например, мощность установки была 100 л. с., то нужно иметь установку в 1000 л. с.

Пробивание задерживающих слоев для искусственного образования или стимулирования роста кучевых облаков — один из необходимых факторов для развития облачности. Однако ее увеличение будет зависеть от стратификации атмосферы выше задерживающего слоя, влажности воздуха, силы ветра и ряда других причин, требующих дальнейшего исследования.

«Физика атмосферы и океана», т. IV, 1968, № 5, стр. 499—507

Возникновение новых островов

Во время извержений подводных вулканов часто образуются из застывшей лавы новые небольшие и, как правило, недолговечные островки. Иногда они появляются в отдаленных областях океана, и их долго не удается обнаружить. Но часть возникших островов лежит на оживленных морских путях и попадает в поле зрения ученых.

Особенно подробно исследован новый остров Сертсей, образовавшийся 14 ноября 1963 г. в нескольких километрах к юго-западу от Исландии. Сейчас его площадь составляет около 5 км^2, на нем уже растет трава и другие растения.

В декабре 1967 г. на антарктическом острове Десепшн произошло извержение вулкана, в результате которого была уничтожена часть хребта Телефон. Уровень воды в бухте подковообразного острова периодически поднимался на 1,5 м и опускался с интервалами 0,5—2 мин. Извержение сопровождалось сильной грозой и выпадением града, смешанного с вулканическим пеплом. Столб дыма и пепла поднимался над островом на высоту более 10 км. Радиосвязь была полностью прервана. Английские, чилийские и аргентинские полярники, находившиеся на острове, были благополучно вывезены с помощью вертолетов и чилийского судна.

В результате излияния лавы в бухте о-ва Десепшн образовался новый остров, на который через десять дней после начала извержения высадились английские ученые М. Х. Эллиот и К. М. Клаппертон. Они установили, что новообразованный остров сложен тремя кратерами, высота его над водой равна 70 м, длина — 1,5 км, ширина — 750 м. Слой пепла, достигавший в районе извержения 5 см, был обнаружен также и на о-ве Гринвич, находящемся в 65 км от Десепшна.

В том же месяце к востоку от о-вов Фиджи в юго-западной части Тихого океана при сильном извержении подводный вулкан поднялся из моря на высоту 50 м. Это произошло на глазах экипажа новозеландского судна «Тофуа». По свидетельству капитана, рождение острова, имеющего в поперечнике около 80 м, сопровождалось выплесками лавы, пепел и дым поднялись на 1,5-километровую высоту. Раньше здесь на картах было обозначено одно из мелководий архипелага Тонга с наименьшей глубиной около 300 м. Под этим мелководьем и располагался подводный вулкан, который возвышался на километр над океанским дном.

С течением времени, при дальнейших извержениях и под действием волн и ветра, очертания новорожденных островов могут существенно изменяться. Некоторые из них сравнительно быстро снова исчезают под поверхностью моря.

Самыми большими в мире морскими вулканами являются Гаваи, высота которых по отношению ко дну океана достигает 10 км.

«Science News», т. 93, 1968, № 1 (США)
«Antarctic», т. 5, 1968, № 1, стр. 23—26 (США)

Спутники и морские волны

Американские ученые У. Пирсон из Нью-Йоркского университета и Р. Мур из Канзасского университета разработали новый метод определения высоты волн на море. (Как известно, сила морского волнения определяется силой ветра, а ветер является одним из факторов, определяющих погоду на земном шаре). Они предложили использовать для этих целей радар, установленный на искусственном спутнике Земли, запущенном на полярную орбиту. Радиосигнал, посланный со спутника, отражается поверхностью моря, причем ослабление отраженного сигнала пропорционально силе волн. Полученные данные передаются по телеметрической системе на Землю, где по ним можно вычислить скорость ветра.

Американские ученые намерены применять эту систему определения высоты волн на спутнике «Нимб Е», запуск которого планируется на 1971 г. На борту спутника будут установлены два радара, которые в любую погоду днем и ночью будут сканировать полосу океана шириной 360 миль. Таким образом можно получить 40 тыс. измерений высоты волн в сутки (нынешние методы, с использованием судов, позволяют получить приблизительно в 50 раз меньшее количество измерений). Данные о высоте волн сопоставляют с данными о скорости ветра. Новый метод прошел успешное испытание на самолетах.

«Science News», т. 93, 1968, № 17, стр. 324

На глубину 9 500 м

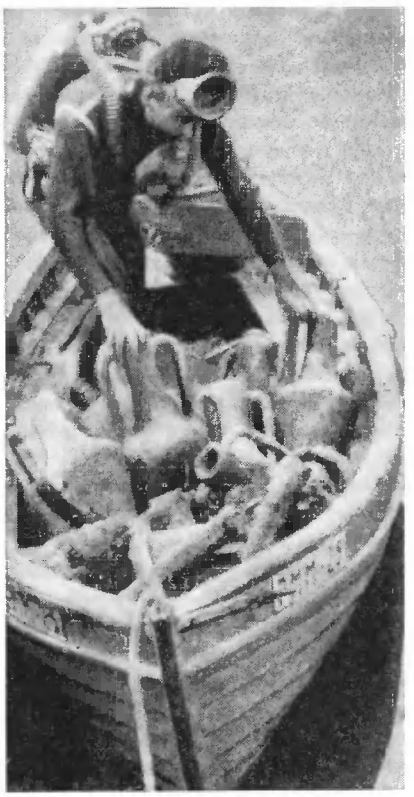
Французский батискаф «Архимед» совершил погружение на глубину 9500 м у берегов Японии, в районе Иокогамы. Со дна моря были взяты пробы грунта весом до 40 кг и другие образцы донных отложений. Кроме того, произведены измерения интенсивности магнитного поля, скорости подводных течений, температуры воды и т. д.

«Poseidon», 1968, № 75, стр. 113 (ГДР)

Археологические поиски под водой

Море скрывает многочисленные памятники материальной культуры человечества, которые по тем или иным причинам оказались погребенными в пучине вод. Интересные археологические изыскания под водой осуществлены у берегов Румынии группой аквалангистов из 7 человек под руководством Василя Космы — сотрудника одной из киностудий РНР. Объектом их исследований стала античная гавань Каллатис. 3 месяца напряженно работали аквалангисты-археологи в глубинах моря. После перерыва эти работы были возобновлены. Группа пополнилась тремя опытными подводниками и двумя учеными — профессорами Кристианом Владеску и Константином Предой.

Трофеи подводных археологов



Археологи собрали богатые трофеи: греческие и римские амфоры, изготовленную турецкими мастерами медную посуду и другие предметы древности. На ручках некоторых амфор обнаружены печати. Эти находки представляют большой интерес для исследователей старых торговых путей на Черном море. Найдены также остатки древних кораблей, которые решено поднять на поверхность. Кроме того, была составлена подробная карта исследованного под водой района.

Акванавты сняли короткометражный фильм об археологических поисках, проведенных участниками экспедиций.

«Poseidon», 1968, № 75, стр. 116—118 (ГДР)

Книжные новинки

ФИЛОСОФИЯ

Коппин П. В. Логические основы науки. «Наукова думка», 283 стр., ц. 1 р. 41 к.

Уэллс Г. Крах психоанализа. От Фрейда к Фромму. Пер. с англ. Общ. ред. и послесл. А. В. Снежневского, «Прогресс», 287 стр., 96 к.

ФИЗИКА, АСТРОНОМИЯ, МАТЕМАТИКА

Амбарцумян В. А. Проблемы эволюции Вселенной. Изд-во АН Арм. ССР. 236 стр., ц. 1 р. 10 к.

Астрономический календарь. Ежегодник. Переменная часть. 1969 г. Ответ. ред. П. И. Бакулин. «Наука», 267 стр., ц. 68 к.

Канторович Л. В., Горстко А. Б. Математическое оптимальное программирование в экономике. «Знание», 96 стр., ц. 18 к.

Компанеец А. С. Тяготение, кванты и ударные волны. Вып. 1, «Знание», 158 стр.

Успехи СССР в исследовании космического пространства. Первое космическое десятилетие. 1957—1967. Глав. ред. А. А. Благонравов. «Наука», 555 стр., ц. 3 р. 15 к.

Эйнштейновский сборник. 1968. Сост. У. И. Франкфурт. Отв. ред. И. Е. Тамм и Г. И. Наан. «Наука», 267 стр., ц. 1 р. 23 к.

БИОЛОГИЯ

Крылова М. Д. Щедрость невидимых. (Рассказы о генетике микробов). «Сов. Россия», 1968, 174 стр., ц. 55 к.

Лопашев Г. В. Что лежит в основе развития организма. «Знание», 32 стр., ц. 6 к.

Мак-Кормик Г., Аллен Т. и Янг В. Тени в море. Акулы и скаты. Сокр. пер. с англ. Отв. ред. Л. С. Гликман. Гидрометеоиздат, 295 стр., ц. 70 к.

Мендель Г., Нодэн Ш., Сажрэ О. Избранные работы. Вступит. ст. и ред. А. Е. Гайсиновича, «Медицина», 175 стр., ц. 87 к.

Поленов А. Л. Гипоталамическая нейросекреция, «Наука», 160 стр., ц. 1 р. 44 к.

Спирин А. С., Гаврилова Л. П. Рибосома. Отв. ред. А. Н. Белозерский, «Наука», 199 стр., ц. 98 к.

Эфроимсон В. П. Введение в медицинскую генетику. Изд. 2-е, доп. и переработ., «Медицина», 396 стр., ц. 2 р. 55 к.

Шмальгаузен И. И. Факторы эволюции. Теория стабилизирующего отбора. Изд. 2-е, переработ. и доп., «Наука», 454 стр., ц. 2 р.

ГЕОЛОГИЯ, ГЕОГРАФИЯ

Геологическое строение СССР. В 6 т. Глав. ред. Е. Т. Шаталов. Т. 1. Стратиграфия. Отв. ред. А. И. Жамойде, «Недра», 711 стр., ц. 5 р. 61 к.

Ламакин В. В. Неотектоника Байкальской впадины. Отв. ред. Н. С. Зайцев. «Наука», 1968, 247 стр., ц. 2 р. 28 к.

Лебедев А. П., Лебединский В. И. Популярная география. «Наука», 222 стр., ц. 71 к.

Математические методы в геологии. Отв. ред. Д. А. Родинов. «Наука», 172 стр., ц. 97 к.

Погосян Х. П. Грозные явления атмосферы. (Ураганные ветры). «Знание», 48 стр., ц. 9 к.

Наумов Д. В. и Яблоков А. В. 20 000 километров по Индии. «Наука», 280 стр., ц. 89 к.

Средняя Азия. Коллективная монография. Отв. ред. И. А. Герасимова, «Наука», 1968, 484 стр., ц. 2 р. 90 к.

Популярная биология

О публикациях издательства «Знание», серия «Биология» (новое в жизни, науке и технике) за 1967 и 1968 г.

Середина двадцатого столетия знаменует собою новый, поистине революционный скачок в развитии комплекса наук, изучающих жизнь во всех ее проявлениях. Раскрытие сущности генетического кода и расшифровка основных этапов биосинтеза белка привели не только к созданию молекулярной биологии, изучающей на молекулярном уровне химические и физические основы жизнедеятельности, но и дали прочное обоснование таким областям биологии как генетика, микробиология, вирусология, эволюционная теория и т. д.

Именно поэтому своевременное, полноценное и вместе с тем достаточно популярное освещение основных итогов последних биологических исследований представляет собою основную задачу в области пропаганды научных знаний. В связи с этим весьма интересен опыт работ издательства «Знание».

При знакомстве с тем, что опубликовано издательством в этом направлении, прежде всего бросается в глаза широкий круг вопросов, который может удовлетворить самую разнообразную аудиторию, интересующуюся теми или иными биологическими проблемами. Достаточно сказать, что ежемесячно выпускаемые брошюры содержат увлекательную информацию от вопросов молекулярной биологии до таких вопросов, как язык рыб или растениеводство в космосе. Пропаганде успехов молекулярной биологии посвящена превосходно написанная брошюра академика А. Н. Белозерского, одного из основателей этого направления в отечественной биологии. Если клеточный, организменный и популяционный уровни организации живого к настоящему времени были относительно хорошо исследованы и тем не менее ряд кардинальной важности вопросов, таких как явления наследственности и изменчивости, не находил своего разрешения на уровне исследования механизмов этих явлений, то это только потому, что не были изучены процессы жизнедеятельности на уровне молекулярных структур и молекулярных взаимодействий. Бурное развитие молекулярной биологии, использующей точные высокочувствительные физические и химические методы исследования, привело к открытиям принципиально новых фактов, характеризующих такие основополагающие жизненные явления как размножение, рост, развитие, наследственность и изменчивость. За короткое время молекулярной биологией были расшифрованы основные этапы биосинтеза белка, вскрыта химическая природа вирусов и механизмов вирусной инфекции. А. Н. Белозерский справедливо сравнивает положение в молекулярной биологии с состоянием ядерной физики в первое двадцатилетие нашего века.

Отмечая пока еще относительно малый выход в практику достижений молекулярной биологии (интерпретация ряда фактов в области бактериальных и вирусных мутаций, в понимании сущности некоторых вирусных инфекций и ряда наследственных заболеваний человека), А. Н. Белозерский рисует весьма реальную перспективу: создание ценных в хозяйственном отношении форм животных и растений, разработка способов нормализации биосинтеза белка и как следствие — рациональные методы лечения многих заболеваний, повышение эффективности различных иммунизирующих средств и т. д.

В брошюре кандидата сельскохозяйственных наук А. Н. Майсуряна и доктора химических наук С. Е. Бреслера «Биохимические основы наследственности» на основе успехов молекулярной биологии дан подробный анализ механизмов возникновения мутаций, характеристика мутагенных факторов с точки зрения их эффективности, и поставлен вопрос о направленном действие мутагенов на ДНК. В обстоятельной брошюре «Достижения современной микробиологии в вирусологии» группа авторов (чл.-корр. АМН СССР Г. Ф. Гаузе, проф. М. Г. Бражникова, проф. В. А. Шорин, канд. мед. наук М. Д. Крылова) подробно обсуждает проблему противораковых антибиотиков, включающую химию этих соединений, химиотерапию злокачественных новообразований и клиническую эффективность отечественных противораковых антибиотиков.

Выпущенная этим же Издательством брошюра проф. С. Я. Залкинда «Жизнь в пробирке» увлекательно рассказывает о культивировании органов, тканей и клеток вне организма, как о важнейшем методе современной биологии и медицины, позволяющем изучать биологические объекты не в пределах тонко построенного и отрегулированного организма, а в наиболее простых доступных наблюдению и экспериментальному вме-

шательству условиях. Подробно описывая методы культивирования клеток, автор показывает возможности постановки и решения ряда биологических вопросов — о взаимоотношениях, происхождении и дифференцировке клеток, о борьбе клеток с болезнетворными микробами и вирусами, о превращении нормальной клетки в раковую и о повреждении последней. Подчеркивается значение клеточных культур в получении противовирусных препаратов — вакцин.

Проф. Б. П. Хватов и Р. М. Федоров в популярной форме повествуют читателям о загадках эмбриона, рисуя картину внутриутробного развития человеческого зародыша и плода, о приспособлениях последнего к внутриутробной жизни, об определении пола у зародыша, о возможности появления близнецов и т. д. Однако хотелось бы, чтобы из дальнейших публикаций по эмбриологии читатель узнавал о современной постановке и решении проблемы механизмов реализации наследственной информации, заключенной в хромосомах зародыша в процессе развития. Необходимо издание брошюры «Ген и признак».

Целая серия работ посвящена проблемам высшей нервной деятельности и поведения человека и животных. При этом для всех работ исходной позицией являются основные положения павловского учения об условных рефлексах. Вместе с тем по каждому конкретному вопросу приводятся новейшие данные о состоянии того или иного раздела физиологии, творчески развиваются теоретические основы этих разделов. В брошюре «Физиология и биохимия памяти» чл.-корр. АПН СССР Л. Г. Воронин справедливо пишет о том, что, оперируя основными понятиями высшей нервной деятельности, «...мы можем создать самые общие представления о физиологических механизмах обучения и памяти... Однако пытливый ум естествоиспытателя не может удовлетвориться этими общими и в известной степени схематичными взглядами, несмотря на их справедливость». Брошюра Л. Г. Воронина рассказывает о тонких и остроумных экспериментах, позволивших получить сведения о деталях внутренних механизмов обучения и памяти, об их биофизических, биохимических и нейрофизиологических основах.

Канд. биологич. наук Б. Ф. Сергеев в брошюре «Биография интеллекта» знакомит читателей с эволюцией нервной системы, с временными связями различной степени сложности и показывает какое участие они принимают в мыслительной деятельности человека и животных.

Советская биология как эстафету приняла традицию эволюционизма от русской дореволюционной биологии. Состоянию эволюционной теории в наше время посвящены содержательные брошюры проф. А. А. Парамонова и доктора биол. наук А. В. Яблокова («Эволюционная теория сегодня»). В работе А. В. Яблокова в доступной широкому кругу читателей форме освещается современное понимание движущих сил и факторов органической эволюции, понимание проблемы органической целесообразности, проблема макро- и микрофилогенеза. Исходя из открытия химической природы мутаций и материализации наследственной основы организма строится современное понимание движущих сил и факторов органической эволюции.

Методологические проблемы современной биологии освещает брошюра проф. В. В. Сахарова «Организм и среда», которую характеризует высокая культура теоретического мышления, глубокое проникновение в существо жизненных процессов на основе методологии диалектического материализма. Опираясь на достижения молекулярной биологии и генетики, В. В. Сахаров дает общую картину биологической формы движения материи и соотношения различных форм движения в природе. Автор развенчивает примитивную, но подкупающую неискушенного в науке и философии читателя, мысль о прямом воздействии среды на организм, в качестве ведущего эволюционного фактора. Автор подробно исследует значение среды в наследственности и изменчивости организмов.

Успехи советской биологии за 50 лет подытожили академик А. Н. Белозерский и чл.-корр. АН СССР С. Р. Микулинский. Даже беглый взгляд на достигнутое убеждает читателя в том, что 50-летний путь развития биологии в СССР отмечен во многих областях науки о жизни выдающимися достижениями мирового значения. Брошюра оказывает неоценимую помощь молодым ученым только вступившим на поприще биологии, развивает у них чувство высокого патриотизма. В брошюре обсуждается важный вопрос о роли дискуссий. До тех пор пока борьба мнений не ведет к бесплодной растрате сил ученых, пока она не приводит к монополии одной группы и лишению возможности работать в данной области других, она представляет собою нормальное явление в науке и свидетельствует о ее здоровом развитии.

С благодарностью оценивая усилия издательства «Знание» по пропаганде достижений современной биологии и привлечению к этому важнейшему участку просветительной работы крупнейших наших специалистов, с сожалением приходится отметить упоминавшийся уже пробел по вопросам реализации наследственной информации в процессе онтогенеза. К числу мелких, но тем более досадных недостатков следует отнести довольно низкий полиграфический уровень этого полезного издания.

Ю. Г. Юровицкий
Кандидат биологических наук
Институт биологии развития АН СССР

Ближайшие соседи Земли

Сборник статей «Новое о Марсе и Венере». Перев. с англ. под ред. В. И. Мороза. Изд-во «Мир», 1968, стр. 387, ц. 1 руб. 20 коп.

Планетная астрономия переживает в наши дни новый расцвет, связанный с развитием космических исследований солнечной системы. Крупнейшим успехом в этом направлении были полеты автоматических станций к соседним с Землею планетам — Венере и Марсу, в особенности эксперименты в атмосфере Венеры и мягкая посадка на ее поверхность советской станции «Венера-4» 18 октября 1967 г.

Космические исследования оказывают большое влияние также и на развитие наземных исследований планет, привлекая к этому большие научные и технические силы. Важность же поисков и освоения новых методов исследования планет очевидна.

Именно эти актуальные проблемы — зарубежные космические исследования поверхности Марса и новые методы наземных планетных исследований — находятся в центре внимания сборника переводов «Новое о Марсе и Венере», изданного издательством «Мир» под редакцией В. И. Мороза. В сборнике помещены 20 статей, опубликованных в зарубежных научных журналах главным образом за 1965—1966 гг. Тот короткий интервал, который прошел между их публикацией и изданием в переводе, также не остался без внимания и освещен в вводной статье редактора. Таким образом, книга получилась очень удачной: свежей по материалу и полной по информации.

Значительная часть статей сборника посвящена инфракрасным исследованиям планет. Нижние слои атмосфер планет состоят из молекул газов, сильнейшие полосы поглощения которых лежат в ультрафиолетовой и инфракрасной областях их спектров. Однако земная атмосфера непрозрачна для ультрафиолетового излучения. Поэтому исследование ультрафиолетовых спектров представляет собой задачу внеатмосферной астрономии, базирующейся на искусственных спутниках и космических ракетах. Инфракрасная же область спектра видна со дна земного воздушного океана достаточно хорошо и все более используется наряду с другим «окном прозрачности» — радиоволновым. Важное требование к оптической и инфракрасной спектроскопии — высокая разрешающая сила спектральной аппаратуры. Большую революционную роль, говорит редактор сборника, сыграло здесь применение нового метода — так называемой «фурье-спектроскопии». Он увеличил разрешающую силу в 100 раз. Это позволило переоценить заново процентное содержание углекислого газа и воды, давление и температуру в атмосфере Венеры. Эксперимент «Венеры-4» подтвердил эти новые результаты земной инфракрасной спектроскопии.

Несколько статей сборника посвящено применению инфракрасной фотометрии, т. е. изучению распределения яркости по диску Венеры в инфракрасных лучах.

Не менее интересны исследования, проводимые в радиоволновой области спектра. Здесь, кроме наблюдений Венеры на волне 1 см, большой интерес представляют детальные радиолокационные наблюдения поверхностей Марса и Венеры. Согласно данным наблюдений, поверхности этих планет должны быть очень неровны; на Марсе перепад составляет 15—20 км. Радиолокация Венеры позволила определить характер ее осевого вращения. Венера имеет обратное (по часовой стрелке) вращение с периодом $\sim$250 суток.

В сборнике помещена также одна из работ, посвященных анализу снимков поверхности Марса, полученных «Маринером-4».
Ряд статей освещают проблемы теории циркуляции планетной атмосферы, парникового эффекта в ней и т. д.

В сборник вошли лишь самые интересные статьи, вышедшие в период 1965—1966 гг. К сожалению, новейшие работы в него не попали. О них лишь удалось упомянуть в вводной статье. Это хронический недостаток переводных сборников, которые в нашу эпоху быстрого роста и старения информации должен быть преодолен рациональным путем.

Ю. П. Псковский
Москва

Штурман Магеллановой флотилии

М. МИТЧЕЛЛ.
Эль-Кано — первый кругосветный мореплаватель.
Перев. с англ. Изд-во «Мысль», 1968, 170 стр., ц. 61 к.

В нашей советской и переводной литературе до последнего времени было очень немного сведений об Эль-Кано — штурмане Магеллановой флотилии, которому довелось завершить первое кругосветное мореплавание и получить от императора Карла V герб с изображением земного шара и гордой надписью: «Ты первый объехал вокруг меня». Интересно, что мнения, высказываемые в литературе о личности Эль-Кано, весьма противоречивы.

Английская писательница Мейрин Митчелл, опубликовавшая немало книг по истории путешествий и географических открытий, посвятила одну из них описанию жизни и плаваний Хуана Себастьяна Эль-Кано, чья судьба сложилась не менее трагично, чем у Магеллана. Основываясь на архивных материалах и оригинальных трудах, М. Митчелл проследила деятельность Эль-Кано от того момента, как он был принят в экспедицию Магеллана, до плавания во флотилии Лоайсы, в которой Эль-Кано был главным кормчим, а за неделю до своей смерти стал капитан-генералом этой экспедиции, закончившейся драматически.

Если отбросить излишнее пристрастие М. Митчелл к герою своего исследования (пристрастие, подобное тому, какое проявил Стефан Цвейг в своей замечательной работе о Магеллане), то ее книга показывает, что баск Эль-Кано был личностью незаурядной, и недаром Магеллан пощадил его — одного из активнейших участников мятежа в бухте Сан-Хулиан, в числе других приговоренного к смертной казни. Став капитаном «Виктории» — одного из двух магеллановых кораблей, дошедших до Молуккских о-вов, Эль-Кано проявил величайшее упорство, мужество и умение, сумев провести обветшавшее судно с измученной командой по новому маршруту через Индийский океан (из опасения встречи с португальцами, которые топили или захватывали корабли, побывавшие на Молукках и возвращавшиеся обычным курсом в Европу) и успешно завершить первое в истории кругосветное мореплавание, длившееся почти три года.

Е. Ильин
Москва

Зимовка белого аиста на юго-западном побережье Каспия

Изучение поведения птиц в разных климатических условиях представляет большой научный интерес. Известно, что птицы реагируют даже на небольшие колебания климата. Особенно интересны в этом отношении наблюдения над зимовками птиц в местах, куда они, как правило, не залетают!

Первый случай зимовки белого аиста в нашей стране наблюдался в 1966 г. Обычно эти птицы проводят зиму значительно южнее — от Юго-Западной Аравии до Центральной и Южной Африки, в Индии и Юго-Восточной Азии. На этот раз аисты зимовали на юго-западном побережье Каспия. 9 января в Вызыл-Агачском заповеднике насчитали 56, 23 января — 61, с 4 по 14 февраля почти ежедневно можно было видеть от 55 до 72 особей.

В этот год в Ленкоранской низменности стояла крайне мягкая и бесснежная зима. Температура воздуха ни разу не падала ниже нуля: в ноябре 1965 г. она была 12,6°, декабре — 7,4°, январе 1966 г. — 7,6°, феврале — 7,2°, а в марте — 9,6° тепла. Жабы, квакши, змееголовки, ящурки, ящеричные змеи, грызуны, водные и наземные насекомые не прятались — недостатка в пище аисты не ощущали.

Г. Т. Мустафаев
Баку

Массовая гибель птиц

На юге Украины, в Тендровском заливе и Ягорлыцком лимане Черного моря, в теплые зимы скапливается много водоплавающей птицы. В течение двух лет нам удалось наблюдать здесь поведение птиц зимой.

В 1967 г. на зимовку задержалось огромное количество лысух. Они кормились на свободных ото льда мелководьях, где росли в основном харовые водоросли. Но в десятых числах января резко похолодало, и заливы замерзли. Температура понизилась до —9, а позднее и до —19° С, дул северный ветер. В районе Загребы и Майбороды лысухи оказались отрезанными ледяным полем от мест кормежки. Началась массовая гибель птиц. Трупы лысух виднелись на льду, по которому истощенные птицы пытались добраться до открытой воды. Многие ослабевшие лысухи погибли от пернатых хищников — орлана-белохвоста, малого подорлика, чайки-хохотуньи, а также от лисиц. В середине февраля выжившие лысухи были уже настолько худы, что их не трогали даже хищники. За период ледостава погибло около 10 000 лысух, и наше охотничье хозяйство лишилось значительной части популяции этой дичи, гнездящейся в основном на степных озерах юга и в дельтах крупных рек — Днепра, Дона, Волги, Урала и др.

Это наблюдение интересно тем, что до 1967 г. такой массовой гибели лысух вообще не было известно. До сих пор в этих местах в суровые зимы можно было встретить лишь отдельных ослабевших особей лебедей-кликунов.

Необычными оказались и условия зимовки 1968 г. Небывалый по продолжительности ледостав при почти полном отсутствии полыней и острый недостаток кормов вызвали гибель молодых лебедей-кликунов, которые в зиму 1967—1968 гг. составляли не менее 40% от общего количества лебедей. За период с 10 января по 1 февраля, по неполным данным, на Ягорлыцком и Тендровском заливах отмечено около 50 погибших молодых кликунов. Однако, по всей вероятности, цифра эта больше.

Что касается лысух, то они улетели еще в декабре, в период первого похолодания (15—16 декабря).

Т. Б. Ардамацкая

Черноморский государственный заповедник АН УССР

Экстраполируя, не заэкстраполировывайся...

Рассказывают, что один английский кинорежиссер пожелал почему-то снимать рыцарей не иначе, как в подлинных средневековых доспехах. Но тут выяснилось, что снаряжение, изготовленное когда-то на богатырей, не налезает на обыкновенных современных статистов.

Сейчас установлено, что за последние 80 лет каждое десятилетие средний рост 13-летних мальчиков (по данным для городов Европы и Японии) увеличивается на 2 см. Экстраполируя кривую роста на 100 лет вперед, мы приходим к выводу, что наши потомки, превратившись в гигантов, не смогут войти ни в один современный жилой дом.

Впрочем, совершенно неясно, останутся ли к тому времени дома и вообще что-либо на Земле и даже сохранится ли сама наша планета. Нет, речь идет не о взрыве сверхбомбы и не о столкновении земного шара с гигантским астероидом.

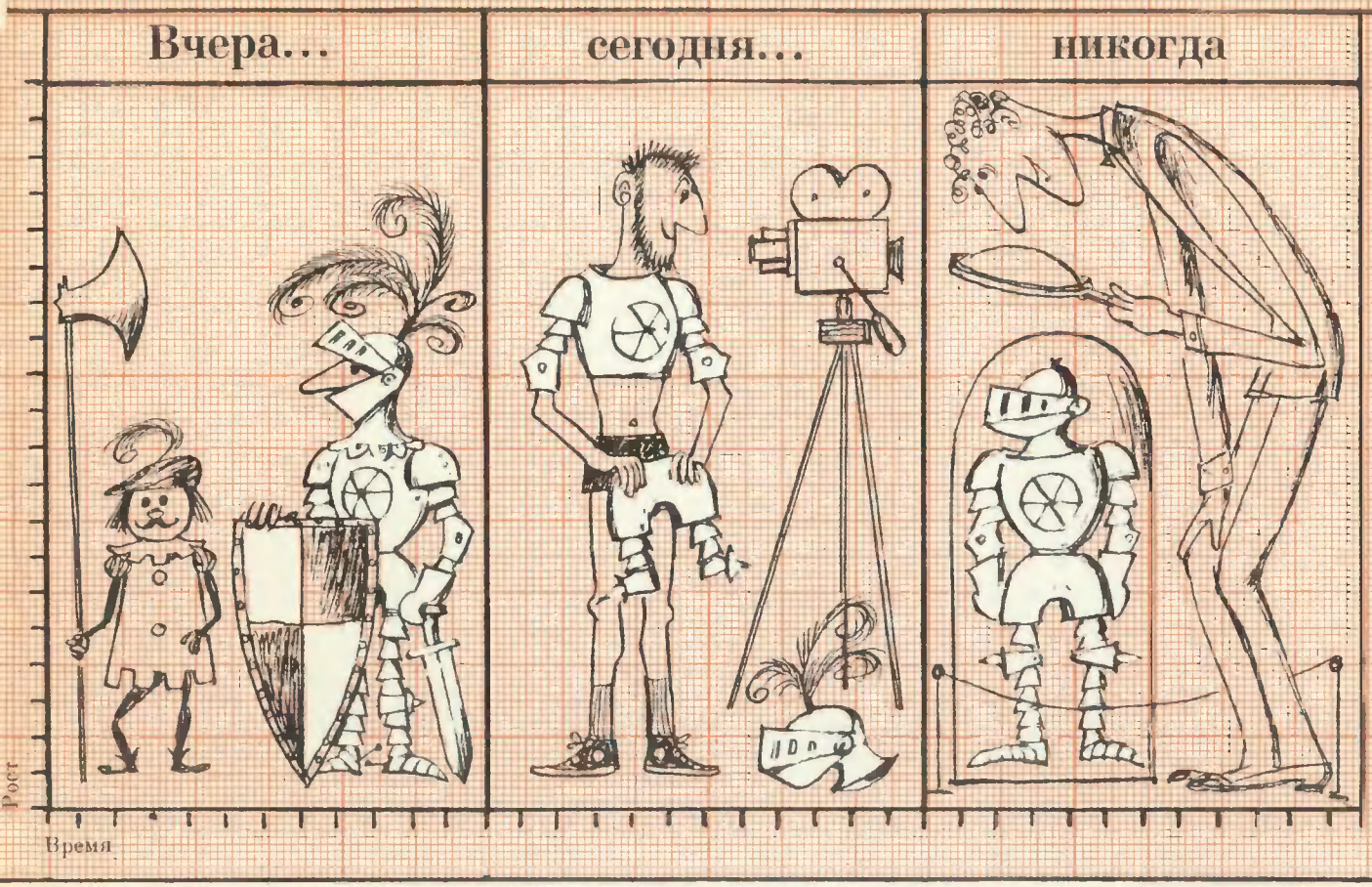
На одном симпозиуме в мае 1968 г. приводились такие данные: к настоящему времени в мире ежедневно издается до 100 печатных листов в расчете на каждого специалиста в области науки и техники. Если проэкстраполировать кривую роста печатной продукции на 100 лет вперед, то окажется, что к 2069 г. вся масса Земли будет переработана в бумагу для обеспечения выпуска очередной годичной порции книг, брошюр, журналов и газет. Конечно, к тому времени люди освоят планеты и на какой-то срок сумеют покрыть потребности в бумаге за счет Юпитера и Плутона. Однако еще одна экстраполяция обнаруживает иллюзорность подобной надежды.

Экстраполируя кривую роста производства энергии, специалисты пришли к выводу, что в конце третьего тысячелетия потребности человечества в энергии смогут быть покрыты лишь при условии использования всего потока энергии, излучаемого Солнцем ($4 \cdot 10^{33}$ эрг/сек). Еще более потрясает эта экстраполяция другим выводом: через 500 лет должен наступить энергетический голод, если человечество не сумеет превратить всю массу Солнца в энергию по формуле $E=mc^2$! Но какая жизнь без Солнца?

Экстраполировать, так экстраполировать! Оказывается, что за пределами 4000 г. человечество сможет существовать лишь при том условии, если оно будет распространяться в пространстве с околосветовой скоростью. Это нам потребуется для того, чтобы превратить в энергию все встречающееся на пути вещество: межзвездные пыль и газ, метеориты, астероиды, планеты и звезды. О таких расчетах рассказал в 1967 г. научный сотрудник Астрофизического института Казахской академии наук Г. М. Идлис — во время другого симпозиума.

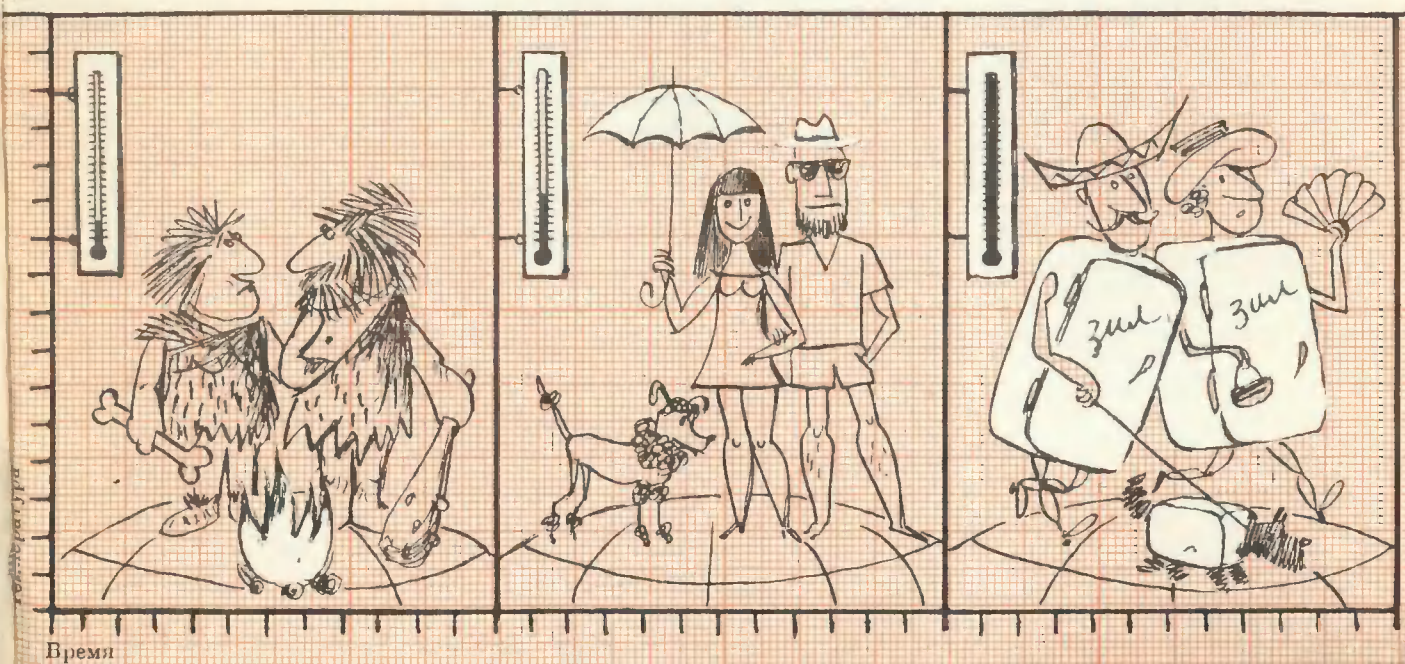
Поскольку симпозиумы по вопросам прогнозирования стали собираться все чаще, мы позволили себе проэкстраполировать кривую роста «страшных» прогнозов, связанных с экстраполяциями кривых роста человечества и его потребностей. В итоге получается, что менее чем через сто лет в любом номере каждой из бесчисленных газет мы будем читать об очередной экстраполяции, приводящей нас к непреложному выводу о том, что нас уже давным давно не существует.

С. В. Владимиров
Москва
Рисунки Г. и В. Караваевых



«. ». За последние 100—120 лет . . . рост взрослого человека увеличился на 7—10 см». (В. Властовский. «Наука и жизнь», 1966, № 12).

«Даже при увеличении количества добываемой энергии вдвое за 100 лет в течение 12.000 лет будет добыто около $3 \cdot 10^{41}$ эргов. Из них в пространство будет рассеяно около $2 \cdot 10^{41}$ эргов, т. е. в среднем в ландшафтную оболочку при обычных способах энергоиспользования будет ежегодно поступать не менее $8 \cdot 10^{34}$ эргов, т. е. количество энергии, превышающее не менее чем в миллион раз приход энергии от Солнца!» (М. М. Ермолаев. «Известия Всесоюзн. Географич. общества», 1967, т. 99, вып. 2).



Индекс 70707

Цена 50 коп.

Издательство
„Наука“